



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLÁN

**La Divulgación de la Ciencia en la Prensa Mexicana
(Caso específico: Suplemento “Investigación y Desarrollo” del
Periódico La Jornada)**

Tesina

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
Licenciado en Comunicación

PRESENTA

José Armando Ruiz Cruz

Asesora. Lic. María Venus Armenta Fraga

Mayo 2011.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos:

A mi papá y a mi mamá muchas gracias por el infinito apoyo que me han brindado a lo largo de mi vida, ya que sin ustedes este sueño no sería posible.

A mis hermanas y cuñados por aguantarme y por su respaldo.

A Janeth, Ale, Dany, Isa y Gaby,
gracias por su cariño y hacerme muy feliz.

A la profesora Venus Armenta, un agradecimiento especial por la paciencia y apoyo ofrecido durante la realización de este trabajo.

A la UNAM por darme la oportunidad y las herramientas para convertirme en un mejor ser humano, así como a todos los profesores que tuvieron que ver en mi formación profesional.

Gracias a mis amigos de la Fes Acatlán,
por las vivencias compartidas durante la carrera.

*“La ignorancia afirma o niega rotundamente,
la ciencia duda”*

Voltaire

Índice

INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO 1. CRITERIOS METODOLÓGICOS PARA LA ELABORACIÓN DE UNA BASE DE DATOS	23
1.1 Características de una base de datos	25
1.2 Los métodos cualitativo y cuantitativo	28
1.3 Elección del suplemento <i>Investigación y Desarrollo</i>	29
1.4 La divulgación de la ciencia en otros diarios mexicanos	31
1.5 Géneros periodísticos	35
1.5.1 Noticia o nota informativa	35
1.5.2 Reportaje	37
1.5.3 Artículo	37
1.6 Cuestión de Géneros	46
1.7 Recopilación de textos periodísticos	48
1.7.1 Búsqueda y reunión de los textos	48
1.7.2 Modelo del Instrumento	52
1.7.3 Criterios de selección	54
1.8 Propuesta de la base de datos	55
1.8.1 Pertinencia de la base de datos	55
1.8.2 Construcción de la base de datos	57
1.8.3 Características del Instrumento	58
1.8.4 Llenado del instrumento	62
1.8.5 Propuestas de lectura	65
1.8.6 Lecturas y conteos sencillos	67

1.8.6.1	Por Año	67
1.8.6.2	Por Referente en orden alfabético	68
1.8.6.3	Por Género Periodístico	70
1.8.6.4	Por Suplemento Temático	71
1.8.6.5	Por Sección-suplemento temático	72
1.8.6.6	Por Investigador en orden alfabético	73
1.8.6.7	Por Instituto	79
1.8.6.8	Por Autor en orden alfabético	81
1.8.7	Lectura electrónica de la base de datos	82
1.8.8	Validez y precisión de la base de datos	83
CAPÍTULO 2. MARCO CONTEXTUAL		87
2.1	Reseña histórica de la UNAM	90
2.2	La Divulgación de la Ciencia	113
2.2.1	Definición de divulgación	114
2.2.2	Tipos de divulgación	116
2.3	La Divulgación de la Ciencia en México	117
2.2.1	Ley de Ciencia y Tecnología	117
2.2.2	Ley Orgánica del CONACYT	123
2.4	La Divulgación de la Ciencia en la UNAM	127
2.4.1	Ley Orgánica de la UNAM	127
2.4.2	Organigrama de la UNAM	128
2.4.3	Coordinación de la Investigación Científica	129
2.4.3	Dirección General de Divulgación de la Ciencia	137
2.5	Fundación del periódico <i>La Jornada</i>	149
2.5.1	Inicios de <i>La Jornada</i>	149
2.5.2	Filosofía de <i>La Jornada</i>	152
2.5.3	Concepto de ética y ética periodística	153
2.5.4	Código de ética	155
2.5.5	Suplementos de <i>La Jornada</i>	156
2.6	Creación del suplemento <i>Investigación y Desarrollo</i>	157
2.6.1	Los inicios de <i>Investigación y Desarrollo</i>	158

2.6.2	Características del suplemento	159
2.6.3	Código de ética del suplemento	161
2.6.4	Criterios de redacción de un texto científico para <i>Investigación y Desarrollo</i>	162
2.6.5	Suplementos temáticos de <i>Investigación y Desarrollo</i>	164
2.6.5.1.1	Ciencia y Tecnología	164
2.6.5.1.2	Ciensialud	164
2.6.6	Planeación editorial	167
2.6.7	Fuentes informativas	168
2.6.8	La divulgación científica de la UNAM en <i>Investigación y Desarrollo</i>	169
2.6.9	Organigrama del <i>Investigación y Desarrollo</i>	170
CAPÍTULO 3. BASE DE DATOS		175
3.1	Tablas generales	179
3.1.1	Año 1999	179
3.1.2	Año 2000	180
3.1.3	Año 2001	185
3.1.4	Año 2002	190
3.1.5	Año 2003	195
3.1.6	Año 2004	198
3.2	Conteos sencillos e interpretación	202
3.2.1	Por Año	202
3.2.2	Por Mes-Año Top 18	203
3.2.3	Por Referente	206
3.2.4	Por número de página	209
3.2.5	Por Género Periodístico	210
3.2.6	Por Suplemento Temático	212
3.2.7	Por Año-Suplemento Temático	213
3.2.8	Por Suplemento Temático-Sección	214
3.2.9	Por Investigador Top 16	215
3.2.10	Por Instituto, Centro, Escuela o Facultad	217
3.2.11	Por Autor o Autores	219
3.3	Gráficas	222
3.3.1	Distribución de notas por año de publicación	222

3.3.2 Distribución por año-mes	223
3.3.3 Distribución por referente	226
3.3.4 Distribución por página	227
3.3.5 Distribución por género periodístico	227
3.3.6 Distribución por suplemento temático	228
3.3.7 Distribución por año – suplemento temático	228
3.3.8 Distribución por suplemento temático-sección	229
3.3.9 Distribución por investigador	229
3.3.10 Distribución por instituto, centro, escuela o facultad	230
3.3.11 Distribución por autor o autores	231
CONCLUSIONES	233
BIBLIOGRAFÍA	262
ANEXOS	279
ANEXO 1. Entrevistas	281
1. Doctor Juan Ramón de la Fuente, Rector de la UNAM de 1999 a 2007 Conferencia de prensa realizada en el marco del 13 aniversario de UNIVERSUM	282
2. Doctora Julia Tagüeña, Directora General de Divulgación de la Ciencia de la UNA	285
3. Doctor René Drucker Colín, Coordinador de la Investigación Científica de la UNAM	288
4. Verónica Guerrero Mothelet, Reportera del suplemento <i>Investigación y Desarrollo</i> del periódico <i>La Jornada</i>	291
ANEXO 2. Recopilación de textos periodísticos del suplemento Investigación y Desarrollo periodo 1999-2004	307

INTRODUCCIÓN

El objetivo de este trabajo es crear una base de datos a partir de la recopilación, sistematización y análisis de noticias periodísticas que hablen sobre la investigación científica que se lleva a cabo en la UNAM, textos que han sido publicadas en el suplemento Investigación y Desarrollo del periódico *La Jornada* durante el periodo 1999-2004.

Se eligió este periodo porque representa el resurgimiento de la UNAM como la institución más importante de nuestro país dedica a la investigación científica, además de la enseñanza y la difusión de la cultura.

Luego de un paro de labores de más de 200 días en el que se suspendieron todas las actividades en la universidad a partir de abril de 1999, se da la designación del doctor Juan Ramón de la Fuente, como rector de la Máxima Casa de Estudios, el 18 de noviembre de ese año, en sustitución del ingeniero Francisco Barnés de Castro.

En cuanto al referente de la información recopilada, cabe señalar que se trata de la divulgación científica que realizan los investigadores de esta institución. En este trabajo se presenta también, una definición de lo que es la divulgación de la ciencia, para qué nos sirve y su situación actual en México.

El periodo escogido para esta investigación abarca el primer cuatrienio de la administración del doctor Juan Ramón de la Fuente (1999-2003) como rector de la UNAM y parte de su segundo periodo (2003-2007).

Es a partir de la llega del doctor De la Fuente que se da mayor impulso a la investigación y divulgación científica en la UNAM. Su arribo a la rectoría no estuvo

exento de polémica, ya que estuvo precedida por la entrada de la Policía Federal Preventiva (PFP) a Ciudad Universitaria y sus diversos campus.

Durante la gestión del doctor Juan Ramón de la Fuente se mejoró la imagen que se tenía de la Universidad Nacional ya que la UNAM se ubicó entre las 100 mejores universidades del orbe y la mejor en Iberoamérica, de acuerdo con el ranking del rotativo británico *The Times* en 2005.

Pero no sólo eso, en acuerdo de fecha 16 de febrero de 2000 y dado el proceso de transformación de la UNAM en ese momento, el rector De la Fuente, disolvió la Coordinación de Vinculación (COVI) y transfirió los recursos humanos, materiales y financieros existentes a la Coordinación de la Investigación Científica (CIC).

Ante dicha transformación la CIC reorganizó su estructura administrativa y mediante el acuerdo publicado el 22 de enero de 2001, se aprobó la creación de la Secretaría de Investigación y Desarrollo (SIYD) como una de las unidades que conforman la nueva estructura de la Coordinación; y a la que entre otras funciones se le encomienda atender las obligaciones en proceso contraídas por la COVI.

En esta nueva dinámica, la SIYD buscó consolidar las capacidades institucionales de investigación científica, tecnológica y de servicios de apoyo, con miras a desarrollar proyectos de investigación orientados al sector productivo y social, así como promover las tecnologías de productos y procesos de la UNAM hacia los diversos sectores de la sociedad.

Asimismo, durante este periodo se crearon seis centros de investigación y un instituto. Los centros que se incorporaron al Subsistema de la Investigación Científica son: en 2002, el Centro de Geociencias, el Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, el Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada; además por acuerdo del Consejo Universitario el Centro de Neurobiología se convirtió en Instituto de Neurobiología.

Mientras que, para el 2003 surgió el Centro de Radioastronomía y Astrofísica, Campus Morelia, además del Centro de Investigaciones en Ecosistemas y en 2004 el Centro de Investigación sobre Fijación del Nitrógeno se convierte en Centro de Ciencias Genómicas.

Al tomar protesta para un segundo periodo como rector de la UNAM en noviembre de 2003, el doctor Juan Ramón de la Fuente exhortó a los miembros de la comunidad a compartir un proyecto que permitiera tener una visión de país de mediano y largo plazos. Igualmente insistió en comprender mejor la realidad local y global.

En su discurso, el doctor De la Fuente pidió que los poderes públicos destinasen a la ciencia los recursos que ésta requiere "no sólo para subsistir, sino para crecer".

Al delinear su propuesta de trabajo para el segundo periodo de su administración, Juan Ramón de la Fuente dijo que la UNAM estaría orientada a fortalecer la enseñanza, la investigación y la extensión de la cultura, que son las tres funciones sustantivas de la institución.

Otros de los puntos que planteó fue ampliar la matrícula de posgrado; mejorar las condiciones de estudio para los estudiantes; reforzar la seguridad; combatir el porrismo; impulsar la investigación, en particular en las áreas de ciencias básicas, ciencias sociales y humanidades; acelerar la descentralización con el modelo desarrollado para el campus Morelia, "con el cual habremos de iniciar la redistribución de facultades y responsabilidades". También planteó extender los beneficios de la cultura a mayores sectores de la población.

De la Fuente dijo que "la investigación seguirá como una de sus principales prioridades, en particular las ciencias básicas, las ciencias sociales y las humanidades; habló de la necesidad de crear más carreras novedosas, y externó

su preocupación por la sensible disminución del presupuesto del Conacyt para el ejercicio del año próximo” (Chavarría, 2003; 5)

En cuanto a esta investigación, cabe mencionar que el primer acercamiento con el objeto de estudio no fue sencillo ante la escasa información que existía sobre la divulgación de la ciencia en nuestro país, una razón más para iniciar este trabajo.

Entre las dificultades que enfrentó quien suscribe este trabajo se puede mencionar por ejemplo, que las fuentes de información acerca del tema se reducen a libros especializados y tesis de licenciatura y maestría que la mayoría de las veces no son accesibles para el lector común, ya que contienen términos que demandan cierto nivel de especialización.

Cabe señalar que algunas de las publicaciones más o menos accesibles para el lector no especializado han sido publicadas por investigadores de la Universidad Nacional Autónoma de México. Tal es el caso de la colección “Cuadernos de Divulgación para Divulgadores”, editada por la Dirección General de Divulgación de la Ciencia, la cual fue coordinada por la doctora Ana María Sánchez Mora.

Dicho material explica a detalle el concepto de divulgación y las formas como se divulga en México, las deficiencias de los divulgadores y lo más importante ofrece alternativas para superarlas. Sin embargo, deja de lado el papel de la prensa en el proceso de divulgación.

Otro objetivo específico de esta investigación es ofrecer un panorama general de la labor de los medios escritos de comunicación al momento de divulgar los avances científicos poniendo especial énfasis en la labor que suplemento *Investigación y Desarrollo* realiza.

La propuesta consiste en construir una base de datos sistematizada que permita una consulta rápida y eficiente de los textos de acuerdo a un tema específico, por autor, género periodístico o fecha de publicación, entre otras.

La base de datos que aquí se presenta tiene ventajas sobre una de las herramientas más poderosas, el Internet ya que ofrece de manera ordenada y sobre todo reúne en un solo catálogo la información relacionada con la divulgación de la ciencia, sin necesidad de consultar una o varias páginas electrónicas.

Al hacer una revisión sobre la bibliografía existente en cuanto a bases de datos similares a la que se propone en este trabajo, se encontró las siguientes:

La tesina de licenciatura, “Recopilación periodística del diario La Jornada sobre la Huelga de la UNAM, periodo 1999-2000”, realizada por Verónica Moreno Murillo, en la Facultad de Estudios Superiores Acatlán en 2001. En esta base de datos la autora hace la recopilación, el ordenamiento y el análisis de todas las notas que se publicaron respecto al paro universitario que duró casi 10 meses, lo cual le permite hacer un análisis e interpretación de lo que representó ese movimiento estudiantil.

Asimismo se encontró la tesina “Conflicto de Televisoras, CNI Canal 40 vs Tv Azteca, recopilación periodística”, elaborada por Rubén Bustos Carlos en 2005, también en la Facultad de Estudios Superiores Acatlán. En esta investigación además de una recopilación de notas publicadas se incluyen caricaturas relacionadas con el conflicto que también se publicaron en diarios de circulación nacional y que permiten hacer el análisis correspondiente del caso.

A su vez, la UNAM desarrolló en 2009 y 2010 el Estudio Comparativo de las Universidades Mexicanas (ECUM), que consiste en la recopilación, ordenamiento y análisis de información obtenida de más de 2, 400 entidades de educación superior, públicas y privadas, así como Centros de Investigación, Institutos de

Salud, Dependencias Gubernamentales y Organismos Sociales Públicos y Privados, entre ellos, la propia UNAM, IPN, CONACYT, CINVESTAV, El Colegio de México, UAM, entre otros.

Esta base de datos, cuenta además con el explorador de datos del Estudio Comparativo de las Universidades Mexicanas ExECUM, herramienta que permite un fácil acceso, así como distintas opciones para generar reportes de resultados.

La Base ECUM está compuesta por 4 secciones:

1. Universidades Seleccionadas (60)
2. Primeras Veinte
3. Por orden alfabético
4. Por conjunto institucional

Las características generales de los datos que ofrece están determinadas por variables como:

- Personal Docente
- Alumnos (matrícula)
- Programas Académicos
- Subsidios otorgados a las instituciones públicas
- Número de Investigadores que participan en el Sistema Nacional de Investigadores, SNI.
- Cuerpos académicos que participan en el Programa de Mejoramiento del Profesorado, PROMEP.
- Datos Bibliométricos de documentos/ artículos indexados y en los que participan al menos un autor adscrito a una universidad mexicana.

Se trata de una base de datos diseñada por expertos de la UNAM, encabezados por el doctor Imanol Ordorica Sacristan, investigador del Instituto de Investigaciones Económicas que le permitió a la Máxima Casa de Estudios

demandar a los diputados una partida presupuestal acorde con el porcentaje de investigación científica que esta institución genera a nuestro país. Cabe señalar que en sus gráficas representa únicamente la publicación de artículos de sus investigadores en revistas indexadas tanto a nivel nacional como internacional pero que están destinadas a ser leídas por sus pares y no por el público en general.

Por otro lado, una de las aportaciones de la construcción de una base de datos sobre la divulgación de la ciencia que realiza la UNAM en el suplemento *Investigación y Desarrollo* del periódico *La Jornada*, es que no todos los textos que se recopilaron y sistematizaron están disponibles vía electrónica en la página de dicho suplemento disponible en: www.inves.com.mx de ahí su trascendencia, ya que facilitará la tarea del investigador quien ya no tendrá que buscar cada uno de los ejemplares impresos y electrónicos porque tendrá todo el material reunido y ordenado a la mano.

Esta investigación pretende ser un sólo un antecedente para otros estudiosos del tema de la divulgación de la ciencia y para aquellos que estén interesados en la creación de otras bases de datos similares, pero sobre temáticas diversas.

Para lograrlo se propone como instrumento una matriz de doble entrada, integrada por columnas que incluyen variables como: fecha, referente, género periodístico, suplemento temático, instituto, autor o autores, etc., la cual permitirá una sistematización de los datos para su conteo y posterior análisis e interpretación.

En el Capítulo Uno de esta base de datos se explica la manera como se eligió una temática de trascendencia social, “la divulgación de la ciencia”. A partir de ahí se seleccionó al suplemento especializado “*Investigación y Desarrollo*”, el cual se distribuye a través del periódico *La Jornada*. Cabe aclarar que únicamente

este suplemento es el especializado en ciencia ya que el periódico maneja información general.

Por recomendación del Lic. Jorge Pérez Gómez, uno de los sinodales de este trabajo, cabe aclarar que *Investigación y Desarrollo* no se trata de un suplemento, sino un *encarte*, es decir, un conjunto de hojas publicitarias que se insertan en una revista o periódico. Un recurso publicitario que se fundamenta en sobresalir del resto de la publicación por medio del uso de un formato diferente.

Sin embargo, es importante mencionar que quienes editan esta publicación en todo momento aseguraron durante las entrevistas y en su página de internet mencionan a *Investigación y Desarrollo* como un suplemento de *La Jornada* motivo por el cual se ha manejado de esta manera.

Es de resaltar que aunque se trata de un encarte no modifica el sentido de esta investigación, sino que pasa a ser un elemento secundario ya que en este caso el trabajo no se enfoca a realizar un análisis de contenido o análisis del discurso en donde sí se vería reflejada la intención de quién emite la información, es decir, *Investigación y Desarrollo*.

El siguiente paso consistió en delimitar en espacio y tiempo el objeto de estudio para que fuera finita la recopilación del material, por lo que únicamente se incluyeron las notas publicadas sobre los avances científicos que publicó la Universidad Nacional Autónoma de México en el periodo 1999-2004.

De acuerdo con sus características, esta investigación académica corresponde a un *Tesina*. Elegí esta opción de titulación ya que es una de las alternativas que ofrece la Universidad Nacional Autónoma de México, a través del Programa de Periodismo y Comunicación Colectiva de la Facultad de Estudios

Superiores Acatlán. La definición de *Tesina* que aquí se ofrece fue elaborada por un grupo de académicos durante el ciclo 2003-2004¹.

Tesina: “es un trabajo individual que presenta el aspirante a la titulación como prueba de su capacidad para abordar una problemática teórica o metodológica o técnica o instrumental o de una práctica comunicativa, que le ha proporcionado la curricula (*sic*) de su carrera”. Su objetivo: “que el alumno demuestre su competencia para llevar a cabo un proceso de investigación con un enfoque personal, interpretativo, acerca de algún planteamiento, tema, autor, texto, concepto o a través de la presentación de un ejercicio concreto de comunicación, con la calidad y el profesionalismo que requiere el título por el que opta”.

En la FES Acatlán, la *Tesina* es una opción de titulación que se ha elaborado desde 1992, primero en la carrera de Periodismo y Comunicación Colectiva, y ahora en la de Comunicación. Las modalidades más frecuentes que se pueden encontrar son: la de recopilación y catálogo, las que proponen técnicas para elaborar alguna práctica comunicativa, los reportajes (considerados como tesis antes de 1992), los estudios monográficos sobre autores, textos o teorías y finalmente, los ensayos.

Las tesinas de recopilación o catálogo se han elaborado desde 1992 a la fecha y una de sus características es que carece de una teoría que explique el objetivo de estudio. Sin embargo, este trabajo cuenta con una metodología que soporta su validez científica.

En particular, esta tesina de recopilación ofrece un cúmulo de información periodística sobre los conocimientos científicos que se realizan en los institutos y centros de investigación de la UNAM, con ello se busca que toda esa información esté reunida en un solo catálogo para su consulta.

¹ El grupo fue conformado por: Dr. Ángel Sáiz, Lic. Javier Ávila Guzmán, Mtro. Hugo Cardoso, Mtro. David Frago, Mtra. Lourdes López, Mtro. Héctor Torres Lima y autoridades de la Jefatura de la carrera de Comunicación.

La metodología que se utiliza es combinada y se utilizará tanto el método cualitativo como el cuantitativo. Ya que un estudio cuantitativo no tiene más valor que el de indicarnos por dónde se mueve la realidad, de acuerdo con Carlos Elías (2003), “no puede reducirse la realidad a variables numéricas. Por ello más que los datos lo importante son las tendencias”. Por lo anterior, también se realizaron entrevistas, algunas de ellas formales y otras informales. Estas entrevistas están dentro del campo de la metodología cualitativa.

En esta investigación académica se ofrece, asimismo, el conteo y la representación gráfica de los datos duros, y la interpretación de la recopilación de los diversos textos periodísticos. A través del análisis de los resultados obtenidos estadísticamente se pueden marcar las tendencias respecto a la divulgación de la ciencia que realiza el suplemento *Investigación y Desarrollo*.

Uno de los propósitos de esta base de datos no es presentar una interpretación única, sino ofrecer la información para que otros investigadores la utilicen de acuerdo a sus intereses.

Los géneros periodísticos son fundamentales ya que son útiles para clasificar el tipo de texto que se recopiló. Saber si se trata de una nota informativa, reportaje, artículo, columna, etc, es una labor que únicamente puede realizar una persona que cuenta con la formación de un comunicólogo quien puede diferenciar las características entre uno y otro. Aunque, como se explica más adelante los límites entre un género y otro en ocasiones no están bien definidos.

A su vez, se ofrecen los criterios que se tomaron en cuenta en la selección de los 175 textos periodísticos y las dificultades para reunirlos. En el Capítulo Dos se presenta el marco contextual que permite conocer a grandes rasgos la fundación, el desarrollo y la importancia histórica de una institución educativa como la UNAM.

Conocer la vocación científica y de divulgación de la ciencia por parte de la UNAM es importante porque en ella se realiza al menos el 30 por ciento del conocimiento científico que se hace en México. Por consecuencia se trata de una de las principales fuentes de información que nutre a los diferentes medios de comunicación que se encargan de dar a conocer los avances científicos, tal como lo hace el suplemento *Investigación y Desarrollo*, por lo que es un referente en cuanto a la manera de divulgar la ciencia.

Asimismo, se hace referencia a la Dirección General de Divulgación de la Ciencia (DGDC), encargada específicamente de divulgar entre los universitarios y el público en general de manera sencilla los avances científicos y tecnológicos logrados en la UNAM.

Por otro lado, se incluyen algunas definiciones de divulgación de la ciencia de acuerdo a diversos autores hasta llegar a una definición propia. También aparecen los diferentes tipos de divulgación que existen, la información rápida y la divulgación verdadera, cuyo propósito es explicar que la verdadera divulgación se realiza en suplementos o revistas especializadas como *Investigación y Desarrollo* y pocas veces a través de los medios masivos de comunicación.

Este capítulo incluye también el marco legal de la ciencia y la tecnología en México, así como sus perspectivas. Enseguida en un plano más local las políticas sobre investigación y divulgación de la UNAM, así como las principales dependencias encargadas de la divulgación científica.

Posteriormente, se explica el surgimiento del diario *La Jornada*, así como su filosofía y el manejo que da a la información. Además, se hace una descripción estructural y física de ese medio escrito. A su vez, aparecen cada uno de los suplementos que la componen por día de la semana, entre ellos, *Investigación y Desarrollo* que es el objeto de estudio de esta investigación.

En el caso del suplemento *Investigación y Desarrollo*, especializado en ciencia y tecnología, se hace una explicación a detalle sobre la forma como funciona tanto a nivel editorial como administrativo. Para ello, se presentan sus orígenes, organigrama, las fuentes de información y el tratamiento editorial de la información.

En el Capítulo Tercero se encuentran las tablas generales que integran a la base de datos clasificados de manera cronológica. Los conteos sencillos y su graficación por año de publicación. Otros elementos que se encuentran en este capítulo son los porcentajes y su distribución gráfica, cada uno con su respectiva lectura de los resultados.

Enseguida se presentan las conclusiones. En ellas se muestran los resultados obtenidos de cada una de las variables temáticas. El número total de notas, por género periodístico, fecha, referente, instituto, investigador y autor. Se ofrece también un conteo final.

La última parte de la investigación está compuesta por dos anexos. En el primer anexo aparecen cuatro entrevistas que realizó quien suscribe este trabajo a especialistas en investigación científica, divulgación y administración de los recursos para la ciencia quienes aportan elementos importantes que permiten explicar de mejor manera el panorama actual de *La Divulgación de la Ciencia* en nuestro país.

Finalmente, en el anexo dos se incluyen los 175 textos periodísticos recopilados y ordenados cronológicamente de acuerdo a la fecha que fueron publicados. Cada uno de los textos contiene una cabeza o encabezado, el cuerpo de la investigación y un número de folio que le fue asignado de manera especial por la base de datos con el fin de facilitar su localización.

Capítulo 1

Criterios metodológicos para la elaboración de una base de datos

Capítulo I. Criterios metodológicos para la elaboración de una base de datos.

En este capítulo se explica el procedimiento para la elaboración de una base de datos, misma que podría ser utilizada para la realización de investigaciones posteriores. En él se describen los métodos y técnicas para recolectar el material, además se propone el instrumento que conforma la base de datos, así como diferentes formas de realizar su lectura.

1.1 Características de una Base de datos

El doctor Raúl Fuentes Navarro, investigador de la comunicación en México, asegura que aunque las bases de datos, cuya utilidad en sí mismas es indiscutible como infraestructura para la investigación y la toma de decisiones, “son, sin embargo, sólo la plataforma instrumental, el recurso a partir de cuyo aprovechamiento analítico se pretende sustentar con datos concretos las interpretaciones que se busca establecer como modelo de la estructuración del campo académico”. (Fuentes, 1995)

Para Michel Callon, las informaciones que se retienen generalmente en una base de datos se limitan a una serie de descriptores destinados a identificar el documento y a breves datos sobre su contenido. Las bases de datos han sido concebidas para la investigación documental.

Según Michel Callon (1995) las bases de datos científicas pueden ser clasificadas de acuerdo en dos grandes familias:

1. **Las bases especializadas.** Son aquellas que recogen todos los documentos relativos a una disciplina o a un campo, por ejemplo la Physical Abstracts que reúne las publicaciones en ciencias físicas, INSPEC

en el campo de la electricidad y electrónica, BIOSIS en las ciencias de la vida. Estas bases son muy numerosas y están adaptadas a estudios que se limitan a un campo disciplinar bien circunscrito.

2. **Las bases generalistas.** Están constituidas por dos bases, una francesa (Pascal) y la otra norteamericana (SCI). Sus concepciones y características son muy diferentes. La primera, reúne artículos científicos y técnicos, e igualmente informes publicados por investigadores. Su información data de 1971 y contiene más de 7 mil revistas muy variadas. Únicamente las revistas consideradas importantes y representativas de la ciencia internacional están en la base. Podemos encontrar allí, entre otras cosas, el nombre de la revista, el título del artículo, fecha, los autores y sus filiaciones, además de las citas de los artículos citados. Se proporciona también el o los frentes de investigación.

Para este trabajo el objetivo principal es construir una *base de datos especializada* y compuesta por textos de divulgación científica publicados en el suplemento *Investigación y Desarrollo*, del periódico *La Jornada* sobre los avances que se realizan en los diferentes institutos de la UNAM.

Sin embargo, también toma elementos de una *base generalista*, al incluir el nombre de la publicación, fecha, título del artículo, tema o referente, investigador consultado, autor o autores, instituto al que pertenece, etc., descriptores que permiten identificar con mayor eficiencia el documento, así como breves datos sobre su contenido.

Para la construcción de una base de datos que sistematice la información periodística recopilada es necesario:

1. Elegir un tema de relevancia social y delimitarlo en tiempo y espacio.

2. Seleccionar una publicación periódica y explicar sus características que la distingue de otras similares.

3. Realizar una caracterización de cada uno de los géneros periodísticos y de esta manera diferenciar un género de otro.

4. El siguiente paso consiste en establecer los criterios de selección para la recopilación de los textos periodísticos.

5. Enseguida viene hacer una propuesta detallada del instrumento en donde se describa cada una de las columnas que permitan clasificar y sistematizar la información recopilada.

6. Indicar de manera precisa la manera como se va a llenar el instrumento de sistematización con los datos obtenidos del material periodístico.

7. Presentar las diferentes lecturas que se pueden aplicar una vez que el instrumento se encuentra lleno.

8. Realizar el cruce de variables

9. Ofrecer una o varias interpretaciones de los resultados obtenidos.

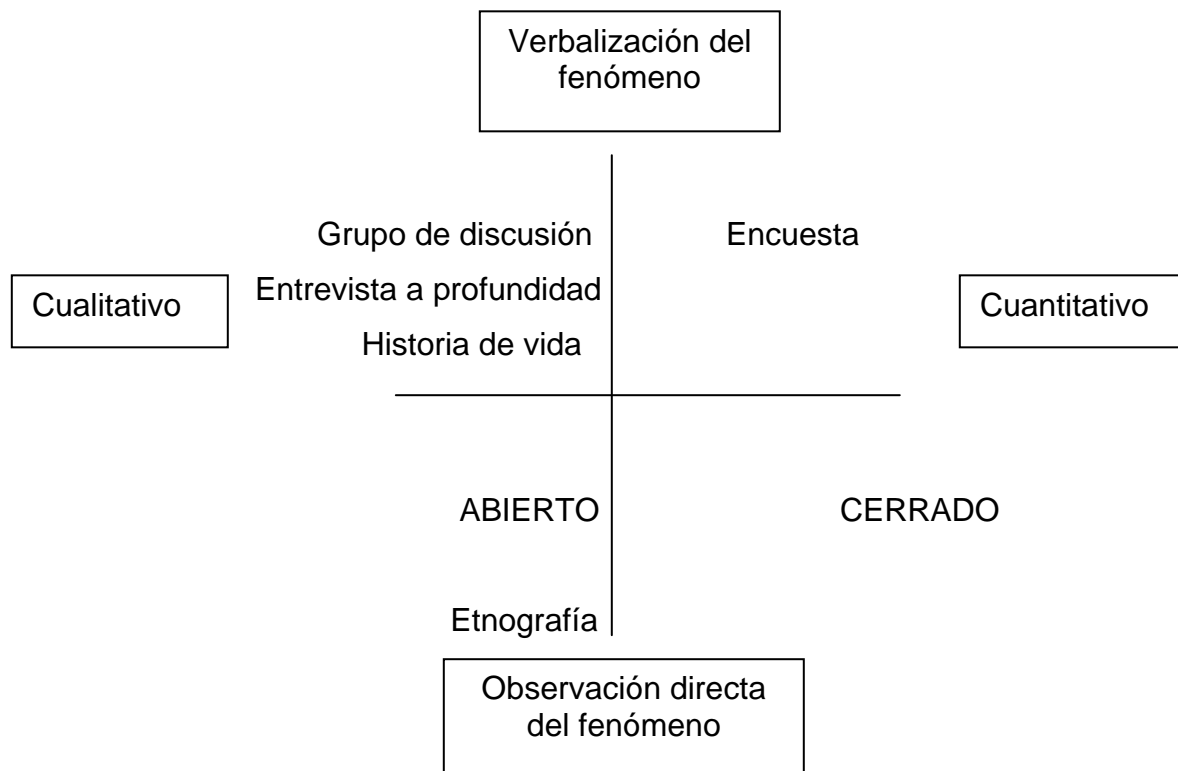
1.2 Los métodos cualitativo y cuantitativo

La importancia de lo *Cualitativo* recae en el sujeto o en lo subjetivo, en tanto lo *Cuantitativo* da mayor relevancia al número, que es en sí lo cuantificable.

En este trabajo se utilizó una metodología combinada, es decir, se usó tanto la *Cuantitativa* como la *Cualitativa*.

“Cuantificar significa ‘enumerar’, contar unidades, enumerar los objetos que hay que estudiar o describir, recoger la frecuencia de aparición de un fenómeno. No se puede contar, adicionar sino unidades rigurosamente semejante, lo que supone definiciones precisas y categorías homogéneas”. (Grawitz, 1975: 308)

Heriberto López, investigar en comunicación, ejemplifica a través de un esquema las diferencias entre ambos métodos (Pimentel, 2002)



Aunque se observe que los métodos son antagónicos ya que mientras el cualitativo es 'Abierto' y el cuantitativo es 'Cerrado', algunas veces se complementan. Además, las técnicas que utilizan son distintas pues cada uno mantiene una postura frente al objeto de estudio. En este caso a pesar de que no esté incluida en este esquema, la técnica que se utilizó en esa investigación -matriz de doble entrada- se puede decir que por sus características corresponde a un censo.

La mayoría de los sociólogos y expertos en metodologías de investigación en ciencias sociales está de acuerdo en que siendo el análisis cualitativo el más idóneo, una estrategia de métodos combinados, así como de modalidades dentro de un mismo método, es la manera más segura para que la debilidad de cada método quede compensado por otro y que, por tanto, los resultados sean plenamente satisfactorios.

1.3 Elección del suplemento *Investigación y Desarrollo*

El suplemento *Investigación y Desarrollo* es una publicación mensual, que en sus inicios era quincenal, la cual está especializada en la divulgación de los avances científicos, tecnológicos, salud y medio ambiente, el cual es distribuido en todo el país por el diario *La Jornada*.

La elección de este suplemento como el medio del que se obtendría la información para posterior recopilación se debió a varias razones, en primer lugar por su *Perfil de Lector*, es decir, el público que lo lee de manera frecuente.

"*La Jornada* tiene una difusión muy amplia entre la juventud y entre los intelectuales. A este tipo de lectores es al que yo me dirigí. Yo quisiera que la divulgación de la ciencia formara parte de la cultura popular. En realidad, los científicos que estamos preocupados por la divulgación de la ciencia quisiéramos

que ésta formara parte de la cultura nacional. Esto es, en esencia, el objetivo que perseguimos, porque pensamos que es muy importante para el desarrollo moderno de nuestro país” (Paul, 2001: 3a)

De acuerdo con el Estudio General de Medios (EGM, 2002), realizado por IPSOS-BIMSA correspondiente a Enero-Marzo de 2002, el 58 por ciento del común de sus lectores se ubica dentro del nivel de Educación superior y/o posgrado, mientras que el 42 por ciento, cuenta con educación media superior a básica.

Esta característica resulta de gran relevancia ya que uno de los objetivos de este trabajo es servir de antecedente a otros investigadores interesados en la divulgación de la ciencia.

Otro elemento primordial es el *número de lectores* a quienes llega el periódico. De Acuerdo con el Centro Interamericano de Marketing Aplicado su tiraje es de más de 100 mil ejemplares, y según la empresa BIMSA, tiene 287, 100 lectores diariamente. (Pérez, 2004: 170)

Según este último estudio, *La Jornada* es considerada centroizquierdista y “apoya causas como el aborto, el feminismo o el zapatismo” y sus “amigos” son el PRD, organizaciones populares y universitarias.

Si bien es cierto que el suplemento *Investigación y Desarrollo* es editado por Consultaría en Prensa y Comunicación SA de CV, empresa independiente, éste es distribuido por el periódico *La Jornada*.

El diario *La Jornada* cuenta con una cobertura nacional que le permite llegar a un mayor número de rincones en la República Mexicana, puesto que se distribuye en 190 localidades, este diario es generalmente considerado dentro de los más profesionales.

Cabe destacar que el periódico *La Jornada* es el único periódico que cuenta con un suplemento especializado en divulgación de la ciencia, mientras que otros productos periodísticos sólo tienen una sección especializada o publican la información científica en la sección de cultura. Otros diarios por su parte, han desaparecido la sección de ciencia debido a intereses comerciales.

1.4 La divulgación de la ciencia en otros diarios mexicanos

Para la construcción de la siguiente tabla se hizo una revisión en 2010 de las secciones especializadas en ciencia de los principales diarios de circulación nacional. Aquí lo que se encontró:

REFORMA. La Sección “Ciencia” estaba incrustada junto con la de cultura y se publicaba, hasta febrero de 2009, todos jueves en la versión impresa del diario.

“Sin embargo, a partir de la crisis del papel, los diarios y entre ellos, *Reforma* redujo las secciones. A partir de entonces, ciencia se publica en la sección nacional, aunque sin una periodicidad determinada. A veces aparece todos los días y otras veces no”, aseguró Diana Saavedra, coeditora de la sección. (Saavedra, Diana. “Comunicación Personal”. Diciembre 2010)

Sus fuentes de información principales son las agencias: DPA, AFP y Reuters. Además, cuenta con reporteros quienes elaboran sus propias notas.

LA CRÓNICA DE HOY. Contaba con la sección llamada “Ciencias” cuyo periodo de publicación fue muy corto, ésta desapareció para darle paso a la sección “Academia”, la cual incluye información científica y educativa generada en los centros de investigación y universidades de todo nuestro país. Academia se

publica todos los días en La Crónica de Hoy. (Torres, Isacc. Reportero y coeditor de la sección Academia, “Comunicación personal”, noviembre 2010)

La JORNADA. Además, del suplemento Investigación y Desarrollo, el periódico La Jornada cuenta con la sección “ciencias” que se publica de martes a viernes en el momento en que se concluyó este trabajo de investigación, en ella sólo se incluye información científica generada por los propios reporteros de *La Jornada*, quienes no cubren únicamente esa fuente, sino que también son los encargados de fuentes como: educación y derechos humanos.

“Ciencias” también publica información retomado de agencias nacionales e internacionales como: Notimex, Agence France Press (AFP) y Prensa Latina, entre otras.

EL SOL DE MÉXICO. Además de tener una sección dedicada a la Salud, este diario de circulación nacional incluye una sección de Ciencia y Tecnología en la que se publica tanto información generada por sus reporteros como de agencias periodísticas. Una peculiaridad es que maneja como único género las notas informativas.

EXCELSIOR. Este periódico nacional sólo posee un suplemento especializado en salud, denominado “Salud en Cuerpo y Alma”. No tiene una sección de Ciencia, sino que la información relacionada al tema se incluye en la sección Nacional o Global sin una periodicidad determinada.

EL UNIVERSAL. Maneja la minisección “Ciencia” y otra denominada “tecno” sobre los avances tecnológicos, ambas se incluyen en la sección “Kiosco” o en Cultura a cargo de Guillermo Cárdenas Guzmán, quien suele generar sus propias notas, aunque mucha de la información que se publica es tomada de agencias como Agence Press (AP), EFE, Reuters, además de que la redacción trabaja notas tomadas de boletines de universidades e institutos de investigación.

Verónica Guerrero Mothelet (2005), reportera del suplemento “Investigación y Desarrollo”, aseguró que “los periódicos han reducido luego de un *boom* que hubo de que todos querían publicar ciencia de pronto redujeron al mínimo el espacio para la ciencia. Está muy limitado sobre todo cuando hay articulistas o columnistas son personas con más trayectoria, pero a chavos y chavas nuevas es muy difícil porque hay muy pocos espacios”.

Y continuó, “creo que en su gran mayoría los periódicos no están interesados en divulgar ciencia y cuando lo hacen es porque uno empezó a hacerlo y entonces los otros también tienen que incluirla, pero muchas veces es como llenar un espacio nada más. No se ve que haya un interés real por innovar en la divulgación científica sino que lo único que están haciendo es poner notas que salen de las agencias relacionadas con ciencia y sobre todo casi siempre coinciden porque son las notas lo que llama la atención cuando en el fondo o atrás de cualquier descubrimiento que nos esté impactando ahora hay todo un proceso de trabajo y eso yo lo defendí mucho en el suplemento y por fortuna muchas veces me hicieron caso”.

Como se puede observar el resto de los diarios en el país únicamente tienen secciones de ciencia que aparecen esporádicamente. Es importante decir que la tendencia de las secciones en los diarios nacionales ha sido por desaparecer o fusionarse con información general, cultura o información de universidades.

Lo anterior, no quiere decir que la información que ofrecen carezca de importancia, sin embargo, les hace falta mayor especialización y profundidad al momento de presentar un reportaje o nota informativa. De ahí que se haya preferido tomar como objeto de estudio al suplemento de *La Jornada* por encima de otros medios.

Guerrero Mothelet (2005), quien también ha colaborado con la Dirección General de Divulgación de la Ciencia de la UNAM, en programas de divulgación científica en medios radiofónicos, consideró además que “se nos ha hecho creer (que la ciencia no vende), pero no es cierto, ‘la ciencia sí es rentable’. Otros países como Estados Unidos hay muchas más revistas especializadas y tienen éxito, de hecho hay hasta canales de televisión dedicados a ciencia y tienen éxito”.

Mothelet consideró que “a la gente sí le interesa y está deseosa por conocer, pero hay que atrapar el interés de esas personas desde varios ángulos de la ciencia. No solamente la nota del día, no solamente la relación en la vida diaria sino ayudarlos a encontrar el gusto por la ciencia. Las revistas en México, salvo maravillosas excepciones, entre ellas, ¿Cómo ves?, empezaron con un proyecto de ciencia y he visto muy de cerca como se han desviado. Por ejemplo, *Conozca Más*, está perdida; *Muy Interesante*, iba muy bien y de pronto cambió su cabeza editorial y dio un giro espeluznante. Creo que se van por lo fácil, lo que vende como la pseudociencia o algo que ni siquiera tiene que ver con ciencia. Se trata de algo distinto pero ya no podemos llamarlas revistas de divulgación”.

1.5 Géneros Periodísticos

Los géneros periodísticos se distinguen entre sí por el carácter informativo, interpretativo o híbrido de sus contenidos. A continuación una clasificación propuesta por Vicente Leñero y Carlos Marín (Leñero y Marín, 1986: 39):

Informativos	<ul style="list-style-type: none">• Noticia o nota informativa• Entrevista• Reportaje
Opinativos	<ul style="list-style-type: none">• Artículo• Editorial
Híbridos	<ul style="list-style-type: none">• Crónica• Columna

En este trabajo únicamente se tomarán en cuenta tres géneros periodísticos que se identificaron en la recopilación de textos, es decir, la noticia o nota informativa, reportaje y artículo.

1.5.1 Noticia o nota informativa

Su propósito es dar a conocer los hechos de interés colectivo y se trata del menos subjetivo de los géneros periodísticos. En ella no se dan opiniones, se informa del hecho y nada más. La mayoría de las veces responde a las seis preguntas: ¿Qué? ¿Quién? ¿Cómo? ¿Cuándo? ¿Dónde? ¿Por qué? aunque no siempre responde a las seis; ello dependerá de las características del hecho noticioso.

La nota informativa es también un escrito veraz, oportuno y objetivo sobre un hecho de actualidad.

Elementos que integran a la nota informativa:

1. El hecho: *qué* ha sucedido.
2. El sujeto: *quién* realiza la acción
3. El tiempo: *cuándo* sucedió
4. El lugar: *dónde* se llevó acabo
5. La finalidad: *para qué* o *por qué* se efectuó
6. La forma: *cómo* se realizó

Según Leñero y Marín (1986) la nota informativa está integrada por:

a) Cabeza o titular y sumarios o secundarias

Llamada de atención con que los medios anuncian la noticia. En los medios escritos presenta caracteres de imprenta de mayor tamaño que la información propiamente dicha y recogen de ella lo más sobresaliente, de mayor impacto.

b) Entrada

También conocido con el nombre de *lead*; del inglés *to lead* (introducir o conducir). Es el primer párrafo en el que idealmente se da a conocer lo más sobresaliente del hecho. Contiene por tanto los más importantes elementos de la información, los cuales, por lo común, deben quedar expuestos en una extensión que va de cuatro a seis líneas.

c) Cuerpo

En él se desarrolla el hecho dado a conocer en la entrada; se le presentan al público los pormenores, los detalles importantes y hechos laterales del acontecimiento.

d) Remate

Es el último párrafo de la noticia, tiene por función “cerrar”; darle a entender al receptor que la noticia que se le ha dado está completa, que ahí precisamente concluye.

1.5.2 Reportaje

Relato periodístico esencialmente informativo, libre en cuanto al tema, objetivo en cuanto al modo y redactado preferencialmente en estilo directo, es decir, impersonal en el que se da cuenta de un suceso o hecho de interés actual o humano. Se trata de escribir, relatar o contar pero sin editorializar (Martín Vivaldi: 1981: 65)

1.5.3 Artículo

Es un escrito de muy vario y amplio contenido, de varia y muy diversa forma, en el que se interpreta, valora o explica un hecho o una idea actuales de especial trascendencia, según la convicción del articulista. Se puede escribir un artículo sobre un tema actual o interesante sin necesidad de que el núcleo de ese artículo sea la noticia, según Gonzalo Martín Vivaldi (1981).

De acuerdo con Leñero y Marín (1986), la estructura de un artículo comprende; el planteamiento del tema, el desmontaje de las piezas clave del tema, juicio crítico del asunto, las perspectivas y las soluciones.

Los artículos periodísticos pueden clasificarse en dos categorías:

1. **Artículo Editorial.** Se ocupa de las noticias más importantes del momento. En contenido es igual al editorial, sin embargo, éste es responsabilidad del articulista. Maneja un lenguaje más personal, menos institucional y por lo tanto, tiene mayor oportunidad de atraer “seguidores” a quienes siguen su estilo.

2. **Artículo de Fondo.** Da interpretaciones de asuntos de interés general, no necesariamente se refiere a sucesos actuales. Se ocupa más de temas históricos, políticos, religiosos, humorísticos, sociales, educativos, etc. Su estilo puede variar de lo lírico a lo escueto, de lo irónico a lo grave o mesurado. Género del periodismo esencialmente subjetivo que no está sujeto a reglas fijas.

Enseguida se presenta un ejemplo de cada uno de los géneros periodísticos encontrados, esto es, la nota informativa, reportaje y artículo, textos retomados del suplemento Investigación y Desarrollo.

• Noticia o nota informativa

Ganancias con instrumental médico

CONACYT

Un diagnóstico confiable y oportuno puede no sólo corregir malformaciones en los pies, sino también prevenirlas. Por ello, investigadores del Laboratorio de Física Aplicada y Técnica Avanzada, del Campus UNAM-Juriquilla, en Querétaro (México), han desarrollado un plantógrafo digital de precisión que sustituye con éxito los costosos aparatos de importación: se trata de un sistema computarizado muy confiable, económico, versátil y moderno que pesa sólo cinco kilogramos.

Piense en sus posibles clientes: un médico puede diagnosticar el inicio de malformaciones con exactitud o atender aquellas que ya son muy notorias, y así proponer el uso del material ortopédico

adecuado. En deportes de alto rendimiento se utiliza para detectar alteraciones ocasionadas durante la práctica, y estimar cómo salta o pisa un atleta y corregir sus movimientos. También la industria del calzado disfrutaría de sus beneficios, no sólo en la fabricación de zapatos y plantillas, sino también en el mejoramiento de sus productos.

Industrialice un sistema único en el mercado nacional, hable con el doctor Víctor M. Castaño Meneses, jefe del Laboratorio de Física Aplicada y Técnica Avanzada, del Campus UNAM-Juriquilla. Teléfonos: (5) 623-41-50 y 623-41-51, o a la dirección electrónica: meneses@servidor.unam.mx.

Fuente: Investigación y Desarrollo (febrero 2000: 12)

• Reportaje

¿De veras es el 2000?

Patricia López Suárez

Los calendarios son creaciones humanas imperfectas y arbitrarias. Al revisar con detalle, se puede descubrir que el calendario que nos rige tiene defectos que podrían hacer de la triunfal llegada del primero de enero del 2000 un día cualquiera, sin importancia. Y es que el espectacular año que se avecina, a la par frontera de siglo y de milenio, ocurrirá en el mismo tiempo y espacio de lo que para los chinos es el año 4637, los hebreos el 5761, los mahometanos el 1421 y los japoneses el 2660. Así que sugerir que nuestro año 2000 será más relevante que los de otras culturas es, al menos, petulante.

Vivimos en un transcurrir de horas y días, de meses y años. Dependientes de la fórmula que alguien inventó para organizar por ciclos fijos nuestra vida y con el fin de ubicarnos en un tiempo y un espacio. Somos esclavos de los calendarios, parámetros que orientan nuestras actividades cotidianas.

Algunas civilizaciones han observado el Universo en busca de marcadores para asirse. Han volteado su mirada a los astros, para ubicar enormes puntos de orientación que nos han guiado de

una generación a otra. «El calendario es un modelo humano para describir la observación periódica de algunos cuerpos celestes brillantes. Cada civilización ha escogido un tipo de calendario, con sus propias características. Ninguna versión calendárica es la mejor o la más adecuada para todos; cada una es un conjunto de reglas convencionales que facilita organizativamente la interacción de las personas de un grupo social dado», explica el doctor Jesús Galindo Trejo, investigador del Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), quien encuentra en la creación de calendarios un tipo de «astronomía humana», donde el comportamiento de la bóveda celeste, del Sol y de la Luna sirvieron a los hombres antiguos para entender la sucesión del tiempo en el espacio. Esto explica en parte por qué ninguna catástrofe caerá sobre nosotros con la llegada del nuevo milenio, y deja claro que el comportamiento del Universo se rige por sus propios ciclos, y no tiene por qué acoplarse a las convenciones humanas.

El equívoco gregoriano

En la actualidad, en la mayor parte del mundo rige el calendario gregoriano, que impuso en 1582 el papa Gregorio XIII y con el cual se sustituyó y reformó el calendario juliano, instaurado por el emperador romano Julio César en el año 46 antes de Cristo. «La base de ambos calendarios es el movimiento aparente del Sol observado desde la Tierra. Pero el hecho de que el periodo de rotación de la Tierra en torno al Sol no pueda expresarse en un número entero de días, hace que los calendarios solares tengan dificultades que implican la necesidad de aplicar correcciones en ciertas etapas, lo que permite que dichos calendarios queden de nuevo en concordancia con el movimiento solar», comenta Jesús Galindo, quien explica que los años bisiestos son un ajuste para sumar las seis horas más que cada año necesita el Sol para ocultarse desde nuestro horizonte. El arreglo fue sumar las seis horas anuales cada cuatro años, para sumar 24 horas, equivalentes a un día extra los años bisiestos, que resultan siempre múltiplos de cuatro (como sucederá en el 2000). El astrónomo añade que «cada modelo es sólo una aproximación y en tanto producto humano, está sujeto a muchas correcciones».

A mediados del siglo VI el abad romano Dionisio Exiguus utilizó por primera vez el año de nacimiento de Cristo como punto de referencia para contar los años de acuerdo con este tipo de calendario. Fue así

como se instauró la era cristiana, cuya contabilidad arrastra algunos errores.

«Al año uno después de Cristo le antecede el año uno antes de Cristo, es decir, el año cero no existe en esta cuenta cronológica. Por lo anterior, se puede establecer que el primer siglo de la era cristiana terminó el 31 de diciembre del año 100 después de Cristo, cuando transcurrieron los primeros 100 años: del 1 dC al 100 dC. De igual manera, el siglo XIX terminó el 31 de diciembre de 1900, y el siglo XX empezó el 1 de enero de 1901.

Siguiendo este razonamiento, el segundo milenio de la era cristiana concluirá el 31 de diciembre del año 2000, y el tercer milenio empezará el 1 de enero del año 2001, cuando hayan transcurrido dos mil años de la era cristiana», comenta el doctor Galindo, que hace cuentas y continúa.

«La explicación de la sucesión de los milenios parecería convincente de no ser por ciertas imprecisiones sin aclarar: cuando Dionisio Exiguus hizo empezar la era cristiana el 1 de enero del año 754 *ab urbe condita*, es decir, desde la fundación de Roma, aparentemente ¡se equivocó! Fijó la fecha del nacimiento de Cristo cuando el rey Herodes tenía cuatro años de haber muerto. Ya que Cristo y Herodes tuvieron que haber coincidido en el tiempo, resulta que Cristo debió haber nacido en el año 4 aC, si no es que antes», precisa Galindo Trejo.

El astrónomo comenta que «no empezar la era cristiana con el año cero puede entenderse a partir de que en el siglo VI las matemáticas europeas no habían alcanzado aún el concepto de cero. Alrededor del año 1000 el papa Silvestre II promovió la instauración del sistema arábigo que incluye el cero, pero fue demasiado tarde para remediar el error calendárico original».

El especialista comenta que el mismo tiempo ubicado como el año 2000 en nuestro regidor calendario gregoriano es una fecha intrascendente para los chinos que festejarán el año 4637, o para los judíos que conmemorarán el 5761 (a pesar de que Cristo era judío). «Simplemente, otras culturas han elaborado otras cuentas calendáricas, que tienen como inicio diferentes fechas que la nuestra. Por eso cada año en una tradición cultural no coincide con el año en otra», añade Galindo.

Calendarios prehispánicos, relojes vivos

Experto en arqueoastronomía, la disciplina con la cual los antiguos mesoamericanos orientaron sus pirámides y demás templos dedicados a deidades de acuerdo con los señalamientos de brillantes astros como el Sol, la Luna y Venus, Jesús Galindo encuentra sorprendentes ejemplos de «relojes vivos» en las pirámides de Teotihuacan, Cholula y Cuicuilco, que aún hoy expresan cada año en equinoccios y solsticios su orientación astronómica. Además, escribe sus resultados luego de

diez años de investigación científica indagando la orientación astronómica del Templo Mayor, en el centro de Tenochtitlán, hoy ciudad de México.

Sobre el preciso calendario mesoamericano, Galindo comenta: «si los mexicas hubieran continuado su cuenta calendárica, el año 2000 sería el año *Ce Tecpatl* o Uno Pedernal, que corresponde al nombre calendárico de su dios principal, Huitzilopochtli, deidad de la guerra, con atributos solares. Por las características del sistema calendárico mesoamericano, ese año se repetía cada 52 años (el mismo número de semanas que tiene un año occidental), de modo que sería en el año 2027 cuando habrían de festejar la décima vez en que encendieran el Fuego Nuevo después de la conquista europea».

«Para los mayas -continúa Galindo Trejo— el 1 de enero del año 2000 estaría expresado a través de los coeficientes 12.19.6.15.0, con los que indicarían los factores que multiplican, en orden descendente, las potencias de 20, modificadas para proporcionar el número de días transcurridos desde un punto de referencia temporal en el lejano pasado (el 13 de agosto de 3114 aC). Los coeficientes pueden tomar un valor entre 0 y 9. En la notación maya no parece ser ningún día especial. En cambio, el 23 de diciembre de 2012 se tendría una peculiar fecha maya expresada así: 13.0.0.0.0, que, como sucede con el año 2000, no implica ningún desastre natural».

Arbitrarios y equívocos, pero reveladores de que seres ancestrales se guiaron por los astros para ubicarse entre tiempo y espacio, los calendarios son una característica de las civilizaciones humanas y una muestra de la más primitiva expresión astronómica: la de la observación directa sin más instrumentos que nuestros ojos.

«De acuerdo con las cuentas explicadas sobre el calendario gregoriano que nos rige -dice Jesús Galindo—, durante el año 2000 deberíamos celebrar el hecho de vivir los últimos días del segundo milenio. Así, el 1 de enero del año 2001 asistiríamos al comienzo del tercer milenio, un evento que no se repetirá en los próximos mil años de nuestra era».

Fuente: Investigación y Desarrollo (Diciembre 1999: 1 y 15)

• Artículo.

Las potencialidades de la biotecnología

Dra. Isabel Saad*

Los recursos biológicos se consideran hoy como bien mundial de valor inestimable, elemento clave para la supervivencia de generaciones presentes y futuras. Sin embargo, la diversidad biológica no ha estado nunca tan amenazada como ahora.

En la actualidad la pérdida de diversidad es acelerada a todos los niveles: en los ecosistemas, entre especies, dentro de éstas (variedades, razas), en los individuos (hay pérdida irreversible de genes). Esto ocurre tanto en el ámbito mundial como al interior del país. Las causas de la erosión biológica son muchas: presión demográfica, degradación del medio ambiente, desmonte, explotación excesiva de especies, guerras, disturbios civiles, políticas y legislaciones inadecuadas, desastres naturales, cambios en las políticas culturales, agricultura extensiva, enfermedades y plagas.

El problema es grave y complejo, para superarlo se requieren estrategias integrales, planificación cuidadosa, trabajo compartido. Pero más allá del esfuerzo de imaginación colectiva que todo esto implica, la solución de este problema demanda

nuevas tecnologías. La biotecnología será sin duda una disciplina estratégica para encarar los desafíos del siglo que empieza, porque su potencial de acción abarca todos los ámbitos en los que intervienen sistemas biológicos.

La biotecnología puede contribuir a la conservación, uso y manejo sustentable de la biodiversidad en cinco ámbitos principales : remoción de contaminantes, establecimiento de un sistema de agricultura sustentable, desarrollo de procesos industriales más amigables con el ambiente, rescate de especies amenazadas y caracterización y conservación de variedades vegetales.

Una condición indispensable para reducir la pérdida de diversidad es conseguir condiciones ambientales adecuadas. La biotecnología ambiental ofrece una amplia gama de posibilidades para tratar aguas domésticas e industriales; recuperar suelos y acuíferos contaminados; aprovechar los desechos sólidos obteniendo compostas y gas combustible.

El aprovechamiento de la amplia capacidad sintética de los organismos vivos, de sus organelos y enzimas, será la base de un amplio número de procesos industriales

involucrados en la producción de sustancias de interés industrial y medicamentos, que serán más rápidos, económicos y menos contaminantes.

A su vez, la biotecnología agrícola es elemento esencial en la instauración de un nuevo sistema agrícola que necesitamos, basado en el conocimiento profundo de la naturaleza, sus ritmos e interacciones, menos dependiente de insumos industriales; que utilice el equilibrio ecológico para controlar plagas, que estimule a microbios del suelo a fin de producir abonos estabilizados e higiénicos, que aproveche las moléculas sintetizadas por plantas y microorganismos para atacar patógenos específicos; que sea capaz de reunir en un sólo ser las mejores capacidades de varios, combinando la efectividad en los ecosistemas de las especies silvestres, con la alta productividad y la estabilidad de las especies cultivadas.

Por su parte, además, la biotecnología vegetal ofrece la posibilidad de rescatar especies en peligro de extinción. Esta tecnología tiene mucho que aportar en

el manejo sustentable de bosques y selvas porque permite la propagación de especies todo el año, una multiplicación selectiva de individuos con atributos valiosos y acelerar el proceso de domesticación de plantas y animales.

En tanto, el empleo de tecnologías biológicas es también indispensable para la caracterización y conservación de recursos alimenticios estratégicos, en bancos de germoplasma y conservar la diversidad genética de los cultivos es importante para la seguridad alimentaria nacional y mundial.

* La autora es maestra en biotecnología y doctora en Ciencias, en la Facultad de Ciencias de la (UNAM) su trabajo se centra en la biotecnología vegetal, en particular en la reproducción de especies amenazadas; el desarrollo de paquetes tecnológicos de plantas medicinales, y las biotransformaciones con células vegetales. Desde 1996 es integrante de CamBioTec (red internacional formada por países latinoamericanos y Canadá para el fomento de la biotecnología y el desarrollo sustentable).

Fuente: Investigación y Desarrollo (septiembre 2001: 6)

1.6 Cuestión de Géneros

No obstante, en una revisión más reciente sobre la clasificación de los géneros periodísticos, Oscar Steimberg (Entel, 1997: 318), plantea que “el género es una cárcel, además de constituir la condición de toda comunicación: es todo aquello que impide que cada sujeto de discurso manifieste su absoluta e intransferible diversidad”.

Además, el autor reflexiona en su artículo “la cuestión de géneros en los estudios llamados de comunicación” sobre la desconfianza que existe en las escuelas de comunicación (y no sólo entre los alumnos) acerca de la pertinencia de los géneros tanto para la reflexión como para el aprendizaje.

Entre los argumentos que menciona destacan: que la postmodernidad como condición global de este momento histórico, ha disuelto la problemática del género, ya que en los textos contemporáneos todas las categorías pueden mezclarse.

Y continúa “los géneros se enferman y mueren por efecto del uso social... es su condición cambiante... el género no puede quedarse quieto: si bien está presente en todo intercambio comunicacional, nunca puede realizarse del todo”.

Por su parte, Lilia Jorge (Entel, 1997: 336), en su artículo “Género y Estilos periodísticos”, agrega que la Escuela de Frankfurt de los años cincuenta definió los géneros como mecanismos manipuladores de la industria cultural encargados de reproducir la ideología dominante y específicamente, Theodor Adorno los considera vehículos de sustentación del esquema producción-consumo que la “clase dominante” utiliza para imponer sus principios y valores a la “clase dominada”.

Basada en los discursos sociales de Eliseo Verón, la *semiosis social*, la autora comenta: “concebimos los géneros y estilo como ‘gramáticas productivas’ presentes en determinadas condiciones de producción, que inciden en la formación del capital simbólico cuando seleccionan, organizan y jerarquizan la realidad social para transformarla en discursos periodísticos”.

Los géneros de la prensa no son sólo reglas productivas fuertemente convencionalizadas por las prácticas profesionales sino mecanismos constructivos para moldear el acontecer informativo.

El nuevo género (periodismo interpretativo) se mantiene dentro del símbolo de la objetividad, pero ampliando el territorio discursivo del periodismo de información para “contextualizar” la noticia, buscando nexos causales entre los antecedentes y los consecuentes, entre las causas y los efectos.

Lilia Jorge llega a la conclusión de que el nuevo género tensiona la relación entre “objetividad”, debilitando las fronteras rígidas y creando las condiciones para que en la década del sesenta hiciera su aparición el “Nuevo Periodismo”.

Respecto al mismo tema, Carlos Marín (2003: 63), señala que lejos de constituir compartimentos estancos, los géneros periodísticos se entremezclan y hasta se enriquecen con recursos formales de otras disciplinas narrativas (cuentos, ensayo, novela). Sin embargo, siempre es posible determinar el que predomina en cada texto periodístico.

1.7 Recopilación de textos periodísticos

1.7.1 Búsqueda y reunión de los textos

La etapa de búsqueda y recopilación del material periodístico comenzó una vez que se seleccionó la publicación *Investigación y Desarrollo* del periódico *La*

Jornada. Para ello, fue necesario en primer lugar hacer una delimitación clara del tema. En este caso se trata de *La Divulgación de la Ciencia en la prensa mexicana (caso específico del suplemento Investigación y Desarrollo)*. Aquí resulta fundamental señalar que únicamente se recopilarán *los avances científicos y tecnológicos realizados en las dependencias de la UNAM.*

El proceso comienza con la localización de los ejemplares tanto en versión electrónica como impresa. Inmediatamente se hizo una comparación del contenido que ofrece tanto una como otra versión.

Se debe tener en cuenta y respetar el período que se desea abordar. En este caso abarca *la administración del rector de Juan Ramón de la Fuente, de noviembre 1999 a diciembre de 2004*, es decir, el primer cuatrienio de su rectorado y el principio de su segundo mandato.

Una vez acotado el tema, comenzó la búsqueda de los ejemplares. En este caso, la primera versión que se consultó fue la electrónica a través de la página de Internet: www.invdes.com.mx en donde se pueden encontrar los ejemplares de años anteriores y actuales. Es importante señalar que la primera consulta se llevó a cabo en junio de 2004, en la que se pudieron localizar la mayoría de los textos.

Cabe mencionar que para la búsqueda de las notas relacionadas con la divulgación científica de la UNAM se tomó en cuenta el orden cronológico de su publicación e incluyó todos los textos redactados a partir de entrevistas con investigadores de los diversos centros, institutos, escuelas y facultades de la Universidad Nacional quienes dieron a conocer sus hallazgos, analizaron o simplemente opinaron acerca de las diversas problemáticas que enfrenta la ciencia y la tecnología. Además, se recopilaron también aquellos textos que fueron elaborados por los propios científicos.

Aunado a ello, se tomaron en cuenta las notas publicadas por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONACYT, en donde se habla de las tecnologías realizadas en los institutos de la UNAM, algunas de ellas conseguidas entre ambas instituciones. También, se incluyeron textos que mencionan la labor científica de investigadores de la Universidad Nacional Autónoma de México que han sido destacados o galardonados a nivel mundial.

El siguiente paso fue la revisión de todos los ejemplares impresos. A partir de ese momento comenzaron a surgir dificultades porque al realizar la comparación con sus versiones publicadas en la web se encontró que la periodicidad de la publicación no siempre fue la misma ya que a raíz de su creación el suplemento tenía una periodicidad mensual a través de una entrega el segundo martes de cada mes, luego ésta se modificó a dos entregas por mes, para finalmente a partir de la crisis de los medios impresos regresar a su periodicidad inicial.

Se pudo observar que a partir de enero de 2001 ya no apareció los martes, sino los miércoles situación que complicó la búsqueda y fue necesario hacer una revisión exhaustiva a cada uno de los ejemplares impresos tanto los martes como los miércoles del mes.

En ese mismo proceso se descubrió que en el ejemplar del 13 de junio de 2001, el suplemento *investigación y Desarrollo* pasó de una a dos entregas mensuales, es decir, apareció el segundo y el último miércoles en forma de dos suplementos temáticos. Por un lado, el primero tomó el nombre de *Ciencia y Tecnología*, mientras que el otro se llamó *Ciensialud*.

En el transcurso de la búsqueda se detectó una nueva modificación y aunque no cambiaron estas dos entregas, lo que cambió fue el día que se publicó. Apareció el segundo jueves del mes con *Ciencia y Tecnología* y el último jueves del mes, con el nombre de *Ciensialud*, situación que dificultó aún más la búsqueda.

Otra las cuestiones que se pudo observar fue que algunos textos aparecieron con un encabezado distinto. En versión electrónica tenían un título y en papel aparecían con otro, por lo que se tomó la decisión de asignar el título de la versión impresa con la finalidad de llevar un orden.

Además, cabe destacar que parte de las notas que se localizó en la página electrónica al momento de hacer la primera, segunda y tercera revisión al material impreso se encontraron algunos textos que aunque estaban impresos no estaban disponibles en la red. Ante ello, uno de los recursos de los que se echó mano fue fotocopiar todas las notas publicadas durante el periodo que define a esta investigación y después hacer otra lista de aquéllos textos disponibles en Internet y de nueva cuenta hacer una confrontación de datos.

Para conseguir los ejemplares impresos del *Investigación y Desarrollo* fue necesario acudir a hemerotecas públicas de la FES Acatlán, Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, así como a la Hemeroteca Nacional que se ubica en el Centro Cultural Universitario de la UNAM, aunque en esta última el proceso de recuperación del material resultó más tardado debido a que los lineamientos de la institución limitan el número de ejemplares que se pueden pedir a préstamo y fotocopiar. El rango es de sólo tres ejemplares en cada una de las solicitudes, mientras que el límite para reproducirlos es de veinte fotocopias.

Lo anterior, provocó que el proceso de recopilación resultara todavía más lento puesto que en ocasiones no se permitía la reproducción de los suplementos impresos a causa del mal estado o por la antigüedad de los mismos, por lo que este caso fue necesario buscar otras alternativas.

Una de ellas fue acudir al archivo del suplemento, sin embargo, resultó poco útil ya que se encontraba incompleto y contaba sólo con ejemplares a partir del 2001.

La otra opción era el archivo del periódico *La Jornada*, pero como se trata de una colección restringida no se permite fotocopiar el material sino que sólo se permite la venta de ejemplares anteriores a un alto costo. Ante estas circunstancias y para obtener los textos se hizo una transcripción de las noticias faltantes en una libreta para después hacer su captura en computadora.

A partir de que se reunieron todos los textos, tanto de manera impresa como electrónica en el sitio: www.invdes.com.mx inició la captura de los mismos a través del programa *Word*.

En seguida, se elaboró una herramienta de trabajo que consistió en una tabla construida en *Excel* conformada por columnas en las que se incluyeron datos como: fecha de publicación, referente, sección, autor o autores, página, entre otras. Esta tabla permitió crear un orden y una jerarquía.

A continuación se presenta el modelo del instrumento que se construyó específicamente para hacer la clasificación de los textos periodísticos recopilados y más adelante se especifica cada una de las variables o etiquetas que la componen.

El siguiente paso consistió en llenar la tabla y ordenar el material de manera cronológica. Una vez ordenadas cada una de las noticias periodísticas, se le asignó un número de folio de manera ascendente, comenzando por el 1 y de manera sucesiva hasta el 175.

A pesar de que la delimitación temporal indica que el periodo de recopilación de las notas, abarca desde la toma de protesta del doctor Juan Ramón de la Fuente Ramírez como rector de la UNAM (19 de noviembre de 1999), cabe aclarar que en el ejemplar correspondiente a la segunda quincena del mes de noviembre no se encontró ningún material relacionado con las dependencias de esta institución educativa debido a que la Universidad Nacional aún se encontraba en la huelga que duró más de 200 días.

Es importante aclarar que ante el paro de labores que inició en abril de 1999 y permaneció hasta febrero de 2000, no se encontró información publicada con fines de divulgación científica y tecnológica ya que las instalaciones universitarias permanecieron cerradas durante este periodo. Es a partir de la llegada del rector Juan Ramón de la Fuente, cuando se logra la negociación que puso fin al paro de labores y de esta manera se retomaron poco a poco las actividades de promoción científica, humanística, tecnológica y cultural en los diferentes institutos, centros, escuelas y facultades de la UNAM.

Las razones antes mencionadas ocasionaron que la tabla inicie a partir de la primera quincena de diciembre de 1999, periodo a partir del cual se retoma la publicación de información científica en *Investigación y Desarrollo*, teniendo como fuente principal a la Máxima Casa de Estudios.

Una vez reunido todo el material en *Word*, lo siguiente fue la conversión de los textos a formato PDF, el cual facilita la vinculación de cada uno de los textos de manera

directa con las tablas elaboradas en Excel dando tan sólo un clic en el número de folio. Cada noticia periodística incluye: encabezado de la versión impresa y la sección en la que apareció publicada, además del folio asignado por la base de datos.

1.7.3 Criterios de selección

Los lineamientos que se tomaron en cuenta para la selección de los textos periodísticos recopilados en este trabajo fueron:

1. Todos los textos que aparecieron en el suplemento Investigación y Desarrollo en cualquiera de sus ejemplares temáticos tanto en la versión impresa como electrónica de noviembre de 2000 a diciembre de 2004, cuya fuente de información correspondiera a los institutos, facultades, escuelas y centros de investigación pertenecientes a la UNAM.
2. Las notas periodísticas que dieran cuenta sobre investigaciones, proyectos y logros alcanzados por integrantes de la Máxima Casa de Estudios tanto en México como en el Extranjero.
3. Los artículos elaborados por los mismos especialistas de la UNAM que fueron publicados en Investigación y Desarrollo durante el periodo previamente señalado.
4. Otros de los textos que también se incluyen son las investigaciones coautorales con otros institutos de gobierno e instituciones externas pero que de igual manera se dedican a la investigación en el país y en cualquier parte del mundo. Se pueden mencionar casos en donde investigadores de la UNAM participaron en proyectos colectivos con instituciones como el Instituto Politécnico Nacional, la Universidad Autónoma Metropolitana, así como universidades de Europa y Estados Unidos.

1.8 Propuesta de la base de datos

La construcción de la base de datos se realizó en varias etapas. En primer lugar, la recopilación de todas las notas de divulgación científica sobre los avances en la UNAM. Enseguida, se construyó un instrumento o tabla con diferentes columnas en donde se registraron y ordenaron de manera cronológica cada una de las notas reunidas de acuerdo con la fecha de publicación, el tema del texto, la sección a la que pertenece, etcétera, además de asignarles un número de folio dentro de la base.

Cabe recordar que ese número de folio hará más sencilla la búsqueda del material puesto que lleva un orden ascendente, es decir, del 1 hasta el 175. A través de la base de datos se pretende concentrar el material disperso en otros documentos y archivos en uno sólo para lograr un mejor manejo.

La sistematización de los datos recopilados consiste básicamente en clasificar, catalogar y crear una forma de recuperación rápida y precisa. La creación de acervos y ficheros temáticos es de gran utilidad para su recuperación y análisis, así como para la iniciación y el desarrollo de otras investigaciones relacionadas con las temáticas que la base de datos clasifica.

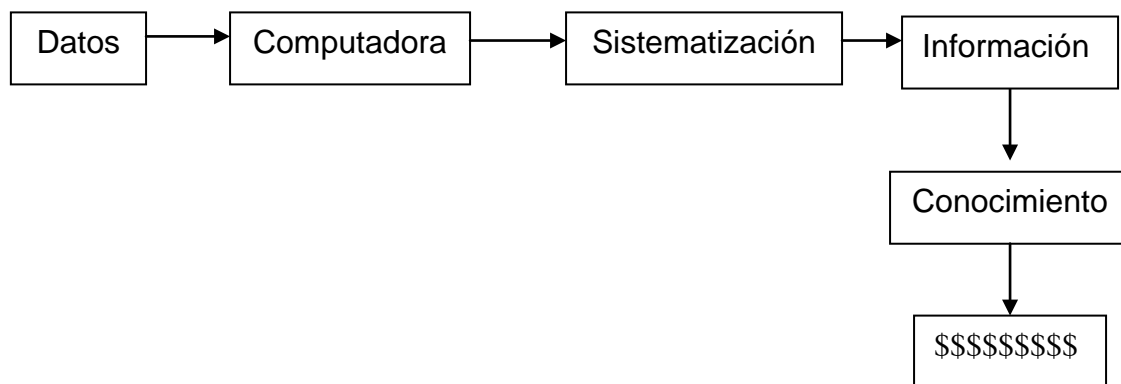
1.8.1 Pertinencia de la base de datos

Una base “implica compartir datos con las condiciones propicias para mantener la información disponible y así facilitar su manejo. Además, es recomendable crear en todos los casos uno o más respaldos con el fin de garantizar la seguridad de nuestra información”. (Jaramillo, 2005)

La construcción de una base de datos es pertinente, porque de acuerdo con Judith Jaramillo López, Maestra en Ciencias de la Computación y encargada de la Base

de Datos del Instituto Nacional de Ecología en 2005, el valor de una base de datos se calcula por el número de años que tiene, lo cual está directamente relacionado con la cantidad de información acumulada y desde luego el tiempo que se invertirá para recuperar una información extraviada.

A continuación vemos un esquema en donde ella misma describe el proceso para la construcción de una base de datos, desde la recopilación de la información hasta su conversión a capital económico:



Por su parte, Laura Cecilia Viana Castrillón (1998: 57), indica que “al organizar una base de datos en una computadora es necesario dar varias vías de acceso a la información. Esto se hace definiendo ciertas palabras clave que funcionarán como ‘etiquetas’... que indiquen el contenido del archivo lo cual equivaldría al uso de tarjeteros para los archiveros”.

Las palabras clave para localizar la información según Viana (1998: 57 y 58) “podrían ser sexo, ocupación nivel socioeconómico, grupo de edad apellido, etc. De esta manera, la computadora generará una lista ordenada, para cada una de ellas, para tener acceso a la información requerida. Este procedimiento de organización es igual al utilizado en los diccionarios enciclopédicos, que se ha encontrado que proporciona la forma más fácil de efectuar consultas”.

1.8.2 Construcción de la base de datos

Se elaboró una tabla con diferentes columnas que sirvió como instrumento para ordenar y jerarquizar la información. Cada columna corresponden a una variable, iniciando con la fecha en que salió publicada la noticia, esto es, día, mes y año, con el objetivo de realizar la consulta en el ejemplar con mayor facilidad.

Enseguida, se pueden encontrar los datos correspondientes a cada uno de los suplementos tanto de *Ciencia y Tecnología* como de *Ciensialud*. Aquí los podemos localizar de acuerdo al número del suplemento, además el año que lleva la publicación, así como la página donde se encuentra la información requerida.

Más adelante, se incluye de manera más detallada en las columnas variables como: título, el referente o tema, el género periodístico al que pertenece, ya sea nota informativa, reportaje o artículo, que son los tres que se tomaron en cuenta, así como el nombre del suplemento temático y la sección a la que pertenece.

Después, especifica el nombre del o los investigadores consultados por los reporteros, quienes respaldan la información contenida en los textos científicos y la siguiente columna se refiere al instituto que pertenece el investigador mencionado.

En las dos últimas columnas, aparece el nombre del reportero o autor responsable del texto. Finalmente, el número de folio asignado dentro de esta base de datos, el cual resulta muy importante puesto que permitirá localizar la información con mayor facilidad ya que en el anexo al final de este trabajo cada una de las notas está numerada de manera cronológica precisamente con este folio.

1.8.3 Características del Instrumento

- I. Día.** Número del día del mes en que se publicó.
- II. Mes.** Nombre del mes cuando salió en el ejemplar.
- III. Año en que se publicó.** Número del año en que apareció en el suplemento.
- IV. Número.** Corresponde a una numeración consecutiva de cada uno de los suplementos a partir de su creación.
- V. . Año del suplemento.** Años que tiene la publicación en circulación.
- VI. Página.** Número y lugar exacto en que aparece.
- VII. Cabeza o título del texto.** Es una frase que encabeza y presenta el trabajo mediante una descripción breve de su contenido.
- VIII. Referente.** Temática que aborda el texto.
- IX. Género periodístico.** Carácter informativo, interpretativo o híbrido de su contenido.

X. Suplemento temático.

A) Ciencia y Tecnología. Publicación encargada de abordar los avances más significativos dentro de la ciencia y la tecnología.

Secciones en 2004:

- a) Información General.** Abarca cualquier avances que no sea de biotecnología, energía y vinculación con el sector industrial.
- b) Biotecnología.** Incluye sólo información sobre descubrimientos en esa materia.
- c) Energía.** Todo aquello relacionado con las nuevas fuentes de producción de energía tales como el petróleo y sus derivados, la solar y renovables.
- d) Para Empresarios.** Detalla avances y nuevas tecnologías capaces de ser comercializadas por el sector industrial.

B) Ciensalud. Suplemento especializado en salud y enfermedades de enfermedades.

Secciones:

- a) Información General.** Material que da cuenta del desarrollo de la medicina, como pueden ser medidas preventivas, tratamiento e implicaciones de ciertas patologías.

b) De los Laboratorios. Textos que informan sobre los avances más importantes alcanzados en cualquier otra parte del mundo.

XI. Investigador. Especialista quien emite sus opiniones y descubrimientos científicos.

XII. Instituto, Facultad o Escuela. Lugar de trabajo de los autores en función de localización para la correspondencia generada a propósito de su trabajo.

XIII. Autor o Autores. Signo de la propiedad intelectual del periodista y del investigador que obliga a una reivindicación a cambio de poner sus resultados a disposición de los demás.

XIV. Folio. Número otorgado por la base para su fácil localización.

*Se incluyen 175 notas periodísticas para su consulta en el anexo 2, al final de este trabajo.

A continuación se presenta de nueva cuenta la manera como quedó constituido el instrumento que se construyó específicamente para llevar a cabo la sistematización de las noticias recopiladas, cuyas características fueron descritas en este apartado:

Día	Mes	Año	Núm.	Año de la publicación	Pág.	Título	Referente	Género Periodístico	Suplemento temático	Sección	Investigador	Instituto, Centro, Escuela o Facultad de la UNAM	Autor	Folio

1.8.4 Llenado del instrumento

Para llenar el instrumento con la información sistematizada se usó los datos de la versión impresa del suplemento en los que se localizó alguna de las notas encargadas de divulgar los avances científicos ya que se consideró que los datos son más fidedignos.

Para ello, se anotó en la primera columna el día, seguido del mes y año en que apareció publicada. En la siguiente columna el número del ejemplar que aparece en la parte superior justo al centro de la primera plana del suplemento, junto con el año que lleva en circulación y un dato que es muy importante, el número preciso de la página en que se encontró. Enseguida, se anotó el título correspondiente a la noticia, el referente o tema que aborda y desde luego el género periodístico al que pertenece.

En el caso del suplemento temático al que pertenece y la sección en donde apareció, se incluyeron sus nombres, esto es: *Ciencia y Tecnología o Ciensalud*, enseguida la sección si pertenece a Información General, Biotecnología, Energía o Para empresarios, en el caso del primero; y en el caso del segundo, se clasificó en Información General y De los Laboratorios.

Más adelante, el nombre del investigador o investigadores iniciando por los apellidos y en orden estrictamente alfabético con la intención de facilitar las búsquedas, ya que en algunos trabajos aparecen dos o más especialistas quienes otorgaron información o participaron en la investigación. La siguiente variable pertenece al instituto o lugar de trabajo de los científicos que hicieron la investigación. El nombre del autor o autores también iniciando por sus apellidos y en orden alfabético, también se tomó en cuenta el nombre del reportero en el caso de las notas informativas, reportajes y artículos, así como investigadores quienes en algunos casos redactaron ellos mismos sus propios textos. Finalmente, el número de folio asignado por la base de datos, el

cual se asignó previamente a cada texto y se encuentra en orden cronológico del 1 al 175.

En la siguiente página podrá encontrar una muestra de la tabla una vez completada con los datos correspondientes:

Día	Mes	Año	Núm	Año de la publicación	Pág.	Título	Referente	Género Periodístico	Suplemento Temático	Sección	Investigador	Instituto, Centro, Escuela o Facultad de la UNAM	Autor	Folio
12	Agosto	2004	173	XII	4	Educación con creatividad	Educación	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Fernández Zayas José Luis	Facultad de Ingeniería	Guerrero Mothelet Verónica	167
13	Octubre	2004	177	XII	1, 4	Energía, pero renovable	Energía	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Energía	Martínez Fernández Manuel	Centro de Investigación de Energía en Morelos	Guerrero Mothelet Verónica	168
13	Octubre	2004	177	XII	3	Palinología como herramienta forense	Criminalística	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Martínez Hernández Enrique	Instituto Nacional de Geología	Rojas Yolanda	169
13	Octubre	2004	177	XII	16	Nano protección policiaca	Tecnología UNAM	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Para empresarios	Castaño Meneses Víctor Manuel y Rodríguez Talavera Rogelio	Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada	Guerrero Mothelet Verónica	170
11	Noviembre	2004	179	XII	3	Busca la UNAM desalar aguas marinas	Agua	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Información General	Fernández Zayas José Luis	Instituto de Ingeniería	Guerrero Mothelet Verónica	171
11	Noviembre	2004	179	XII	7	Fuerza y efecto de los vientos	Vientos	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Rodríguez Cuevas Neftalí	Instituto de Ingeniería	Rojas Yolanda	172
7	Diciembre	2004	181	XII	1, 5	Nanosoluciones para el medio ambiente	Ecología	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Calles Alipio	Facultad de Ciencias	Guerrero Mothelet Verónica	173
7	Diciembre	2004	181	XII	3	Las otras repercusiones de un sismo	Sismos	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Información General	Pérez Enríquez Román	Centro de Geociencias de Juriquillas Querétaro	Rojas Yolanda	174
7	Diciembre	2004	181	XII	8	Ingeniosa forma para preservar arrecifes coralinos	Ecología	Artículo	Ciencia y Tecnología	Información General	Banaszak Anastazia T.	Instituto de ciencias del mar y Limnología	**Banaszak Anastazia T.	175

Ahora bien, en el siguiente punto se explican las diferentes formas de hacer la lectura y los diversos cruces que permitirán al usuario de esta base de datos hacerlo cuantas veces lo desee y de acuerdo con sus intereses.

1.8.5 Propuestas de lectura

La propuesta consiste en elegir una temática particular sobre la que se desea obtener información y localizarla a través de la tabla de contiene cada una de las variables o etiquetas. Así es posible encontrar con mayor facilidad los textos pertenecientes a la misma categoría. Por ejemplo, todos los trabajos que hablen sobre el “Agua”, por lo tanto se tendrá que ir directamente a todos aquellos cuyo referente sea ese concepto. Esta lectura sólo es posible en la versión impresa de esta tesina.

Otra es por autor, todos los textos que haya desarrollado Verónica Guerrero Mothelet, reportera de *Investigación y Desarrollo*. Entonces, se tendrá que acudir a la columna de autor. Finalmente, el número de folio permitirá hacer una búsqueda en el anexo que se encuentra al final del trabajo en donde se concentran los 175 textos recopilados.

Con esta propuesta de lectura será posible:

- a) Realizar una ubicación inmediata y precisa de los datos
- b) Hacer el cruce entre dos o más variables o etiquetas
- c) Facilitar la lectura de los datos.

Aquí algunos ejemplos que representan alternativas de lectura para esta base de datos.

Búsquedas:

- **Por Referente**

Las notas cuyo **Referente** es **Tecnología UNAM** se podrán localizar a través del número de folio asignado en el instrumento de trabajo:

1. Tecnología UNAM. 3, 4, 6, 8, 10, 11, 15, etc.

- **Por Género Periodístico.**

Las notas cuyo **Género Periodístico** corresponde a **Reportaje y Artículo**:

2. Reportaje, se deben revisar los siguiente folios: 1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11,12, 13, 14, etc.
3. Artículo. 72, 88, 132, etc.

- **Por Suplemento Temático.**

4. Ciencia y Tecnología, corresponde los folios: 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, etc.
5. Ciensalud. 3, 9, 13, 27, 28, 30, etc.

1.8.6 Lecturas y conteos sencillos

En el siguiente punto se presentan algunas de las lecturas que se pueden hacer a esta base de datos sobre la divulgación de la ciencia que realiza el suplemento *Investigación y Desarrollo*. Se presenta el número de folio en que se pueden localizar, así como un conteo final de cada una de las variables.

1.8.6.1 Por Año

1999

Núm. de Folio: 1, 2, 3.

Total: 3

2000

Núm. de Folio: 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41.

Total: 38

2001

Núm. de Folio: 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81.

Total: 40

2002

Núm. de Folio: 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121.

Total: 40

2003

Núm. de Folio: 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150.

Total: 29

2004

Núm. de Folio: 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175.

Total: 25

1.8.6.2 Por Referente en orden alfabético

	Núm. de Folio
AGUA	33, 98, 171
ALIMENTACIÓN	5, 25, 95, 116, 117, 160.
ANIMALES	24 , 31, 45, 138
ASTRONOMÍA	1, 65
BACTERIAS	88
BIOTECNOLOGÍA	7, 19, 20, 23, 34, 38, 43, 50, 57,
72, 89, 92, 93, 94, 108, 113, 122, 132, 159.	
CÉLULAS	161
CEREBRO	60
CIRUGÍAS	126
COLABORACIÓN DE INVESTIGADORES	
EN EL EXTRANJERO	128, 146
COLESTEROL	28
CORAZÓN	96, 142
CRIMINALÍSTICA	127, 156, 169
DIABETES	123
	CONTINÚA...

DISFUNCIÓN ERÉCTIL	134	
ECOLOGÍA	17, 42, 121, 158, 173, 175	
EDUCACIÓN	167	
EL COSMOS	139, 141, 155	
ENERGÍA	111, 165, 168	
EVOLUCIÓN	12	
GENOMA HUMANO	26, 27	
HURACANES	136	
INTELIGENCIA ARTIFICIAL	82	
INVESTIGADORES GALARDONADOS	2, 13, 118, 129, 137	
LEGISLACIÓN DE LA CIENCIA	63, 114	
MARTE	18, 104, 154	
MATERIA	.64, 68, 102	
MOLÉCULAS	9, 73, 77, 119, 133, 157	
NUEVOS MEDICAMENTOS	32, 47, 100, 130, 131, 135, 148,	
	150	
ÓPTICA	16	
PARKINSON	149	
PETRÓLEO	54, 97, 162	
RAYOS UV	85	
ROBÓTICA	48, 71	
SALUD INFANTIL	105, 112	
SISMOS	80, 174	
SUELO	14, 124,152	
TABAQUISMO	84	
TECNOLOGÍA UNAM	3, 4, 6, 8. 10, 11, 15, 21, 22, 29,	
	30, 36, 37, 39, 40, 41, 46, 49, 51, 51, 53, 55, 56, 59, 61, 62, 66, 67, 69, 70, 75, 76, 78,	
	79, 81, 83, 86, 87, 90, 91, 99, 101, 103, 106, 107, 109, 110, 120, 125, 140, 143, 144,	
	145, 151, 163, 164, 166, 170.	
TRASPLANTES	74	CONTINÚA...

UNIVERSITARIOS EMPRENDEDORES	115, 153
VULCANISMO	35, 44, 58
VIENTOS	172
VIH-SIDA	147

1.8.6.3 Por Género Periodístico

NOTA INFORMATIVA

Núm. de Folio: 10, 15, 19, 21, 22, 24, 25, 30, 31, 32, 37, 40, 41, 51, 52, 55, 56, 59, 62, 63, 66, 69, 70, 72, 73, 75, 79, 81, 83, 87, 88, 90, 91, 92, 95, 99, 100, 103, 109, 110, 114, 115, 116, 118, 119, 120, 125, 126, 127, 128, 132, 136, 137, 140, 143, 144, 145, 146, 148, 153, 154, 156, 157, 158, 161, 165, 170, 171, 174.

Total: 69

REPORTAJE

Núm. de Folio: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 23, 26, 27, 28, 29, 33, 34, 35, 36, 38, 39, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 53, 54, 57, 58, 60, 61, 64, 65, 67, 68, 71, 74, 76, 77, 78, 80, 82, 84, 85, 86, 89, 93, 94, 96, 97, 98, 101, 102, 104, 105, 106, 107, 108, 111, 112, 113, 117, 121, 122, 123, 124, 129, 130, 131, 133, 134, 135, 138, 139, 141, 142, 147, 149, 150, 151, 152, 155, 159, 160, 162, 163, 164, 166, 167, 168, 169, 172, 173.

Total: 106

ARTICULO

Núm. de Folio: 72, 88, 132, 161, 175.

Total: 5

1.8.6.4 Por Suplemento Temático

Ciencia y Tecnología

Núm. de Folio: 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 29, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 97, 98, 99, 101, 102, 103, 104, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 121, 122, 124, 125, 127, 128, 129, 131, 132, 133, 136, 137, 139, 140, 141, 143, 145, 146, 147, 148, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175.

Total: 153

Ciensialud

Núm. de Folio: 3, 9, 13, 27, 28, 30, 88, 96, 100, 105, 120, 123, 126, 130, 134, 135, 138, 142, 144, 149, 150, 161.

Total: 22

2.8.6.5 Por Sección-suplemento temático

Información General (*Ciencia y Tecnología*)

Núm. de Folio: 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 14, 16, 17, 18, 26, 33, 35, 36, 39, 42, 43, 44, 45, 46, 47,48, 49, 53, 54, 55, 58, 60, 61, 63, 64, 65, 67, 68, 71, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 80, 82, 83, 84, 85, 86, 90, 97, 98, 101, 102, 103, 104, 106, 107, 109, 112, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 121, 124, 127, 128, 129, 131, 133, 136, 137, 139, 140, 141, 143, 145, 147, 148, 151, 152,153, 154, 155, 156, 157, 158, 160, 162, 163, 164, 166, 167, 169, 171, 172, 173, 174, 175.

Total: 103

Biotecnología

Núm. de Folio: 15, 19, 20, 23, 34, 38, 50, 57, 72, 89, 92, 93, 94, 108, 113, 122, 132, 159.

Total: 18

Energía

Núm. de Folio: 111, 165, 168.

Total: 3

Para Empresarios

Núm. de Folio: 10, 21, 22, 24, 25, 29, 31, 32, 37, 40, 41, 51, 52, 56, 59, 62, 66, 69, 70, 79, 81, 87, 91, 95, 99, 110, 125, 146, 170.

Total: 29

Información General (Ciensalud)

Núm. de Folio: 3, 9, 13, 27, 28, 30, 88, 96, 100, 105, 120, 123, 126, 130, 134, 135, 138, 142, 144, 149, 150, 161.

Total: 22

1.8.6.6 Por Investigador en orden alfabético Núm. de Folio

Aguilar Contreras Liliana	115
Aguilar Ramírez Manuel	131
Aguilar Roblero Raúl	20
Alagón Cano Alejandro	50
Alcocer Martínez de Castro Sergio Manuel	80
Alonso García Lucía	13
Álvarez-Buylla Rocés María Elena	34
Álvarez Noguera Luis Javier	46
Ampudia Rueda Amada	156
Ángeles Anguiano Enrique	100
Aragón Vera José Luis	129
Arias Ortiz Carlos Federico	112
Astiz Bathetl Pablo	140
Ayala Mercado Alejandro	102
Baeza Alejandro	152
Banaszak Anastazia T.	175
Bañuelos Saucedo Migue Ángel	103
Barceló Santana Federico	30
Bárzana García Eduardo	43
Becerra Ramírez Manuel	108
Bravo de la Parra María Alejandra	93 CONTINÚA...

Brousset Hernández Dulce María	45
Cruz Zaragoza Epifanio	5
Cabellero Mellado Jesús	57
Calles Alipio	173
Calva Edmundo	7
Carrancá Alejandro García	.47
Castaño Meneses Víctor Manuel	10, 75, 83,
107, 133, 145, 170	
Cervantes Olivares Roberto	160
Chávez Lomelí Efraín	68
Caballero Ruiz Alberto	6
Castell Rodríguez Andrés	150
Cocho Germinal	147
Corvera Poire Eugenia	90
Cuevas González Bravo Gabriel Eduardo	119
Czitrom Baus Steven	86, 165
Dávila Ramos José Guillermo	94
De la Cruz Servando	44
De la Peña Mena José Antonio	46, 63
De la Sierra Ramírez Trifón	74
Delfín Alcalá Irma	109
Díaz Uribe Rufino	41, 163
Domínguez Trejo Benjamín	120
Domingos Posan Lourival	.89
D'Olivo Juan Carlos	155
Elorduy Blázquez Julieta Ramos	113
Escobar Briones Elba Guadalupe	162
Espinosa Calderón Alejandro	159
Espinosa Espinosa José Manuel	48
Estrada Orihuela Eduardo	101 CONTINÚA...

Fernández Zayas José Luis	167, 171
Galindo Francisco	45
Galindo Trejo Jesús	1
Gallegos Neyra Elvia Manuela	88
García Aguirre María Concepción	17
Garrido Román Cutberto	61
Genescá Llongueras Juan	106
Gómez Martínez Roberto	151
González González Leopoldo Adrián	53
González Noriega Alfonso	9
González Oropeza Rogelio	78
González Valenzuela Juliana	26
Gracia Mora María Isabel	23, 138
Guerra Santos Jesús Jaime	124
Gutiérrez Salinas José	28
Haro Ruiz Luis Arturo	67
Hernández Barosio Antonio	18
Hernández Delgado Georgina	57
Hernández Guzmán Laura	105
Hiriart Undanivia Marcia	123
Islas Pérez Valentín	127
Jiménez Cisneros Blanca	98
Jiménez Estrada Manuel	135
Juárez Islas Julio Alberto	106
Kemper Valverde Nicolás	82
Kussel Erst M.	8, 76
Landeros López José de Jesús	61
Lara Zavala Nydia	49
Lazos Elena	108 CONTINÚA...

López Aguado Héctor	51, 52, 56, 59, 62,
66, 69, 70, 79, 81, 87, 91	
Lucet Lagriffoul, Geneviève	157
Manzanilla Naim, Linda	104
Martínez Aguilar Luisa	130
Martínez Fernández Manuel	168
Martínez García Francisco	153
Martínez Hernández Enrique	169
Martínez Meyer Enrique	164
Mas Oliva Jaime	13, 28
Membrillo Hernández Jorge	73
Mena Iniesta Baltasar	97
Menchaca Rocha Arturo	104, 141
Miranda Castro Patricia	36
Moctezuma Flores Miguel	166
Molina Fernández de Lara Luis	96, 142
Molinari Soriano José Luis	148
Mora Celis Jaime	57
Morales Pedro	161
Moreno Intrigao Matías	104
Morfin Loyden Lilian	24
Muhlía Velásquez Agustín	85
Navarro González Rafael	154
Noyola Adalberto	15
Olivé León	108
Orgaz Baqué Emilio	111
Ortega Guerrero Marcos Adrián	158
Ortega Lomelín Roberto	108
Ortega Martínez Roberto	16
Ortiz María Esther	68 CONTINÚA...

Osorio Comparán Román	39, 71
Osorio Ramón	11
Pacheco Enrique	55
Palacios Mayorga Sergio	14
Peña Cabrera Mario	11
Pérez Enríquez Román	174
Pérez Gavilán Pablo	31
Pérez Ponce de León Gerardo	118
Pérez Ruelas Joaquín	115
Pérez Silva José Luis	3, 4
Pérez Villegas Graciela	17
Pilatowsky Isaac	99
Piña Barba María Cristina	144
Pisanty Baruch Alejandro	157
Ponciano Guadalupe	84
Raga Rasmussen Alejandro Cristian	139
Ramírez Elizabeth	22
Ramos Morales Patricia	122
Reynaud Enrique Alejandro	149
Robles Esperanza	22
Rodríguez Cuevas Neftalí	172
Rodríguez Talavera Rogelio	83, 170
Romo Trujillo Ranulfo	60
Rosas Pérez Irma	121
Rubio Aurióles Eusebio	134
Ruiz de la Herrán José Antonio	65
Ruiz Gutiérrez Rosaura	114
Ruiz Huerta Leopoldo	6
Ruiz Rafael	126
Ruvalcaba Sil José Luis	64 CONTINÚA...

Saad Isabel	72
Salles Afonso de Almeida Pablo	136
Sánchez Cordero Víctor	164
Sánchez y Sánchez Beatriz	128
Saniger Blesa José Manuel	77
Santiago Ruiz Juventino	78
Santillán Gutiérrez Saúl	37
Sciutto Edda	32
Serrano Carreón Leobardo	116
Serrano Moreno Jorge Ramón	29
Shimada Armando	21
Soberón Mainero Xavier	19
Solís Rosales Corina	12
Solleiro José Luis	38, 132
Soriano García Manuel	2
Tadeo Margarita	25
Tehuacanero Núñez Samuel	129
Terrazas Arana Tania	42
Urrutia Fucugauchi Alejandro	35, 54
Valadés Diego	63
Valdés Carlos	44
Valiente-Banuet, Alfonso	33
Vasco Méndez Nora Lilia	2
Velázquez Arellano Antonio	27
Verde Rodarte Cristina	143
Villarreal Luján Carlos	147
Viniegra González Gustavo	137
Wacher Rodarte Carmen	117

1.8.6.7 Por Instituto	Núm. de Folio
Instituto de Astronomía	1, 128, 139, 146
Instituto de Química	2, 119, 135
Centro de Instrumentos	3, 4, 6, 8, 16, 38, 41, 49, 76, 77, 82
Instituto de Ciencias Nucleares	5, 154, 155
Instituto de Biotecnología	7, 19, 50, 89, 93, 112, 116, 149
Instituto de Investigaciones Biomédicas	9, 27, 31, 32, 47, 73
Instituto de Física de Juriquilla Querétaro	10, 75, 83
Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y Sistemas	11, 39, 71
Instituto de Física	12, 64, 68, 129, 141, 147, 104-104
Instituto de Fisiología Celular	13, 20, 28, 60, 123, 148
Instituto de Geología	14, 58
Instituto de Ingeniería	15, 80, 98, 136, 143, 151, 171, 172
Instituto de Geografía	17
Proyecto Universitario de Ciencias Espaciales y Planetarias.	18
Campus Ajuchitán	21
Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala (Hoy Facultad de Estudios Superiores Iztacala)	22, 88, 95, 109, 110
Facultad de Química	23, 43, 90, 106, 111, 115, 117, 138
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán	24, 25, 36, 100, 124, 130, 140, 159
Facultad de Filosofía y Letras	26, 108
Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias	29
Facultad de Odontología	30, 126
Instituto de Geofísica	33, 35, 44, 54, 58, 85, 155
Instituto de Ecología	34
Centro de desarrollo y manufactura	37
Departamento de Diseño	40
Instituto de Biología	42, 113, 118, 164
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia	45, 160 CONTINÚA...

Instituto de Matemáticas	46, 63
Facultad de Ciencias	48, 72, 108, 122, 173
Centro de Investigación en Diseño Industrial	51, 52, 56, 59, 62, 66, 69, 70, 79, 81, 87, 91
Facultad de Ingeniería	53, 65, 67, 78, 166, 167
Centro de Investigación Matemática	55
Centro de Investigación sobre Fijación de Nitrógeno	57, 94
Escuela Nacional de Estudios Profesionales Aragón (hoy Fes Aragón)	61
Instituto de Investigaciones Jurídicas	63
Facultad de Medicina	74, 84, 134, 142, 148, 150
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología	86, 162, 165, 175
*UNAM (No especifica a qué instituto, centro, escuela o facultad corresponde.)	92, 96, 137, 152
Instituto de Investigaciones en Materiales	97, 106, 144
Centro de Investigación de Energía en Morelos	99, 125, 168
Coordinación de Investigación Científica	101
Instituto de Investigaciones Nucleares	102.
Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico	103, 132, 163
Instituto de Investigaciones Antropológicas	104
Facultad de Psicología	105, 120, 156
Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada	107, 133, 145, 170
Programa de Estudios de Posgrado	114
Programa Universitario de Medio Ambiente	121
Facultad de Estudios Superiores Zaragoza	127
Instituto de Neurobiología	131
Facultad de Contaduría y Administración	153
Dirección General de Computo Académico	157
Centro de Geociencias de Juriquilla Querétaro	158, 174
Instituto Nacional de Investigación Nuclear	161
Instituto Nacional de Geología	169

1.8.6.8 Por Autor en orden alfabético

** Banaszak Anastazia T.	175
Camacho María Guadalupe	58, 74
Carrillo Aguado José Luis	9
CONACYT	10, 21, 22, 24, 25, 31, 32, 37, 40, 41, 51, 52, 56, 59, 62, 66, 69, 70, 79, 81, 87, 91, 95, 99, 110, 125.
Durán Teodora	28, 84
Echeverría Rubio Efrén	106, 109, 112, 120, 123, 134, 137
Galarza Vázquez Karina	13
** Gallegos Neyra Elvia Manuela	88
González Eduardo	50, 55, 92, 103, 128, 146
Guerrero Mothelet Verónica	71, 73, 83, 86, 90, 94, 96, 98, 100, 101, 108, 113, 114, 116, 118, 119, 126, 127, 129, 130, 133, 138, 140, 141, 142, 144, 145, 149, 152, 153, 154, 155, 159, 160, 163, 164, 167, 168, 170, 171, 173.
Guzmán Aguilar Fernando	75, 76
López Suárez Patricia	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 11, 12, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 23, 26, 27, 29, 30, 33, 34, 35, 36, 38, 39, 42, 43, 45, 46, 48, 49, 53, 54, 57, 60, 61, 64, 65, 67, 68.
Mohélet Vera	78
** Morales Pedro	161
Robleda Blanca	7, 15
Rojas Yolanda	44, 47, 63, 77, 80, 82, 85, 89, 93, 97, 102, 104, 107, 111, 115, 117, 121, 122, 124, 131, 135, 136, 139, 143, 147, 148, 150, 151, 156, 157, 158, 162, 165, 166, 169, 172, 174.
** Saad Isabel	72
** Solleiro José Luis	132
Vera Héctor	105

1.8.7 Lectura electrónica de la base de datos

Esta base de datos también incluye una versión electrónica elaborada en *Excel*, la cual es posible consultar en el cd adicional que acompaña a esta tesina impresa y el cual debe solicitarse en las oficinas correspondientes a la biblioteca que custodie este ejemplar.

Si bien no es propósito de esta investigación explicar el funcionamiento a detalle del programa Excel, se indicarán unos sencillos pasos que facilitarán la consulta de esta base a todo aquel que esté interesado en saber temas como: la divulgación de la ciencia, legislación de la ciencia, biotecnología, salud, nuevas tecnologías, sólo por mencionar un uso que se le puede dar.

Los pasos que se deben seguir son los siguientes:

1. Ingresar el cd que acompaña a este ejemplar en una computadora que cuente con el programa *Excel*.
2. Dar click en el archivo *Base de Datos* para abrirlo.
3. Ingresar en el icono del lado superior derecho que diga *Ordenar y Filtrar* y aparecerán unas flechas invertidas en cada una de las columnas.
4. Si tomamos como ejemplo de búsqueda todos los textos que correspondan al suplemento temático *Ciencia y Tecnología*, entonces se debe seleccionar en la flecha invertida que corresponde a Suplemento Temático la opción de *filtros de texto*, en donde se abrirán varias alternativas de búsqueda, en este caso elegir *Contiene* y se desplegará la ventana *Autofiltro Personalizado* ahí se debe colocar la palabra que buscamos que en este caso es "Ciencia y Tecnología", procurando evitar errores ortográficos, o de lo contrario el resultado no será satisfactorio.

Si el proceso se hace de manera correcta se desplegaran únicamente los 153 textos que corresponden al suplemento temático “Ciencia y Tecnología” de Investigación y Desarrollo.

5. Ahí mismo se le puede agregar otro filtro, por ejemplo, “sólo los reportajes que se realizaron en el suplemento temático Ciencia y Tecnología”, en este supuesto se debe repetir el proceso anterior: ingresar en la fecha invertida correspondiente a *Género Periodístico*, luego *Filtros de Texto*, *Contiene* y agregar la palabra *Reportaje*, y de nuevacuenta se podrán consultar únicamente los que corresponden a ese género periodístico.
6. Finalmente, si se desea consultar alguno de los textos recopilados los cuales están disponibles en formato PDF, solamente se debe dar click en el folio correspondiente a la nota que se quiere leer, los cuales están numerados en orden cronológico del 1 al 175.

1.8.8 Validez y precisión de la base de datos

Todas las bases bibliográficas de producción científica son necesariamente selectivas en algún sentido. Por lo que según, Bruno Maltras “es mejor contar con una muestra selectiva que garantice un cierto nivel y que disminuya la probabilidad de la repetición ocasionada por publicaciones en canales o circuitos científicos diferentes. La incomplitud más que una limitación, puede verse como una condición para que los recuentos sean fiables: es preferible una muestra que suponga una selección sobre criterios conocidos que el conjunto total de sus publicaciones”. (Maltras, 2003: 158)

Los recuentos de publicaciones científicas se han venido utilizando de manera habitual, principalmente con el argumento de que, aunque no sean medidas perfectas de la producción científica, constituyen una buena aproximación estimativa.

Un problema mayor que la cobertura de las bases de datos es el de los sesgos. Las consecuencias es que existe la posibilidad de que haya lugar a una imagen falsa del conjunto.

Maltras afirma que “al emplear una base de datos es preciso tener en cuenta estos posibles sesgos y tratar con precaución los datos absolutos. Los riesgos de la interpretación disminuyen si, suponiendo que las inclinaciones se mantienen aproximadamente constantes a lo largo de un periodo, se consideran preferentemente los cambios relativos, la evolución, en lugar de las representaciones aisladas de una serie cronológica”.

En este sentido, al hablar de la validez, precisión y margen de error de esta base de datos sobre la recopilación y sistematización de textos periodísticos del suplemento *Investigación y Desarrollo* del periódico *La Jornada*, es preciso señalar que la confrontación de la versión electrónica con la impresa, le otorga una completa validez y fidelidad puesto que la versión impresa se trata de la fuente original.

A lo anterior, se suma el rigor y el cuidado con que fue llenado el instrumento ya que cabe recordar que se hicieron varias revisiones exhaustivas a cada uno de los textos para corroborar que los datos incluidos en las tablas corresponden a la información publicada.

Sin embargo, por el rigor, la fidelidad de sus fuentes y la propuesta que se hace, esta base de datos resulta confiable para aquellas personas que pretendan iniciar una investigación relacionada con la ciencia, sus avances y divulgación puesto que se trata de información que ni la propia empresa encargada de la publicación tiene.

Además, en ella se ofrece como elemento “extra”, una clasificación temática que permite ubicar con mayor facilidad los textos según el interés de quien la consulte.

En el tercero y último capítulo se incluye la base de datos. En ella se puede encontrar las tablas generales con los datos de los textos recopilados ordenados en orden cronológico a partir de 1999 y hasta 2004. Para esta clasificación se utilizó el instrumento construido propiamente para este trabajo en donde se incluyen las variables, día, mes, año, número de publicación, página en donde se ubica el texto, título, referente, etc.

Además, se localizan los conteos finales, así como las frecuencias, porcentajes de cada una de las variables o etiquetas. Para mejor descripción de los datos se construyeron graficas que definen con mayor claridad los datos presentados.

Mientras tanto, en el capítulo dos se presenta el marco contextual de esta investigación en donde se definen algunos conceptos de relevancia como: Divulgación de la Ciencia, La Jornada, Investigación y Desarrollo, así como los antecedentes históricos de la UNAM y la importancia de esta institución para la investigación y divulgación de científica en México.

Capítulo 2

Marco Contextual

Capítulo 2. Marco Contextual

En el siguiente capítulo se presenta una breve reseña de los antecedentes históricos de la Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM y el papel que ha jugado desde su creación en el desarrollo científico del país.

En este sentido, es oportuno ofrecer de manera somera la historia de esta institución de educación superior debido a que en ella se lleva a cabo al menos el 50 por ciento de la investigación científica que se realiza en todo nuestro país.

Se habla de cada uno de los centros e institutos de la UNAM porque en ellos se llevan a cabo las investigaciones de los científicos. Por ende, también representan una de las fuentes de información, sino que la principal, para que los comunicadores pudiesen escribir las notas sobre ciencia que fueron publicadas en el suplemento “Investigación y Desarrollo” y que más tarde fueron recopiladas en esta base de datos.

Se construyó además una definición propia de *Divulgación de la Ciencia* y se tomaron en cuenta los fundamentos jurídicos de la investigación y divulgación científica en México y en la Máxima Casa de Estudios. Esta información resulta muy importante para comprender la vocación y la postura del Estado mexicano y de la UNAM ante el desarrollo de la ciencia. Entre ellas están los principios y obligaciones legales que rigen a cada uno de los institutos al momento de divulgar los avances alcanzados por sus investigadores.

La función principal de este apartado es explicar los referentes históricos que colocan a la Universidad Nacional como la institución más importante para México en lo cultural y científico.

Hoy ya existen otras instituciones en el país que contribuyen al actual desarrollo de la ciencia creadas a partir de 1937, año de la fundación del Instituto Politécnico

Nacional por el ex presidente Lázaro Cárdenas, pero todavía a finales del siglo XX la UNAM sola tenía más institutos de investigación y más investigadores que todas las demás instituciones académicas del país juntas, y generaba más del 65 por ciento de toda la producción científica de México. (Pérez, 2005: 170)

Por ello, la Universidad Nacional Autónoma de México es una de las fuentes de información más importante para los medios de comunicación, entre los que se cuenta, el suplemento *Investigación y Desarrollo* del periódico *La Jornada*.

En esta revisión histórica se destaca el valor de una institución de gran prestigio internacional como la UNAM. “En 2006, la Universidad Nacional se convirtió en la mejor universidad Iberoamericana al ocupar el sitio 74 del mundo de acuerdo con el *ranking* que cada año publica el rotativo inglés *The Times*”. (Gaceta UNAM, 2006: 3)

2.1 Reseña histórica de la UNAM.

Los antecedentes inmediatos de la universidad mexicana moderna datan del proyecto que presentó Justo Sierra a la Cámara de Diputados el 11 de febrero de 1881. Este proyecto no prosperó, pero Sierra jamás abandonó la idea de establecer en México una Universidad Nacional.

Sierra incluyó como partes integrantes de la nueva institución, a las escuelas de Bellas Artes, de Comercio y Ciencias Políticas, Jurisprudencia, Ingenieros y Medicina, a la Escuela Normal, la de Altos Estudios y a la Escuela Nacional Preparatoria y la Secundaria de Mujeres.

Justo Sierra presentó de nuevo su proyecto en la apertura del Consejo Superior de Educación Pública, el 13 de abril de 1902, y lo reiteró tres años más tarde. En 1905 la idea adquirió mayor fuerza, a partir de que la entonces Secretaría de Instrucción

Pública se separó de la antigua Secretaría de Justicia. Sierra pasó de subsecretario a titular de la recién creada dependencia del Poder Ejecutivo.

Para el 30 de marzo de 1907, dentro del marco de las fiestas en que se celebraría el primer centenario de la independencia, se anunció que el presidente Porfirio Díaz estaba de acuerdo con la apertura de la Universidad Nacional.

En el mes de abril, Justo Sierra presentó, primero, la Ley Constitutiva de la Escuela Nacional de Altos Estudios, que formaría parte de la Universidad; después, el 26 del mismo mes, el proyecto para la fundación de la Universidad Nacional.

La nueva institución estaría constituida por las escuelas Nacional Preparatoria, Jurisprudencia, Medicina, ingenieros, Bellas Artes y Altos Estudios. Después de aprobado el proyecto, el 22 de septiembre de 1910 tuvo lugar la inauguración de la Universidad Nacional de México, la cual fue apadrinada por las universidades de Salamanca, París y Berkeley.

El primer rector de la UNAM fue Joaquín Eguía y Lis. La apertura de la Universidad Nacional fue recibida con repudio por la vieja guardia del positivismo ortodoxo. Agustín Aragón y Horacio Barreda, desde las páginas de la *Revista Positiva*, atacaron a Sierra por atentar contra el progreso.

1911-1912

La crisis política provocada por el levantamiento de Francisco I. Madero incidió en la Universidad, ya que en el mes de marzo Porfirio Díaz pidió la renuncia a casi todo su gabinete y ello incluyó a Justo Sierra y a su fiel colaborador, Ezequiel A. Chávez, quien fungía como subsecretario.

Con Madero en la presidencia de la República, el país vivía una época de agitación. La petición de los positivistas ortodoxos, Aragón y Barreda, fue exhumada y

la Universidad y la Escuela de Altos Estudios fueron asunto del debate parlamentario. Félix Palavicini, Rafael de la Mora y Alfonso Cabrera presentaron una sólida argumentación en favor de la permanencia de ambas instituciones, así como el magisterio de Antonio Caso y de Pedro Henríquez Ureña

1913

Con el advenimiento de Victoriano Huerta al poder, tras el asesinato del presidente Madero, surgió la militarización del país. El 30 de agosto se expidió el Reglamento Provisional para la Organización Disciplinaria Militar de la Escuela Nacional Preparatoria.

El director sería entonces coronel y comandante general; el secretario, teniente coronel, y así en orden descendiente. Los profesores estarían considerados como capitanes primeros y los empleados de la biblioteca, subtenientes. Los alumnos serían clases y soldados. Don Ezequiel A. Chávez fue nombrado rector de la Universidad, el 1 de diciembre.

Bajo el régimen constitucionalista, el 30 de septiembre se publicó el decreto que reformó la Ley de la Universidad Nacional. Félix Palavicini, titular de Instrucción Pública, redactó un proyecto de ley para dar autonomía a la universidad. El ingeniero Valentín Gama ocupó el cargo de rector.

1915

Se publicó el proyecto de ley que declaró la *autonomía* universitaria, firmado por Venustiano Carranza. Fungía como rector el licenciado José Natividad Macías.

Por disposición oficial la Universidad Nacional estableció que la enseñanza que se impartiera en ella dejara de ser gratuita. El 22 de septiembre tomó posesión Miguel Schultz como rector interino de la Universidad.

1917

La Constitución promulgada el 5 de febrero planteó un nuevo orden político y social. Se suprimió la Secretaría de Instrucción Pública y Bellas Artes para crear, en su lugar, el Departamento Universitario y de Bellas Artes, cuyo radio de acción se limitaría al Distrito y Territorios Federales.

Las reformas trajeron consigo que la Escuela Nacional Preparatoria pasara a formar parte del gobierno del Distrito Federal, al igual que los institutos y museos que habían dependido de la Universidad. El rector de la Universidad Nacional de México sería, a la vez, titular del Departamento Universitario y de Bellas Artes, dependiente en forma directa del presidente de la República. El licenciado José Natividad Macías, fue designado otra vez como rector de la Universidad por el presidente Venustiano Carranza.

1918

La Preparatoria Libre es instalada en la Escuela de Altos Estudios, que llegó a recibir cerca de 500 estudiantes.

1919

Se planteó la federalización de la enseñanza como paso previo a la creación de una Secretaría de Educación Pública y se propuso también, la reintegración de la Escuela Nacional Preparatoria a la Universidad, el arranque de la campaña nacional contra el analfabetismo y la incorporación de las mujeres a ella, las instrucciones sobre aseo personal e higiene y la exención de pagos a los alumnos pobres.

1921

De este año data una de las iniciativas *vasconcelistas* que más ha perdurado: la ley que establece el escudo y el lema de la institución, "Por mi raza hablará el espíritu", junto con la imagen del águila y el cóndor que rodean el mapa que representa a la América Latina, desde la frontera norte de México hasta el Cabo de Hornos.

Las legislaturas de los estados aprobaron la reforma constitucional con la que se creó la Secretaría de Educación Pública, de la cual dependería la Universidad Nacional. Como rector de la Universidad fue nombrado Antonio Caso.

1922

Surgió una crisis en virtud de que José Vasconcelos se autonombró director de la Escuela Nacional Preparatoria. El rector Caso consideró esta acción como una anomalía y presentó su renuncia, que no le fue aceptada. Posteriormente fue nombrado director de la Preparatoria el licenciado Vicente Lombardo Toledano.

1924

El doctor Bernardo Gastélum reemplazó al Secretario Educación, José Vasconcelos y solicitó al rector Ezequiel A. Chávez un proyecto de ley para decretar la autonomía, pero no prosperó. El 1 de octubre, la antigua Escuela de Altos Estudios se dividió en Facultad de Filosofía y Letras, Normal Superior y Facultad de Graduados; la sección de Ciencias Exactas formó parte de Filosofía y Letras. La rectoría de la Universidad fue ocupada por el doctor Alfonso Pruneda.

1928

Los arquitectos Mauricio Campos y Marcial Gutiérrez Camarena presentaron como tesis profesional un proyecto de construcción de una ciudad universitaria, la cual estaría ubicada en Huipulco. Fueron nombrados secretario de Educación el licenciado Ezequiel Padilla y rector de la Universidad el licenciado Antonio Castro Leal.

1929

El presidente Emilio Portes Gil invitó a los estudiantes a sostener un diálogo con él. Al reunirse, el 28 de mayo, se declaró a favor de la autonomía pero rehusó lo referente a las renunciaciones de funcionarios.

El 1 de junio el Consejo Universitario hizo público su acuerdo sobre la autonomía. El Congreso, en sesiones extraordinarias, se dedicó a discutir la iniciativa. El día 4 la Cámara de Diputados facultó al Ejecutivo para sentar las bases de la autonomía. Al día siguiente el Senado hizo lo mismo. Portes Gil formuló el proyecto de Ley Orgánica de la Universidad Nacional Autónoma.

Por fin, el día 10 de ese mes se dio a conocer la Ley Orgánica, que constaba de 19 considerandos, 6 capítulos y 67 artículos, de los cuales 12 eran transitorios.

1930

El 5 de febrero tomó posesión el nuevo presidente de la República, Pascual Ortiz Rubio y se aprobó en julio el reglamento de la Comisión de Hacienda y Administración, cuya función era elaborar el presupuesto de la Universidad.

1933

En la Universidad entraron en vigor nuevos reglamentos. Por una parte, se aprobó la ley de agremiación automática de los estudiantes y se acordó reglamentar la concesión de becas de acuerdo con el aprovechamiento y la situación económica de los estudiantes. También fueron aprobados los reglamentos de Auditoría y de Bibliotecas de la Universidad. Hubo una nueva crisis, que trajo consigo la renuncia del rector y del secretario general. En octubre, se publicó la nueva *Ley Orgánica de la Universidad*. La nueva ley, también conocida como *Ley Bassols*, establecía que el Estado se abstenía del compromiso de subsidiar a la Universidad.

El licenciado Manuel Gómez Morín fue encargado interino de la rectoría, para ser nombrado definitivo en noviembre. Se instaló el Primer Congreso de Universitarios Mexicanos. Antonio Caso expresó su convicción de que la enseñanza que impartiera la Universidad debía ser enteramente libre en sus orientaciones.

1934

En agosto, el rector Gómez Morín hizo declaraciones en defensa de la autonomía universitaria, las cuales fueron apoyadas por la comunidad. En octubre estalló una huelga en la institución. El rector presentó su renuncia. En su lugar fue nombrado rector interino el doctor Enrique Aragón. El 26 de noviembre fue designado rector el médico e historiador Fernando Ocaranza.

1935

El Consejo Universitario decidió suspender las actividades de la Universidad en virtud de la precariedad presupuestal que sufría la institución. Al mismo tiempo, el presidente Cárdenas declaró que la Universidad se debía ajustar a lo establecido en la Constitución y que se elaboraría una nueva Ley Orgánica. Varios profesores renunciaron públicamente ante la amenaza de la desaparición de la libertad de cátedra.

El 16 de septiembre renunció el rector Ocaranza. Sería rector, a partir del 24 de septiembre, el licenciado Luis Chico Goerne, antiguo director de la Facultad de Derecho.

1938

El Consejo Nacional de la Educación Superior propuso la creación de 6 centros universitarios en diferentes regiones del país, que estarían encargados de desarrollar la educación superior de México. El rector Chico Goerne se manifestó en contra del proyecto. Ello provocó una nueva crisis a la Universidad en el mes de mayo, la cual condujo a la renuncia del rector Chico Goerne. Fue electo rector interino el doctor Gustavo Baz Prada.

1942

El 19 de junio tomó posesión como rector de la Universidad el licenciado Rodolfo Brito Foucher. Era secretario general el licenciado Alfonso Noriega Cantú. Se volvió a insistir en la conveniencia de construir una ciudad universitaria.

1943

Se decidió que la ciudad universitaria fuera edificada en San Ángel. El rector planteó la creación de cuatro departamentos de investigación científica. De la mayor importancia fue el Reglamento que creó la posición de Profesor Universitario de Carrera.

1944

Se hicieron reformas al Estatuto General de la Universidad. Después de cierta tranquilidad, hacia mediados del año hubo enfrentamiento de estudiantes con autoridades. El rector Brito Foucher presentó su renuncia. Una junta de ex rectores aprobó las Bases para el Gobierno Provisional de la Universidad. El conflicto que provocó la renuncia del rector, y cuyo centro se ubicó en la Preparatoria, llegó a su fin al ser electo rector el licenciado Alfonso Caso, el 14 de agosto.

El 30 de septiembre el Congreso de la Unión aprobó la nueva Ley Orgánica de la Universidad, que fue firmada por el presidente el 30 de diciembre. Mientras entraba en vigor, el Consejo Universitario le otorgó su visto bueno y, para que la institución siguiera su marcha, se aprobó que siguieran vigentes los reglamentos de estudios aprobados en 1942.

1945

El 6 de enero se publicó el texto de *la Ley Orgánica de la Universidad* en el Diario Oficial. El nuevo instrumento legal establecía una *Junta de Gobierno* integrada por 15 notables, un Patronato y, desde luego, señalaba como autoridades máximas al rector y al Consejo Universitario, además de establecer la autoridad de los directores de escuelas, facultades e institutos, con los respectivos consejos técnicos para las primeras.

De la Ley Orgánica se desprendía la redacción del nuevo Estatuto General. Los miembros de la primera Junta de Gobierno fueron: Antonio Caso, Manuel Gómez Morín

y Fernando Ocaranza, ex-rectores, Manuel Sandoval Vallarta, Ignacio Chávez, Mariano Hernández, Jesús Silva Herzog, Manuel Martínez Báez, Abraham Ayala González, Federico Mariscal, Alfonso Reyes, Ricardo Caturegli, José Torres Torija, Gabino Fraga y Alejandro Quijano. Antonio Caso no aceptó la designación. Fue sustituido por Mario de la Cueva.

El 24 de ese mes se designó rector al licenciado Genaro Fernández MacGrégor, internacionalista y escritor. Se crearon las coordinaciones de Humanidades y de la Investigación Científica. El último día del año el Congreso de la Unión aprobó el Proyecto de Ley sobre la Fundación y Construcción de la Ciudad Universitaria.

1946

Fue organizado un movimiento en contra del rector Genaro Fernández MacGregor, quien terminó por presentar su renuncia. En su lugar fue nombrado el doctor Salvador Zubirán Anchondo, el 4 de marzo. El 6 de abril siguiente apareció en el Diario Oficial la Ley sobre la Fundación y Construcción de la Ciudad Universitaria. En septiembre, en la misma fuente, se publicó el decreto de expropiación de los terrenos del Pedregal de San Ángel destinados a la Ciudad Universitaria.

1948

Un movimiento estudiantil, en contra del rector Zubirán, lo obligó a renunciar a su cargo. Lo sustituyó desde el 1 de junio el licenciado Luis Garrido, tras el interinato de Alfonso Ochoa Ravizé. En la revisión del reglamento de pagos, se aprobó un descenso en las cuotas de inscripción.

1950

Fue colocada la primera piedra de la Facultad de Ciencias, primer edificio de la Ciudad Universitaria. Se acordó crear una Escuela Nacional de Ciencias Políticas y Sociales.

1951

Año de especial significación, ya que en él se celebró el IV Centenario de la fundación de la Real y Pontificia Universidad de México. Se publicaron algunas obras de investigación de universitarios destacados, como Edmundo O'Gorman y Justino Fernández.

Se acordó el establecimiento de las licenciaturas en ciencias sociales, ciencias políticas, periodismo y ciencias diplomáticas.

1952

En la Universidad, la Junta de Gobierno designó rector al licenciado Luis Garrido por un cuatrienio más. El presidente Miguel Alemán participó en la ceremonia de dedicación de la Ciudad Universitaria el 20 de noviembre, diez días antes de que concluyera su mandato, ese mismo día se inauguró el Estadio Olímpico Universitario. Adolfo Ruiz Cortines asumió la presidencia de México.

1953

Renunció el licenciado Garrido. En su lugar fue nombrado el doctor Nabor Carrillo Flores. Se acordó la creación del plantel 5 de la Escuela Nacional Preparatoria, que iniciaría sus trabajos el año siguiente en una casa de la calle de Miguel Schultz, en la colonia San Rafael.

1954

Se hizo la entrega formal de la Ciudad Universitaria. Se acordó la creación del plantel 6 de la Escuela Nacional Preparatoria. El Centro de Estudios Filosóficos se separó de la Facultad de Filosofía y Letras. Comenzó a aparecer la Gaceta de la UNAM, órgano oficial de la Institución, gracias a la iniciativa del maestro Henrique Gonzáles Casanova.

1957

Se reeligió rector de la Universidad el doctor Nabor Carrillo Flores por un período de cuatro años. Comenzó a funcionar Teatro en Coapa, grupo teatral estudiantil animado por Héctor Azar, profesor de literatura de la Preparatoria.

1958

Ya como rector Nabor Carrillo decide conocer de cerca lo que entonces se denominaba *electronic brains o cerebros electrónicos*. Es así como llega a México la primera computadora, denominada IBM 650 de tres años de antigüedad, proveniente de la Universidad de California, la cual fue rentada a la UNAM en 25 mil pesos mensuales.

Sergio Beltrán, recuerda que “la máquina se alojó en el único local que había disponible, se lo quité a Antropología que iba a poner ahí en ese cuartito... que se encuentra en la rampa a un costado de la Torre II de Humanidades”. (Fernández, 1999: 216).

En aquel entonces surgieron el 30 por ciento de los institutos de la UNAM, gracias a la labor de los doctores Nabor Carrillo, Carlos Graef y Sergio Barajas.

1960

Se fundó el Centro de Estudios Literarios, la Filmoteca de la Universidad y el Centro de Salud. Se fundó la Prepa 7, ubicada en la calle de Guatemala, en el centro de la Ciudad de México. Concluyó el rectorado del doctor Carrillo Flores. La sucesión en la Universidad provocó cierta tensión. La Junta de Gobierno designó al doctor Ignacio Chávez.

1961

El 13 de febrero asumió la rectoría el doctor Ignacio Chávez. De inmediato, el calendario escolar aumentó el número de días de clase.

1962

Fueron adquiridos terrenos en Coyoacán, propiedad de la fundación Mier y Pesado. Posteriormente se edificarían en ellos las nuevas instalaciones para la Preparatoria 6. Fue aprobado el Reglamento de los Investigadores al Servicio de la Universidad. Se llevó a cabo la gestión del rector para incorporar a los trabajadores de la UNAM al ISSSTE, creado en 1960.

1964

Se inauguró las instalaciones de los planteles 4, 6 y 7 de la Escuela Nacional Preparatoria, en Tacubaya, Coyoacán y La Viga, respectivamente.

1965

El doctor Ignacio Chávez fue electo para un cuatrienio más como rector de la UNAM. El doctor Chávez inauguró los edificios de dos nuevos planteles de la Escuela Nacional Preparatoria, el 8 ubicado en Mixcoac y el 9 en Insurgentes Norte. Por sus diferencias con un sector de la universidad finalmente del doctor Chávez es removido del cargo.

1966

La Junta de Gobierno nombró rector al ingeniero Javier Barros Sierra, antiguo director de la Escuela de Ingeniería y secretario de Obras Públicas en el gabinete de Adolfo López Mateos. El rector Barros Sierra pronunció una declaración en torno a la autonomía de la Universidad. Fue aprobado un nuevo Reglamento General de Exámenes en el que se otorgó el pase automático a las escuelas y facultades de la Universidad Nacional a los alumnos de la Escuela Nacional Preparatoria.

1968

Los planteles de las preparatorias, además de los números que las identificaban, desde el 3 de febrero, tendrían los nombres de universitarios ilustres; 1, Gabino Barreda; 2, Erasmo Castellanos Quinto; 3, Justo Sierra; 4, Vidal Castañeda y Nájera; 5,

José Vasconcelos: 6, Antonio Caso; 7, Ezequiel A. Chávez; 8, Miguel E. Schultz, y 9, Pedro de Alba. Se colocaron bustos de ellos en cada plantel. Los alumnos no aceptados para ingresar en la Escuela Nacional Preparatoria se organizaron bajo el rubro de Preparatoria Popular.

Policía y ejército rodearon planteles escolares de la Preparatoria Nacional y del IPN, sobre todo en el centro de la ciudad. Con un disparo de bazooka fue destruida una puerta colonial de la Preparatoria 1. Los planteles 1, 2, 3, 4 y 5 de la ENP fueron tomados por las fuerzas públicas; más tarde, los planteles 1, 2 y 3 fueron devueltos a la UNAM.

El 30 de julio, en la Ciudad Universitaria, el rector Barros Sierra izó la bandera nacional a media asta y las transmisiones de Radio UNAM concluyeron temprano, en señal de luto. La policía abandonó las instalaciones de la Preparatoria 5. El 1 de agosto el rector encabezó una manifestación que, desde CU, recorrió la avenida Insurgentes hasta Félix Cuevas, dobló por ésta hacia avenida Coyoacán y regresó por la avenida de la Universidad al punto de partida, concluyendo con un mensaje del ingeniero Barros Sierra.

Al día siguiente fue formado el Consejo Nacional de Huelga (CNH). El 5 de agosto, una copiosa manifestación estudiantil salió de Zacatenco hasta el casco de Santo Tomás. La UNAM informó que todas las escuelas y facultades habían reanudado labores, excepto Ciencias Políticas.

El 22 de agosto el gobierno declaró que tenía la mejor voluntad de dialogar con representantes estudiantiles. Profesores y estudiantes respondieron afirmativamente, siempre y cuando el diálogo se realizara en presencia de la prensa, la radio y la televisión.

El 1 de septiembre, el presidente amenazó con sofocar el movimiento estudiantil. El día 7 se celebró un mitin en Tlatelolco. Dos días después, el rector de la UNAM,

Javier Barros Sierra hizo un llamado a la comunidad para volver a la normalidad, sin renunciar a sus fines. Hubo división de opiniones en torno al llamado del rector.

El 13 de septiembre se celebró la manifestación del silencio, a lo largo del Paseo de la Reforma. Se unieron a ella grupos populares. El 18 de septiembre el ejército ocupó la Ciudad Universitaria. Hubo detenidos. La actividad docente permanecía interrumpida. El 19 del mismo mes, el rector Barros Sierra protestó por la ocupación militar, que duró 12 días. La Cámara de Diputados, en voz de su líder, Luis Farías, atacó al rector Barros Sierra, quien presentó su renuncia, que no le fue aceptada por la Junta de Gobierno.

El CNH decidió mantener la huelga escolar. Al día siguiente, 2 de octubre, se celebró un nuevo mitin en la Plaza de las Tres Culturas de Tlatelolco. Tras una señal luminosa se abrió fuego contra el Edificio Chihuahua, donde supuestamente se encontraba el CNH. Asimismo, se disparó contra la multitud, con un saldo de cientos de muertos, heridos y detenidos. Días después, el CNH anunció que, pese a la represión, el movimiento continuaría. Para entonces habían sido detenidos muchos de sus dirigentes.

El 12 de octubre fueron inaugurados los XIX Juegos Olímpicos, en la Ciudad Universitaria. Para ello, se declaró un periodo vacacional. Después de la clausura de los juegos, la actividad universitaria tendió a normalizarse. El número de detenidos, entre estudiantes y profesores, era considerable.

La huelga estudiantil concluyó oficialmente el 4 de diciembre. El rector se negó a aceptar un voto de confianza que le otorgó el Consejo Universitario en su sesión del 20 de diciembre. Fueron aprobados los planes de estudio de la maestría y el doctorado en biología, matemáticas, física y geología, y la maestría en geofísica.

1970

Concluyó el rectorado del ingeniero Javier Barros Sierra. El 2 de mayo fue electo como rector de la UNAM, el doctor Pablo González Casanova. El 1 de diciembre tomó posesión como presidente de la República Luis Echeverría Álvarez. Ese mismo mes fue creado, por decreto presidencial, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONACYT.

1971

El Consejo Universitario aprobó la creación del Colegio de Ciencias y Humanidades el 25 de enero y el Reglamento de la Unidad Académica del Ciclo del Bachillerato del mismo. Para su funcionamiento, el Centro de Didáctica coordinó cursos que impartieron especialistas en cada asignatura y pedagogos que establecieron los nuevos métodos de enseñanza que se desarrollarían en la dependencia recién creada, a la vez que seleccionarían a su personal docente. Se abrieron los plantel es de Azcapotzalco, Naucalpan y Vallejo, que empezaron a trabajar en abril.

Se programó una gran manifestación para el jueves 10 de junio en las zonas aledañas al casco de Santo Tomás, principalmente en la Ribera de San Cosme. No acababa de empezar cuando los estudiantes fueron atacados por un grupo paramilitar denominado "los halcones". La policía había acordonado la zona desde Insurgentes Norte y Manuel González. Nadie se responsabilizó del ataque y se negó la existencia del grupo paramilitar. De inmediato procedió la renuncia del jefe de la policía, Flores Curiel, y la del Jefe del Departamento del Distrito Federal.

Respecto al caso, años después la Fiscalía Especializada en Movimientos Sociales y Políticos del Pasado (Femospp), a petición del fiscal especial Ignacio Carrillo Prieto, elaboró como Informe histórico a la sociedad mexicana 2006, un recuento de hechos, en los que no se menciona directamente a los responsables de las matanzas ocurridas el 2 de octubre de 1968 y el 10 de junio de 1971.

“Ni siquiera pudo acreditar, en el primer caso, el número real de muertos en la matanza de la Plaza de las Tres Culturas, a pesar de cinco años de investigación. A lo largo de las 864 páginas del documento se afirma que en México, en los años 70 y 80, diversas instalaciones militares, sobre todo en el estado de Guerrero, se convirtieron en ‘campos de concentración’, y sitios en los que se realizaron multitud de vuelos de helicópteros con rumbo al mar. Se tiene registro de gente que fue aventada en sacos desde un helicóptero, pero de esto último no se incluyeron los documentos que acrediten al menos un caso”, afirma en una nota periodística, Gustavo Castillo, reportero de La Jornada. (“Reporte final de la Femospp elude mencionar a responsables de matanzas”, en La Jornada. 18 de noviembre, 2006)

Alfredo Méndez Ortiz, también reportero del periódico *La Jornada*, señala que “el juicio relativo al jueves de Corpus concluyó ayer con la exoneración del ex presidente Luis Echeverría Álvarez y su ex secretario de Gobernación, Mario Moya Palencia, luego de que la magistrada del quinto tribunal unitario del Distrito Federal Antonia Herlinda Velasco Villavicencio, negó las órdenes de aprehensión en contra de ambos inculcados, tras considerar que la Femospp no acreditó que la matanza del 10 de junio de 1971 fue un acto de genocidio”.

Y continúa “según determinó la juzgadora, los únicos delitos que pudieron haberse cometido el jueves de Corpus fueron 12 homicidios y otras tantas lesiones graves, actos ilícitos que prescribieron desde 1985”. (“Carpetazo al 10 de junio; exoneran a Luis Echeverría y Mario Moya”, en La Jornada. 27 de julio, 2005)

Lo anterior significó un revés jurídico irreversible para Ignacio Carrillo Prieto, Fiscal Especial para Movimientos Sociales y Políticos.

1972

Año problemático para la Universidad. En los aspectos académico-administrativos destacaron la aprobación del Reglamento de las Proyecciones

Cinematográficas Públicas de la UNAM y, sobre todo, el Estatuto del Sistema de Universidad Abierta.

Como últimos actos académicos, se establecieron la Coordinación del Sistema de Universidad Abierta (SUA) y la Escuela Permanente de Extensión de San Antonio, Texas (EPESA), en un espacio donado a la UNAM por la ciudad de San Antonio. Esta escuela dio permanencia a los cursos que desde 1944 patrocinaba la UNAM una vez al año. También en este año comenzaron a funcionar dos planteles más del CCH, el Sur y el Oriente.

1973

El 3 de enero, la Junta de Gobierno designó como rector al doctor Guillermo Soberón Acevedo, quien venía fungiendo como Coordinador de la Investigación Científica.

Se reestructuró también el Centro de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas y el Centro de Servicio de Cómputo. Fue dependencia de nueva creación la Comisión Interna de Administración. Actividades Deportivas se denominó Dirección General de Actividades Deportivas y Recreativas. En el ámbito de la Difusión Cultural, se abrieron las actividades del Museo Universitario del Chopo que se encontraba abandonado desde que entró en operaciones el Museo de Historia Natural de Chapultepec.

1974

El 19 de febrero fue aprobada la creación de la entonces Escuela Nacional de Estudios Profesionales (ENEP) Cuautitlán. Se trataba de un nuevo modelo de escuela, con administración propia y con carreras independientes de las escuelas y facultades tradicionales.

1975

Las ENEP Acatlán e Iztacala fueron inauguradas y comenzaron sus actividades. Odontología se convirtió en Facultad y fue acordada la creación de otras ENEP, en este caso, las de Aragón y Zaragoza. Se estableció el Programa de Investigación Bibliotecológica y se abrió un nuevo espacio físico en la UNAM: la ciudad de la investigación científica, que albergaría a la Facultad de Ciencias, que trasladó al nuevo edificio su tradicional estatua de Prometeo, y a todos los institutos y centros de la investigación científica, así como su coordinación respectiva, con excepción del Instituto de Investigaciones Biomédicas y el Centro de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas.

1980

El 9 de junio apareció en el Diario Oficial la modificación del artículo 3o. constitucional, consistente en la adición de una fracción VIII que garantiza la autonomía de las universidades y demás instituciones de educación superior a las que la ley otorgara autonomía. También estableció que las relaciones laborales se regirían por el apartado A del artículo 123 y con las modalidades que estableciera la Ley Federal del Trabajo. Con esta modificación constitucional, la situación laboral de las universidades tendría un referente en la más alta jerarquía legal de la República.

Fue fundado el Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia. La ENEP Cuautitlán se convirtió en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Concluyó el período rectoral del doctor Guillermo Soberón Acevedo.

1981

Fue electo rector el doctor Octavio Rivero Serrano, hasta entonces director de la Facultad de Medicina.

1985

El doctor Jorge Carpizo MacGrégor, ex-director del Instituto de Investigaciones Jurídicas, tomó posesión como rector de la Universidad. El rector estableció la Defensoría de los Derechos Universitarios; el primer ombudsman universitario fue el prestigiado jurista Jorge Barrera Graf.

1986

El 16 de abril el rector presentó al Consejo Universitario un diagnóstico titulado *Fortaleza y debilidad de la UNAM* y abrió un proceso de consulta. Un mes después, algunos consejeros universitarios alumnos lo impugnaron. El proceso de consulta a la comunidad se cerró el 3 de septiembre. Los días 11 y 12 de septiembre, en una sesión muy prolongada del Consejo Universitario, el rector presentó 26 medidas tendientes a elevar el nivel académico e institucional de la UNAM, que fueron aprobadas. Esto implicó cambios a los reglamentos generales de exámenes, inscripciones, posgrado y al Estatuto General de la UNAM.

El 31 de octubre quedó integrado el Consejo Estudiantil Universitario (CEU), cuya finalidad era la derogación de las modificaciones planteadas en lo relativo a pagos y a exámenes. Emplazó a la rectoría a un diálogo público sobre las reformas. En noviembre, el CEU demandó la realización de un Congreso Universitario para discutir las reformas a la UNAM.

1987

El 6 de enero comenzó el diálogo público entre ceuístas y representantes de la rectoría. Las sesiones tuvieron lugar en el Auditorio Justo Sierra y fueron transmitidas por Radio UNAM. Los representantes de la Institución plantearon hacer ajustes, por ejemplo, en el reglamento de pagos, pero no ceder con respecto a exámenes y al pase automático. El CEU pidió la derogación de los reglamentos reformados, la celebración de un congreso resolutivo, un aumento del subsidio y, en caso de no ser concedidas

las peticiones, haría una huelga para el 29 de enero. Nuevas propuestas de rectoría fueron rechazadas por el CEU.

El 20 de enero el rector anunció la aceptación para celebrar un congreso universitario, en caso de que así lo decidiera el Consejo Universitario, y estableciera las reglas para su funcionamiento. El rector anunció que el Consejo Universitario se reuniría el 10 de febrero. El 29 de enero el CEU estalló la huelga, con apoyo del STUNAM.

1989

Tomó posesión como rector el doctor José Sarukhán, hasta entonces Coordinador de la Investigación Científica.

1992

En diciembre fue inaugurado el Museo de las Ciencias, *Universum*, en las instalaciones que había albergado al CONACYT.

1995

La mañana del 28 de marzo la Universidad Nacional Autónoma de México lanzó al espacio el satélite UNAM-SAT I, desde la base rusa de Plesetzka a bordo del cohete Start. La operación del proyecto fracasó debido a fallas del cohete ruso, pero días después se anunció que se lanzaría el satélite gemelo UNAM-SAT B, junto con el consorcio A&TT.

1996

En enero se anunció la construcción de un nuevo espacio para la divulgación científica, el *Museo de la Luz*, el cual tendrá su sede en el corazón del centro histórico. El objetivo del proyecto es exponer la fisiología de la visión humana; la luz en el arte, en la arquitectura, en la ecología, en el planeta. El ex templo de San Pedro y San Pablo

será el recinto donde se ubicará el museo, el cual, además de ser un espacio interactivo, funcionará como una extensión de *Universum*.

El 5 de septiembre, la UNAM se convirtió en la tercera institución del mundo que lanza al espacio su propio satélite. El satélite fue diseñado y construido totalmente por científicos mexicanos de la Máxima Casa de Estudios. El UNAMSAT fue lanzado al espacio por las Fuerzas Aeroespaciales rusas desde el cosmódromo de Plesetsk. Dicho satélite está diseñado para medir la velocidad de los meteoritos cuando entran en la atmósfera terrestre, información con la que se puede determinar si provienen del Sistema Solar o de fuera de él.

De acuerdo con el doctor Rafael Fernández en su libro “Para conversar de Ciencia” (1999: 205), desafortunadamente el cohete explotó en el aire antes de poder poner a operar ninguno de los satélites, que resultaron destruidos. Sin embargo, una especie de copia de seguridad del satélite se había construido paralelamente: el UNAMSAT-B... también conocido como Oscar 20 fue el primer satélite construido en América Latina que fue puesto en órbita.

1997

En sesión extraordinaria del Consejo Universitario, el doctor Francisco Barnés de Castro tomó posesión el 6 de enero como rector de la Universidad Nacional Autónoma de México para el periodo 1997-2001.

Con la inauguración de la sección Óptica, se conmemoró, en el primer mes del año, el cuarto aniversario del Museo de las Ciencias *Universum*. En febrero por acuerdo del rector Francisco Barnés de Castro se reorganiza la Estructura Administrativa de la Universidad Nacional Autónoma de México; la Secretaría General de la Universidad Nacional Autónoma de México; la Secretaría Administrativa de la Universidad Nacional Autónoma de México; la creación de la Secretaría de Planeación de la Universidad Nacional Autónoma de México, y el acuerdo que reorganiza la Secretaría de Asuntos

Estudiantiles de la Universidad Nacional Autónoma de México. Dichos acuerdos entraron en vigor el 6 de febrero de 1997.

El 8 de abril el rector Francisco Barnés de Castro puso en funcionamiento la supercomputadora más completa de América Latina y una de las de mayor capacidad en el mundo, la Origin 2000 Silicon-Graphics, en la Sala de Máquinas de la Dirección General de Servicios de Cómputo Académico.

El 13 de agosto, la UNAM y el FCE, a través de sus titulares, doctor Francisco Barnés de Castro y licenciado Miguel de la Madrid Hurtado, respectivamente, signaron un convenio para establecer bases de colaboración en los campos académico, científico y cultural, y en las áreas de edición, producción, comercialización y promoción de los títulos publicados por ambas partes, así como para realizar servicios que les permitan cumplir con sus respectivos objetivos sociales.

El Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia modifica sus funciones y su denominación a Dirección General de Divulgación de la Ciencia a partir de octubre. Se crea el acuerdo por el cual se cancela el Programa Universitario de Investigación y Desarrollo Espacial y se integran en el Centro de instrumentos, los esfuerzos académicos de investigación científica y desarrollo tecnológico hasta ahora conducidos en este programa. Asimismo, se establece el acuerdo para la creación del Proyecto Universitario de Ciencias Espaciales y Planetarias.

1998

En la *Rotonda de los Hombres Ilustres* y en la SEP se le rindió homenaje al insigne pensador Justo Sierra, por el 150 aniversario de su nacimiento, quien dedicó 30 años de su vida a la creación de la Universidad Nacional.

1999

Inicia en abril de ese año una huelga estudiantil que duraría diez meses, convocada para derogar el nuevo Reglamento General de Cuotas, mejor conocido como *Plan Barnés*. El diálogo entre los estudiantes y autoridades universitarias se estanca y culmina con la renuncia del rector Francisco Barnés de Castro. En noviembre es designado como nuevo rector de la UNAM, el doctor Juan Ramón de la Fuente. (Reseña histórica de la UNAM, consultada en Noviembre 2005)

Resulta importante ubicar el momento histórico en que es designado el doctor Juan Ramón de la Fuente para dirigir el destino de esta institución. De alguna manera se puede decir que llegó para mediar y dar solución al conflicto. Cabe mencionar además que es durante su rectorado cuando se le da mayor impulso a la divulgación científica en la Máxima Casa de Estudios.

El doctor Juan Ramón de la Fuente ocupa el cargo de rector durante dos periodos de cuatro años: el primero, de 1999-2003 y el segundo, de 2003 a 2007. Y es precisamente el primer periodo de su administración y parte de su segundo mandato, el cual elegí para llevar a cabo esta recopilación de textos periodísticos que abarca de 1999 a 2004.

2.2 La Divulgación de la Ciencia

El siguiente punto de este trabajo está enfocado a la definición del concepto *Divulgación de la Ciencia* ya que resulta fundamental para el eje temático de esta investigación, es decir, a través de ella se pretende llegar a una visión propia del tema.

Es preciso incluir también los fundamentos legales de la ciencia y su divulgación en México, por ello se recurrió a la *Ley de Ciencia y Tecnología*, aprobada en junio de 2002 durante el sexenio del Ex Presidente de la República, Vicente Fox Quesada.

En este texto se describe cómo fue la instalación de un organismo como el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONACYT, el responsable de la promoción y el impulso de la investigación científica y tecnológica en nuestro país.

Así también, se abordan los principios contenidos en los estatutos de la ley orgánica de la UNAM en cuanto a ciencia en los que se establece la postura de esta casa de estudios frente a su desarrollo y divulgación a través de sus dependencias como la Coordinación de la Investigación Científica y la Dirección General de Divulgación de la Ciencia.

Las instituciones gubernamentales y la UNAM tienen una visión particular y una forma de presentar la divulgación de sus avances científicos y tecnológicos a través de los diferentes medios de comunicación, así como éstos últimos tienen sus propios criterios y políticas editoriales al momento de publicarlos.

Tal es el caso del suplemento especializado *Investigación y Desarrollo* del periódico *La Jornada*, el cual desde luego tiene una concepción propia de *Divulgación de la Ciencia*, la cual aplica a la información obtenida de los diferentes institutos de la UNAM.

Según Manuel Calvo, (1992) “los llamados de modo más directo a divulgar la ciencia son los científicos y los periodistas. Los primeros, porque, por el hecho de serlo, tienen la obligación de facilitar la participación de sus conciudadanos en los avances del conocimiento; los periodistas, porque nuestra profesión consiste en informar sobre nuestro entorno, y hoy una parte considerable de tal entorno es el progreso científico y tecnológico”

Sigue, “la divulgación científica consiste, en una primera aproximación, en difundir entre el público más numeroso posible, y menos beneficiado por la cultura, los resultados de la investigación científica y técnica... formando mensajes fácilmente asimilables”.

El objetivo final de la labor de divulgación no es instruir a los lectores sino interesarlos acerca de los avances científicos y tecnológicos, que en mayor medida de lo que se imaginan forman parte de su vida cotidiana.

A continuación se ofrecen algunas definiciones de *Divulgación de la Ciencia*, y enseguida aparece una definición propia fruto de la investigación de este trabajo:

2.2.1 Definición de divulgación

La *Divulgación de la Ciencia* es “una expansión polivalente que comprende toda actividad de explicación y difusión de los acontecimientos, de la cultura y del pensamiento científico y técnico, con dos condiciones, dos reservas: la primera, que la explicación y la divulgación se haga fuera del marco de la enseñanza oficial o equivalente; la segunda, estas explicaciones extraescolares no tengan como objetivo formar especialistas o perfeccionarlos en su propio campo”. (Calvo, 1992: 18)

Mientras que, para la maestra Ana María Sánchez Mora (2005), divulgadora y profesora de la Facultad de Ciencias de la UNAM, “la divulgación de la ciencia es una

labor multidisciplinaria cuyo objetivo es comunicar utilizando una diversidad de medios al conocimiento científico, a diversos públicos voluntarios recreando ese conocimiento con fidelidad y contexto para hacerlo accesible”

El primer paso para lograr el objetivo de la divulgación científica es lograr un acercamiento de tales actividades al hombre común ya que es preciso que este conocimiento no permanezca en gremios, o únicamente en ámbitos de poder, se necesita que esto lo maneje la gente, lo use y se lo apropie, para mejorar sus condiciones de vida, sus condiciones morales y éticas.

En tanto, la investigadora del instituto de Astronomía y ex directora general de Divulgación de la Ciencia de la UNAM, Julieta Fierro (2001: 2-A), asegura que “la ciencia si se platica de manera sabrosa, las personas utilizarán su inteligencia con pasión para acercarse al conocimiento. El chiste es hacerlas sentir que la ciencia tienen que ver con el sentido de su vida”.

Fernando del Río, sostiene en su artículo “Sobre la ciencia y su divulgación”, que la divulgación científica consiste en “hacer apreciar y entender la realidad científica a personas que viven inmersas en la realidad cotidiana. Parte de la dificultad de la divulgación surge porque en estas realidades se utilizan lenguajes en gran medida ajenos... Este hecho lleva a hablar de la divulgación como de una traducción... Divulgar la ciencia es recrear la realidad científica con elementos de la realidad cotidiana” (Estrada, 2003: 15)

Para la doctora Julia Tagüeña (2005), ex directora general de Divulgación de la Ciencia de la UNAM, “no existe una receta para hacerlo (divulgar), sino que tienes que hacerla de calidad, profesional y escoger tu público, el medio adecuado para hacerlo, el tema... Siempre nos apoyamos en los expertos, pero debes tomar en cuenta que un comunicador se forma como eso y no como un investigador... Debe haber siempre una

relación cercana entre comunicador e investigador... en realidad la ciencia moderna y la divulgación moderna es un trabajo en equipo”.

Luego de ofrecer una serie de definiciones y perspectivas de los especialistas se propondrá una definición propia. La *Divulgación de la Ciencia* consiste en recrear la realidad científica con elementos de la realidad cotidiana de manera fiel y proporcionando un contexto para que sea accesible a todo el público, con el propósito de que las personas sepan que la ciencia tiene que ver con el sentido de su vida.

2.2.2 Tipos de divulgación

Ahora bien se hablará de la manera como se aborda en los medios de comunicación la información relacionada a los avances científicos y tecnológicos. Este punto es muy importante porque mediante estas distinciones será posible más adelante determinar cuáles son las publicaciones que hacen realmente divulgación científica de acuerdo la profundidad y análisis que aplican.

Jean Pradal (1968: 23) distingue dos tipos de divulgación:

- a) **Información rápida.** Atrae el interés por estos temas, pero los trata superficialmente y a veces sin gran rigor, y la información más completa y mediata.
- b) **Verdadera divulgación.** Profundiza en los temas y lleva al público a una reflexión sobre la ciencia y le pide un esfuerzo de atención y de comprensión.

A las noticias científicas dadas por la radio y la televisión, suelen corresponder al primer tipo de divulgación, por el contrario, a verdadera divulgación se realiza en las emisiones especiales, las secciones científicas de los periódicos, las revistas especializada, las conferencias, los museos y, sobre todo los libros.

2.3 La Divulgación de la Ciencia en México

2.3.1 Ley de Ciencia y Tecnología

La Ley de Ciencia y Tecnología publicada el 5 de junio del 2002 plantea:

- La creación del Consejo General de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico.
- La identificación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) como cabeza del sector ciencia y tecnología.
- La creación del Foro Consultivo Científico y Tecnológico.

El Consejo General lo presidirá el Presidente de la República, y será un medio adecuado para que las diversas dependencias y entidades de la Administración Pública Federal que realizan tareas de ciencia y tecnología, en forma directa o como apoyo a otras instituciones, alcancen una mayor coordinación y actúen conforme a una política de Estado en la materia.

También, integrarán el Consejo General el director del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONACYT, en su carácter de secretario Ejecutivo y el coordinador general del Foro Consultivo Científico y Tecnológico.

El Foro Consultivo Científico y Tecnológico es el órgano autónomo permanente de consulta del Poder Ejecutivo Federal, del Consejo General de

Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico y de la Junta de Gobierno del CONACYT. A través de convenios es asesor del Congreso de la Unión y del Consejo de la Judicatura Federal.

La política en ciencia y tecnología en México se encuentra en un proceso de transición de una política gubernamental a una política de Estado. En este sentido hace falta voluntad política por ejemplo para dar prioridad al presupuesto destinado a este rubro.

Aún siguen siendo insuficientes los recursos destinados a la investigación científica y tecnológica de este país. Por lo pronto, ya no se cumplió con la meta señalada en el Segundo Transitorio de Ley de Ciencia y Tecnología, publicada en 2002 y reformada en 2009, que a la letra dice: “Para dar cabal cumplimiento a esta disposición... los presupuestos de ingresos y egresos del Estado - Federación, entidades federativas y municipios - contemplarán un incremento gradual anual, a fin de alcanzar en el año 2006, recursos equivalentes al uno por ciento del producto interno bruto que considera el presente Decreto”.

La cifra del 1 por ciento del Producto Interno Bruto que se estableció aún se ve muy lejana. El gasto federal en México en esta materia aumentó en 15 años únicamente de 0.28 por ciento en 1990 a 0.33 por ciento en 2006. Para 2007, las cosas no cambiaron demasiado, de acuerdo con cifras del CONACYT durante la comparecencia de su director Juan Carlos Romero Hicks ante la Comisión de Ciencia y Tecnología de la Cámara de Diputados el 6 de noviembre de 2007, el presupuesto sólo representó el 0.37 por ciento del PIB, es decir, 32 mil 500 millones de pesos.

Mientras que países miembros de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) de la cual forma parte México, invirtieron un porcentaje equivalente al 2.08 por ciento del PIB en 1995 y lo incrementaron a 2.26 en 2004. Las

naciones de la Unión Europea (UE), por su parte, pasaron de 1.7 a 2.26 en esos mismos años con el compromiso de elevarlo al 3 por ciento en 2010.

Ni que decir de nuestro vecino del norte, Estados Unidos incrementaron el gasto en ciencia y tecnología de 2.5 a 2.68 por ciento del PIB. En tanto, que países considerados emergentes como China le dedicó 1.23 por ciento al año, Corea 2.91, Brasil 0.97 en 2003 y Vietnam 2 por ciento en 2005. Lo anterior significa que estamos aun lejos y debemos apresurarnos o de lo contrario nos estaremos quedando rezagados y seremos los últimos en integrarnos a la llamada *Sociedad del Conocimiento*.

Reflejo de este retraso científico es el número de investigadores por habitantes. En México, 5 de cada 10 mil habitantes están clasificados como investigadores a diferencia de 68 en EU, 59 en Francia y 7 en Turquía. En 2007, el Sistema Nacional de Investigadores (SIN) tiene registrados 14 mil 484 miembros.

Lo anterior significa que existe un déficit en cuanto al número de científicos en el país. Aunado al fracaso de repatriar a nuestros estudiantes de posgrado en el extranjero para incorporarlos a nuestra planta laboral, es decir, continúa el fenómeno que se conoce como “fuga de cerebros” y es que con razón los mexicanos de alto nivel en el exterior prefieren quedarse en otros sitios ante la falta de plazas para desarrollarse en territorio nacional.

Asimismo, no existe una verdadera vinculación entre la academia y el sector privado. Ejemplo de ello es que el 98 por ciento de los estudiantes egresados de los institutos y centros de investigación se quedan a trabajar en el sector académico y sólo un raquítico 2 por ciento se integran en su mayoría a las industrias. Es ahí en donde se deberá poner énfasis sobre todo en los incentivos fiscales que el gobierno federal debe otorgar a las empresas, así como las garantías jurídicas y económicas para que se animen a invertir en mayor medida en el desarrollo de la Ciencia y la Tecnología.

Para 2007 se presentó una iniciativa para adecuar la Ley de Ciencia y Tecnología de 2002, que en su momento dio a conocer el Foro Consultivo Científico y Tecnológico a través de su Coordinador General es el doctor José Luis Fernández Zayas. Así es como la nueva iniciativa integra como novedad el término “innovación”.

La nueva ley establece a lo largo de 62 artículos, la vinculación del sector productivo con la investigación tecnológica, además de otorgar mayores facultades a los órganos de gobierno de los centros públicos de investigación.

“La presente ley tiene por propósito la configuración del Sistema Nacional de Innovación y los Sistemas Regionales de Innovación correspondientes, para desarrollar de manera articulada y de consenso las acciones de innovación que hagan crecer la competitividad de las empresas mexicanas”. (Propuesta preliminar de “Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación” Foro Consultivo Científico y Tecnológico. Marzo, 2007)

Cabe mencionar que entre los puntos más destacados que propone esta ley se encuentran:

1. Ofrece un diagnóstico de las principales causas del rezago de la economía mexicana y va más allá al incluir una serie de medidas y metas que permitan salir del estancamiento económico a través del impulso a las nuevas tecnologías y con ello elevar la competitividad.
2. Plantea la descentralización de la ciencia y tecnología en el Valle de México ya que más del 50 por ciento de los investigadores se encuentran laborando en institutos y centros de la región.
3. Realizar una selección de las áreas científicas y tecnológicas clave para orientar los esfuerzos de asignación de recursos.

4. Impulsar y sostener una estrategia a largo plazo para impulsar los procesos de investigación. Para lograrlo son necesarios presupuestos multianuales que identifiquen claramente los programas prioritarios y los proyectos sectoriales y regionales.

5. Para contar con un número creciente de investigadores se propone incrementar las becas para posgrados, mantener un Programa de Repatriaciones e impulsar un programa continuo de retención de investigadores con plazas posdoctorales.

6. Instrumentar un Programa Nacional de Carrera de Investigador que ofrezca regímenes laborales y seguridad social.

7. Un Plan Maestro de Infraestructura que incorpore nuevos centros públicos y privados de investigación.

8. Implementar políticas públicas de vinculación del conocimiento con el sector productivo, que permitan incorporar el desarrollo científico y la innovación tecnológica en los procesos productivos.

9. Consolidar los sistemas estatales de ciencia, tecnología e innovación.

10. Coordinar los esfuerzos entre dos o más estados para enfrentar los retos comunes y aprovechar oportunidades regionales.

11. Mayor financiamiento público y privado de manera gradual y sostenido cada año a partir de 2007, con un incremento del 0.2 por ciento del PIB, es decir, 16 mil 400 millones en promedio.

12. En particular esta iniciativa de ley, obligaría al Gobierno Federal a impulsar un presupuesto anual en el sector del 0.1 por ciento del PIB anualmente a partir del 2007 y hasta 2014 para alcanzar la meta del por lo menos 1 por ciento del PIB. Además, de establecer estímulos fiscales por un monto de 6 mil millones de pesos para las empresas que operen en México durante 2008.

13. En cuanto a los diputados y senadores. Esta ley los obligaría a asegurar en la Ley de Ingresos la asignación de los estímulos fiscales a las empresas que inviertan en el desarrollo de Ciencia, Tecnología e Innovación. Así como identificar nuevas fuentes fiscales y alternas de financiamiento.

14. A la comunidad académica y científica se le plantea la necesidad de aumentar la calidad y cantidad de su planta de investigadores. También a incrementar el número de programas de posgrado de calidad en el padrón del CONACYT. Adecuar sus programas curriculares tomando en cuenta las necesidades del sector social y privado, incrementar al productividad de sus publicaciones y su impacto internacional, además un punto importante aumentar el número de patentes y crear nuevas empresas, entre otras más.

15. En cuanto a los Gobiernos Estatales se les pide incrementar desde luego los recursos en medida de sus posibilidades a la ciencia, tecnología e innovación, participar en la construcción de nuevos centros a través de la donación de terrenos y aportar recursos junto con el gobierno federal para su construcción y equipamiento. Y finalmente, consolidar los sistemas estatales del ramo.

16. Es de analizar brevemente la parte dedicada a la Divulgación Científica por razones obvias. En el artículo 12 entre las obligaciones que tiene el Gobierno Federal se encuentra en uno de sus apartados, para ser exactos en

el duodécimo, cito: “Se promoverá la divulgación de la ciencia, la tecnología y la innovación con el propósito de ampliar y fortalecer la cultura científica y tecnológica en la sociedad”. Cabe decir que únicamente se hace una mención muy somera de la importancia de divulgar la ciencia, cuando se trata de una actividad fundamental para colectivizar el interés por su desarrollo, situación que debe reconsiderarse y fortalecerse.

En cuanto a la *Divulgación de la Ciencia*, tema que compete a esta investigación no se le da mucha importancia dentro de esta ley ya que sólo plantea de manera simple y sin detallar cuáles serían los pasos a seguir “que se promoverá la divulgación de la ciencia y la tecnología con el propósito de ampliar y fortalecer la cultura científica y tecnológica en la sociedad”, sin mencionar a que instancia le corresponderá esta importante labor.

2.3.2 Ley Orgánica del CONACYT

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) es la entidad especializada responsable de promover e impulsar la investigación científica y tecnológica, la innovación, el desarrollo y la modernización tecnológica del país. Se trata de la entidad que asesora del Ejecutivo, y tiene fijada una orientación de operar eficazmente los instrumentos de promoción a su cargo y articular el apoyo para la ciencia y la tecnología que lleva a cabo la administración pública federal en su conjunto.

Asimismo, fue convertido en un organismo descentralizado, con lo que se pretende facilitar la instrumentación y el establecimiento de las bases de una política de Estado que conduzca a la integración del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología. Se incorporó además una disposición específica para que sea una entidad paraestatal no sectorizada, y como tal el Legislativo estimó indispensable establecer que la Secretaría de Hacienda deba realizar las adecuaciones necesarias para el tratamiento de ramo presupuestal del CONACYT.

Igualmente, este consejo ejercerá las funciones de coordinación sectorial en general y en lo particular, respecto de las entidades paraestatales que formen parte del subsector denominado actualmente Sistema SEP-CONACYT (integrado por centros de investigación en el país).

Se prevé un mecanismo de evaluación externa del CONACYT a cargo de la Junta de Gobierno, entre cuyos miembros figuran los secretarios de Medio Ambiente y Recursos Naturales; de Energía; de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación, y de Salud, así como un representante del Foro Consultivo Científico y Tecnológico, dos investigadores del SNI y dos más del sector productivo.

Dicho organismo indicó que la aprobación de ambas leyes significa que se establecen las bases para llevar a cabo una política de Estado puesto que, además del gobierno, incorpora en la toma de decisiones a los núcleos más relevantes de científicos y tecnólogos y permite que las acciones sean transexenales.

Para operar esta política al más alto nivel y garantizar su aplicación, se crea el Consejo General de Ciencia y Tecnología, encabezado por el presidente de la República, e integrado por los secretarios de Estado y destacados científicos propuestos por la misma comunidad, quienes tomarán parte en las decisiones a través de un proceso de auscultación.

También al adquirir la titularidad del ramo de ciencia y tecnología, al ser ubicado como organismo desectorizado, y obtener la autonomía administrativa largamente reclamada por la comunidad científica y tecnológica, permitirá en el Congreso de la Unión una definición más clara del presupuesto destinado al fomento científico y tecnológico de México.

"Estas iniciativas constituyen el resultado de un amplio trabajo de consulta y de consenso y reflejan claras aspiraciones, provenientes de muchos años atrás, de los científicos y tecnólogos mexicanos; son, también, fruto de una absoluta coincidencia de los poderes Legislativo y Ejecutivo en buscar, por encima de partidismos, el avance del país", de acuerdo con el CONACYT.

Según José Resendiz Martínez, director de normatividad del CONACYT (2004), la Ley de Ciencia y Tecnología fue aprobada el 5 de junio de 2002 de manera unánime por la Cámara de Diputados y Senadores en México, y entró en vigor a partir del 6 de junio del mismo año, estipula entre otras cosas:

1. Destinar el 1 por ciento del Producto Interno Bruto a investigación en Ciencia y Tecnología.
2. Destaca la importancia de crear una infraestructura científica en el país.
3. Impulsar fondos de investigación.
4. Subrayó la falta de vínculos científicos en México.
5. Promover "Estímulos Fiscales" para que las empresas privadas inviertan en Ciencia y Tecnología.
6. Crear nuevos centro de investigación.
7. Fortalecimiento del desarrollo y descentralización.
8. Reglamenta la propiedad intelectual.
9. Propiciar el manejo de la información de manera adecuada.
10. Localizar limitantes y generar modificaciones legislativas.
11. Generar protección a inventores mexicanos.
12. Regula a los centros públicos de investigación. (Academia Mexicana de Ciencias, Foro Consultivo, CONACYT)

En su artículo 12 establece:

Tenderá a procurar la identificación y solución de problemas y retos de interés general, avanzar en la frontera del conocimiento, mejorar la calidad de vida de la población y del medio ambiente, así como formar personal especializado.

Entre los puntos más importantes a los que hace referencias son:

- Fomento de la ciencia
- Fomento de la tecnología
- Fomentar la formación científica y tecnológica

Actividades de fomento:

- a) Investigación científica
- b) Desarrollo tecnológico
- c) Difusión y divulgación**
- d) Formación de capital humano

Aquí es indispensable apuntar que la difusión y divulgación es considerada sólo una actividad secundaria. Para la difusión y divulgación el CONACYT tiene varios instrumentos:

1. Edita la revista "Ciencia y Desarrollo".
2. Suplemento "Helix", dirigido especialmente a los niños.
3. Programa radiofónico "Conciencia".
4. La Semana de la Ciencia y la Tecnología se realiza de manera anual.
5. CONACYT además, realizó en 1980 el primer curso de divulgación de la ciencia.

2.4 La Divulgación de la Ciencia en la UNAM

2.4.1 Ley Orgánica de la UNAM

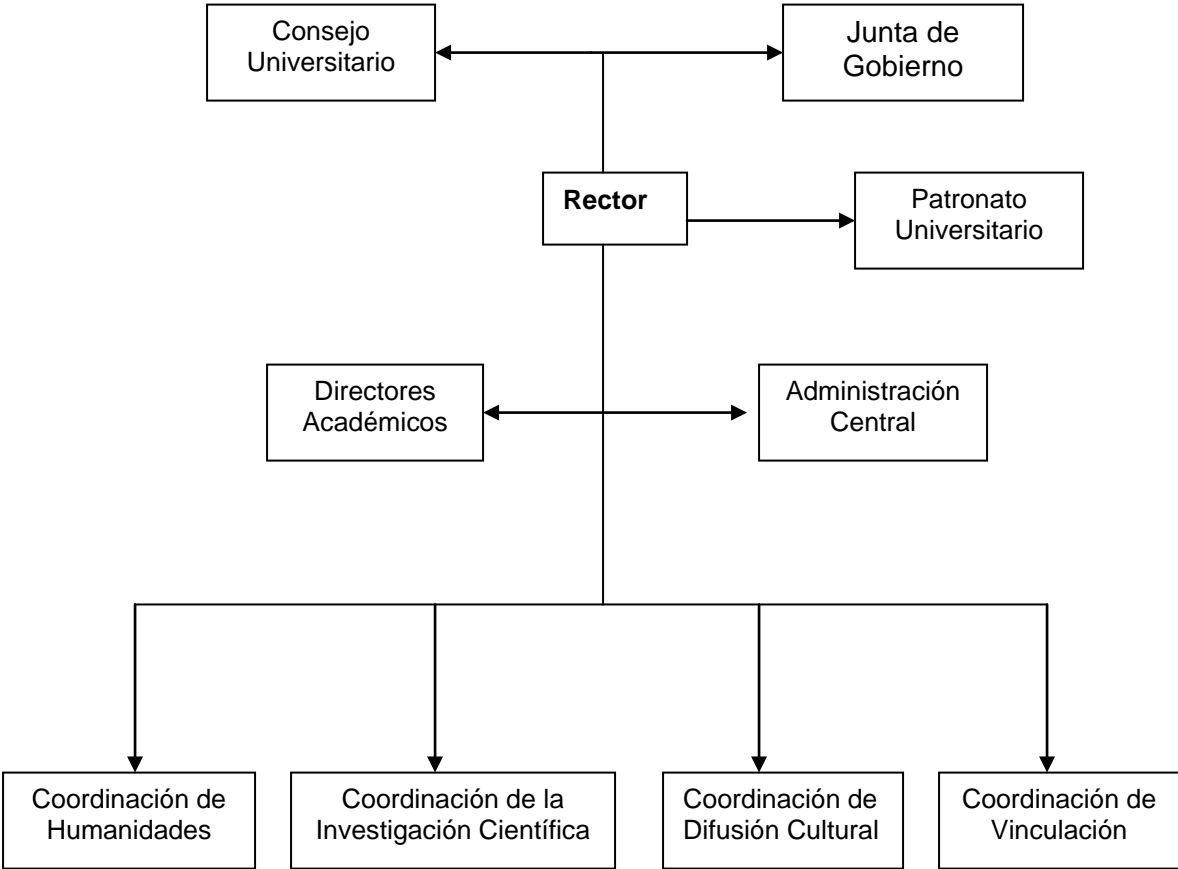
El primer documento donde se consagran los principios de la Universidad respecto a la sociedad es la *Ley orgánica de la UNAM*, donde se estipula:

- 1) La enseñanza.
- 2) La investigación científica.
- 3) **La divulgación y difusión de la ciencia y la cultura.**

Artículo 1. La Universidad Nacional Autónoma de México es una corporación pública –organismo descentralizado del Estado- dotada de plena capacidad jurídica y que tiene por fines impartir educación superior para formar profesionistas, investigadores, profesores universitarios y técnicos útiles a la sociedad; organizar y realizar investigaciones, principalmente acerca de las condiciones y problemas nacionales, y extender con la mayor amplitud posible los beneficios de la cultura y la ciencia.

La posición de la Universidad Nacional frente a las ciencias y su compromiso con la divulgación quedó de manifiesto en la celebración de los 13 años del Museo Universitario de Ciencias Universum en 2005, donde el entonces rector Juan Ramón de la Fuente, dijo en conferencia de prensa, que la posición de la universidad es científica y en consecuencia se opone de manera tajante a esquemas tales como el creacionismo que no tienen absolutamente ningún lugar dentro de la educación y dentro del desarrollo de una sociedad que quiere ser una sociedad bien informada para poder ejercer con plena libertad su sentido crítico y con plena responsabilidad su posición democrática.

2.4.2 Organigrama de la UNAM



Fuente: www.unam.mx

Con objeto de planear, fomentar e impulsar la investigación científica en la institución, se creó en 1945 el Consejo Técnico de Investigación Científica (CTIC). El Consejo Técnico se reúne periódicamente para evaluar y coordinar la investigación en ciencia y desarrollo tecnológico realizada por el Sistema de Investigación Científica (SIC). De suma importancia resulta la función de planeación de las actividades que le competen, así como la evaluación de su impacto en el país. Este concejo está conformado por los Directores y Representantes de Personal Académico de Centros e Institutos del SIC, así como Directores de Escuelas y Facultades a fines en facultad de consejeros invitados.

Los Centros e Institutos de investigación científica se agrupan en tres grandes áreas de conocimiento:

- Área Ciencias Químico Biológicas y de la Salud.
- Área de Ciencias Físico-Matemáticas.
- Área de Ciencias de la Tierra e Ingenierías.

2.4.3 Coordinación de la Investigación Científica

El Coordinador de la Investigación Científica (CIC) es responsable de ejecutar las decisiones del Consejo Técnico de la Investigación Científica (CTIC); entre sus atribuciones y obligaciones tiene las de convocarlo y presidirlo, coordinar e impulsar, de conformidad con los lineamientos del CTIC, las labores de las dependencias y subdependencias del SIC y la de apoyar el enlace del Subsistema con las demás dependencias universitarias. Para llevar a cabo estas tareas, el Coordinador tiene a su cargo la CIC.

El Coordinador de la Investigación Científica es nombrado y removido por el rector, previa consulta con el CTIC. Una muestra de la relevancia de este cargo en la

institución se refleja en el hecho de que tres de los últimos seis rectores de la Universidad han ostentado este cargo previamente.

La CIC tiene como objetivos impulsar y fortalecer la investigación científica; promover la descentralización científica, mediante el desarrollo de unidades foráneas; “apoyar la divulgación e intercambio de ideas”, así como de los resultados y experiencias que contribuyan al desarrollo de la ciencia y la tecnología en México.

También, difunde el estado que guarda la investigación científica en la UNAM, sirve de enlace para vincular las actividades del SIC con otras dependencias universitarias e instituciones nacionales y extranjeras. Además promueve y fortalece programas de investigación y desarrollo tecnológico vinculados con las necesidades del país y realiza estudios sobre investigación que permitan optimizar los recursos disponibles. Asimismo, propicia y gestiona ayuda económica para la investigación, proveniente de instituciones u organizaciones extrauniversitarias del país o del extranjero.

A su vez, ejecuta las decisiones del CTIC y apoyarlo para coordinar, planear e impulsar las labores de los institutos y centros del SIC y fomenta los vínculos con la actividad docente de la UNAM en licenciatura y posgrado.

A) Secretaría Académica (SA)

Esta secretaría maneja los asuntos académico-administrativos del personal académico del SIC y constituye la estructura central de la Coordinación. Su responsable funge también como Secretario del CTIC y de ella depende la Secretaría Técnica del CTIC. Esta última lleva las convocatorias, el orden del día y las actas de las sesiones, organiza, acopia y distribuye la documentación que analizarán los consejeros, tanto en el pleno como en las distintas comisiones, y resguarda el archivo del CTIC, memoria histórica del Consejo y de cada uno de los académicos del Subsistema.

La SA incluye otras tres secretarías técnicas.

a) Secretaría de seguimiento

Es responsable de la conformación, mantenimiento, actualización y explotación estadística de las bases de datos sobre el personal académico del Subsistema, sus productos, proyectos, y estímulos, entre otros; también ha creado y mantiene la página de la Coordinación en Internet y apoya a otras áreas de la CIC en el desarrollo de sus sistemas informáticos.

b) Secretaría de publicaciones y ediciones

Está encargada de investigar, revisar, redactar y elaborar diversos documentos e informes sobre aspectos varios del Subsistema, requeridos por la propia CIC, el CTIC, la administración central o el gobierno federal; también proyecta, coordina y realiza algunas publicaciones sobre esos mismos asuntos.

c) Secretaría técnica de comunicación y difusión

Realiza el boletín informativo mensual de la CIC, *El Faro*, y atiende diversas necesidades y oportunidades de difusión sobre las actividades de la CIC y el Subsistema.

Tres departamentos completan la estructura de la SA: el de Desconcentración de Trámites del Personal Académico, responsable de dar curso dentro de la Universidad a los movimientos académico-laborales de investigadores y técnicos académicos; el de Informática y Sistemas, que está a cargo del cuidado y atención a usuarios, equipos e instalaciones de cómputo y comunicación de la CIC, y el de Intercambio Académico, que promueve el intercambio de los miembros del Subsistema con instituciones académicas nacionales y extranjeras.

d) Secretaría de Investigación y Desarrollo

En marzo de 2000 se extinguió, por acuerdo del rector Juan Ramón de la Fuente, la Coordinación de Vinculación (Covi) y una gran porción de sus funciones se trasladó a la Coordinación de la Investigación Científica (CIC). Con ello, se reincorporaron a la Coordinación los programas universitarios de ciencia y ésta asumió la administración de los buques oceanográficos de la UNAM. Para realizar y renovar tales funciones se creó en la CIC la Secretaría de Investigación y Desarrollo (SID).

La SID busca consolidar en el Subsistema las capacidades de investigación científica, tecnológica y de servicios de apoyo, promoviendo proyectos aplicados con carácter prioritario para la UNAM y para el país. Una de sus áreas, la Dirección para el Desarrollo de la Investigación (DDI), auspicia la colaboración científica y la generación de proyectos pluridisciplinarios, en especial los orientados a resolver problemas nacionales.

Para ello, promueve la normalización, acreditación y certificación de las competencias analíticas y capacidades organizacionales de la investigación científica universitaria, conforme con estándares internacionales (ISO), y su participación en la identificación y solución de problemas del sector productivo, en la transferencia de tecnología y en la competitividad de la pequeña y mediana industrias.

Además, impulsa la transformación del conocimiento generado en innovación tecnológica es otro de los objetivos de esta dirección, que recientemente incorporó la tarea de coordinar los Programas Universitarios de Ciencia.

De particular significado son un grupo de proyectos relacionados con sistemas de información en línea, que estarán accesibles a través de la Internet: a) sistema curricular de la planta académica del SIC; b) sistema de información sobre capacidades de la investigación de la UNAM; c) Sistema de gestión y transferencia de tecnología; y

d) sistema sobre calidad y mejora continua. La colaboración entre los elementos del Subsistema con otras instituciones y entidades se formaliza por lo regular mediante convenios, cuya firma, por parte de la UNAM, corresponde al Coordinador de la Investigación Científica o a instancias académicas superiores.

La gestión interior y exterior de los múltiples convenios de colaboración con organismos externos a la UNAM la realiza la Coordinación de Servicios de Gestión y Cooperación Académica de la SID, labor que desempeña en vinculación continua con la Secretaría Jurídica de la CIC, con el Patronato Universitario, el CONACYT y muchos otros organismos.

La Coordinación de Plataformas Oceanográficas, por su parte, se ocupa de administrar los dos buques oceanográficos de la UNAM, El Puma y Justo Sierra, y sus bases, situadas en los puertos de Mazatlán, Sinaloa y Tuxpan, Veracruz, respectivamente. Los buques ofrecen servicio especializado para realizar investigaciones oceanográficas y son regularmente contratados por instituciones nacionales e internacionales.

La UNAM cuenta con 28 institutos y centros de investigación en territorio Nacional: Así como las 5 unidades interdisciplinarias que también forman parte de nuestra Máxima Casa de Estudios.

FACULTADES

- Facultad de Arquitectura
- Facultad de Ciencias
- Facultad de Ciencias Políticas y Sociales
- Facultad de Contaduría y Administración
- Facultad de Derecho
- Facultad de Economía

- Facultad de Estudios Superiores Acatlán
- Facultad de Estudios Superiores Aragón
- Facultad de Estudios Superiores Iztacala
- Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
- Facultad de Estudios Superiores Zaragoza
- Facultad de Filosofía y Letras
- Facultad de Ingeniería
- Facultad de Medicina
- Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
- Facultad de Odontología
- Facultad de Psicología
- Facultad de Química
- Escuela Nacional de Artes Plásticas
- Escuela Nacional de Enfermería y Obstetricia
- Escuela Nacional de Música
- Escuela Nacional de Trabajo Social

INSTITUTOS

- Instituto de Astronomía
- Instituto de Biología
- Instituto de Biotecnología
- Instituto de Ciencias Físicas
- Instituto de Ciencias del Mar y Limnología
- Instituto de Ciencias Nucleares
- Instituto de Ecología
- Instituto de Física
- Instituto de Fisiología Celular
- Instituto de Geofísica
- Instituto de Geografía
- Instituto de Geología

- Instituto de Ingeniería
- Instituto de Investigaciones Biomédicas
- Instituto de Investigaciones en Materiales
- Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas
- Instituto de Matemáticas
- Instituto de Neurobiología
- Instituto de Química
- Instituto de Investigaciones Antropológicas
- Instituto de Investigaciones Bibliográficas
- Instituto de Investigaciones Económicas
- Instituto de Investigaciones Estéticas
- Instituto de Investigaciones Filológicas
- Instituto de Investigaciones Filosóficas
- Instituto de Investigaciones Históricas
- Instituto de Investigaciones Jurídicas
- Instituto de Investigaciones Sociales
- Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación

CENTROS DE INVESTIGACIÓN

- Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico
- Centro de Ciencias de la Atmósfera
- Centro de Ciencias Genómicas
- Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada
- Centro de Geociencias
- Centro de Investigaciones en Ecosistemas
- Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental
- Centro de Investigación en Energía
- Centro de Radioastronomía y Astrofísica
- Centro de Nanociencias y Nanotecnología
- Centro de Investigaciones sobre América Latina y el Caribe

- Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades
- Centro de Investigaciones sobre América del Norte
- Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias
- Centro Universitario de Investigaciones Bibliotecológicas
- Centro de Enseñanza de Lenguas Extranjeras

PROGRAMAS

- Programa Universitario de Alimentos
- Programa Universitario de Ciencias e Ingeniería en Materiales
- Programa Universitario de Energía
- Programa Universitario de Investigación en Salud
- Programa Universitario de Medio Ambiente
- Programa de Posgrado en Ingeniería Ambiental
- Programa Universitario de Estudios de Género
- Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad
- Programa Universitario México Nación Multicultural
- Programa de Investigaciones Multidisciplinarias sobre Mesoamérica y el Sureste

CAMPUS FORÁNEOS

- Ensenada
- Morelia
- Morelos
- Sisal-Yucatán
- Facultad de Estudios Superiores-Unidad León Guanajuato, recién

aprobada por el Consejo Universitario en marzo de 2011.

FUENTE: www.unam

2.4.4 Dirección General de Divulgación de la Ciencia

En 1997, como parte de las reformas impulsadas por el entonces rector Francisco Barnés de Castro, la tarea de la Divulgación Científica dentro de la UNAM, quedó a cargo de la Dirección General de Divulgación Científica (DGDC) que surgió a partir de la transformación del Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia (CUCC). DGDC, UNAM (2005, Diciembre)

A partir del acuerdo del rector, firmado el 6 de octubre de 1997 que aprueba la transformación se busca fomentar y consolidar la divulgación de la ciencia en la UNAM.

Las consideraciones relevantes de este acuerdo fueron:

- a) Que la visión de la universidad es la formación de recursos humanos de calidad, los cuales permiten enfrentar los retos de una creciente competencia internacional.
- b) La investigación que contribuya a la solución de problemas nacionales;
- c) Preservar y difundir la cultura nacional, así como los grandes valores de la cultura universal en beneficio de nuestra sociedad.
- d) Que la reorganización de la estructura administrativa de la Universidad se ha venido haciendo de una manera sistemática, racional y con apego a la legislación universitaria, procurándose constantemente, entre otras cosas la reagrupación de funciones de las distintas dependencias de acuerdo con su naturaleza y objetivos.
- e) Que la cultura de los universitarios también comprende una vertiente científica la cual es necesario caracterizar, valorar e incrementar.

f) Que la notable importancia de las actividades científicas, desarrolladas en la UNAM y su presencia y valoración a nivel nacional e internacional hace necesaria la labor de *divulgar con la mayor amplitud posible*, estas actividades.

g) Que la *divulgación de la ciencia es de naturaleza interdisciplinaria*, por lo que es necesario crear y/o consolidar equipos de trabajo en estas particularidades.

La DGDC se creó para el cumplimiento de los siguientes objetivos:

- Promover, organizar y realizar actividades de divulgación de la ciencia, particularmente entre la comunidad estudiantil.
- Producir, distribuir, conservar y clasificar material concerniente a la divulgación de la ciencia.
- Establecer criterios para la evaluación de la divulgación de la ciencia.
- Formar y capacitar personal en los diferentes aspectos de la divulgación de la ciencia.
- Establecer relaciones, asesorar y prestar servicios a otras instituciones, estatales y privadas, nacionales y extranjeras para la realización de actividades de divulgación del conocimiento científico, en particular con las dependencias universitarias que realicen actividades de vinculación, docencia, investigación y difusión de la cultura.

La DGCA cuenta con dos direcciones:

A) Dirección de Vinculación

- Promueve el desarrollo de actividades que apoyen la formación docente, la investigación y la divulgación de la ciencia, particularmente aquellas relacionadas con los medios de difusión masiva como libros, folletos, revistas, programas de radio y televisión, entre otros.
- Formula recomendaciones relativas a la evaluación de la divulgación de la ciencia.
- Es importante destinar recursos, esfuerzos y creatividad a la difusión y promoción de la ciencia y la tecnología, así como de las opciones formativas en estos campos, ya que un pueblo con cultura científica está mejor equipado para enfrentar la realidad. Por consiguiente, *la UNAM debe participar con ahínco en la divulgación de la ciencia*, en especial porque dentro de sus recintos se genera un porcentaje notable del nuevo conocimiento de nuestra nación.
- Más allá del abundante y fructífero trabajo de difusión realizado por las propias comunidades de los centros, institutos y facultades de ciencia, la UNAM cuenta con una Dirección General de Divulgación de la Ciencia (DGDC), dependencia de la Coordinación de la Investigación Científica creada en 1997 y que ha conseguido dar mayor estructura y dimensión a esta función en la Universidad.
- La DGDC tuvo antecedentes relevantes. Un primer paso fue el establecimiento, en 1970, de un Departamento de Ciencias en la Dirección General de Difusión Cultural. Otro, independiente, dado con apoyo de la SEP, fue la fundación, en 1977, de un Programa Experimental de Comunicación de la

Ciencia en la Coordinación de Extensión Universitaria. Las funciones de ambos fueron reunidas e institucionalizadas el 17 de abril de 1980, al crear el Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia (CUCC), con una vocación dual, de investigación y servicio.

En 1992, el 12 de diciembre, al sureste de la zona cultural de Ciudad Universitaria, abrió sus puertas *Universum*, Museo de las Ciencias de la UNAM, y, en 1996, el *Museo de La Luz*, dedicado a la radiación electromagnética y situado en el ex templo de San Pedro y San Pablo, inmueble que data del siglo XVI y que es un pilar de la historia mexicana. Los dos museos permiten al público en general, niños y adultos, acercarse a la ciencia mediante exposiciones interactivas, videos, juegos y otros medios.

Universum es el primer museo de su tipo en el país y el más grande de América Latina, con un área de 22 mil metros cuadrados de exposición y más de 500 equipos interactivos: en su interior se realizan más de 120 actividades públicas cada mes, y se pone especial atención en los docentes, los estudiantes y sus familias.

La actual *Dirección General de Divulgación de la Ciencia* se creó, finalmente, en octubre de 1997, producto de la transformación del CUCC y la incorporación de estos dos museos.

Entre las funciones de la Dirección están *promover, organizar y realizar actividades de divulgación de la ciencia, en especial para la comunidad estudiantil; producir, distribuir, conservar y clasificar material de su actividad; establecer criterios para la evaluación de la divulgación; formar y capacitar personal en divulgación de la ciencia; fomentar relaciones, asesorar y prestar servicios a más dependencias de la UNAM y a instituciones externas, estatales y privadas, nacionales y extranjeras, para la divulgación del conocimiento científico.*

Además de una dirección que coordina la actividad de los museos (que incluye, por cierto, cursos, talleres, exposiciones y conferencias), la DGDC tiene una *Dirección de Vinculación*. Ésta cuenta con un área de Educación No Formal (es decir no escolarizada) que, entre otras, ofrece actividades educativas sobre frutales, bonsái, telescopio y astronomía básica, y que dispone de laboratorios prácticos (Astrolab y Fisilab); y con otra área de Medios, que elabora productos audiovisuales de divulgación, libros y publicaciones periódicas, como la exitosa revista *¿Cómo ves?*, y el Boletín el *Muégano Divulgador*, ambas accesibles tanto impresas como en Internet.

La amplia gama de actividades de la DGDC se complementa con programas de becarios, que permiten la formación de jóvenes divulgadores de la ciencia, programas de radio transmitidos por *Radio UNAM* y servicios de comercialización de múltiples productos de divulgación, exposiciones e instalaciones. Además tiene a su cargo la publicación de la revista *¿Cómo ves?*

*Dirección General de Divulgación de la Ciencia, Subdirección de Medios de Comunicación, Revista *¿Cómo ves?*, edificio del Museo Universum, 3er piso, Circuito Mario de la Cueva -s/n, Zona Cultural, CU, Delegación. Coyoacán 04510, México D.F., Tel. (55) 5622-7297 fax al (55)5424-0138 de lunes a viernes de 10:00 a 18:00 horas. Correo electrónico: comoves@universum.unam.mx

B) Dirección de Museos

- Proporciona, mantiene y opera espacios de encuentro con la cultura científica para la comunidad universitaria y el público en general.
- Desarrolla actividades relacionadas con la divulgación de la ciencia como cursos, conferencias, mesas redondas, seminarios y talleres.

- Comercializa procedimientos y equipamientos desarrollados en los museos adscritos, así como allegarse de acuerdos financieros para estos últimos.
- Opera el Museos de la Ciencias UNIVERSUM y el Museos de la Luz.

a) Museo de las Ciencias *Universum*

Es a fines de 1979 cuando en la UNAM se comienza a cristalizar el sueño de tener un museo de las ciencias; un museo donde nuestros jóvenes y niños pudieran sentir lo que no se puede experimentar sólo con imágenes o con palabras: la posibilidad del contacto práctico y directo con la realidad, con el realismo de las maravillas que las ciencias nos ofrecen.

Era un momento especial en la UNAM porque se había inaugurado recientemente su mayor proyecto de investigación científica de entonces: el Observatorio Astronómico de San Pedro Mártir, situado en la elevada sierra del mismo nombre, al sureste de Ensenada, Baja California.

En aquel tiempo, la UNAM hacía muy poco para divulgar las ciencias y nuestra conciencia universitaria no estaba del todo tranquila; había que dar a nuestros futuros forjadores de México, un museo de ciencias moderno, de carácter participativo y de gran calidad.

Motivados por ello, Luis Estrada y José Sarukhán, directores de Comunicación de la Ciencia, el primero, y del Instituto de Biología, el segundo, comenzaron a planear un centro de ciencias que se llamaría “Las avenidas de la evolución”; al mismo tiempo, Arcadio Poveda, director del Instituto de Astronomía, proponía a la rectoría la

construcción de un planetario con espacio para exposiciones de astronomía y astronáutica.

Se hicieron planos y proyectos, se obtuvieron presupuestos y, sin embargo, ambos sueños, por diversas razones, no prosperaron; tendrían que pasar casi diez años para que el primer sueño dejara de serlo y se convirtiese en realidad.

Fue hasta el 20 de noviembre de 1989 cuando el doctor Jorge Flores Valdés, del Instituto de Física, reunió, por encargo del ya entonces rector doctor José Sarukhán, a un grupo de universitarios, especialistas en campos diversos, para que hiciesen llover ideas de cómo hacer un museo de ciencias, moderno, original y adecuado para México.

La reunión tuvo lugar en Cuernavaca, en la casa del doctor Tomás Garza, donde él y su esposa Rosi acogieron el grupo formado por: Jesús Aguirre Cárdenas, Robert Bay, Javier Bracho, José Antonio de la Peña, José de la Herrán, Julieta Fierro, Miguel Franco, Santiago Genovés, Ricardo Peralta, Rafael Pérez Pascual, Daniel Piñero, Maricarmen Serra Puche, Julia Tagüeña y Víctor Toledo. Cada uno presentó sus propuestas de las salas del museo y se quedó en trabajarlas y afinarlas con objeto de hacer una segunda reunión, ya con proyectos concisos, para enero de 1990.

Entre tanto, se formó el gabinete de ingeniería del futuro museo con el ingeniero Amado Santiago al frente y se acondicionó la planta baja de la Torre II de Humanidades para albergar dicho gabinete, así como los demás que se irían formando, como el de cómputo, del que se encargó el doctor Enrique Daltabuit.

Jorge Flores, con la ayuda de la doctora Sofía Hernández y de Adolfo Cordero, comenzó a planear la exposición que se llamó “Ciencia y deporte”, que serviría como ensayo general para afirmar el concepto y la forma del futuro museo de las ciencias que aún no tenía nombre. Esta exposición contó con unos 30 equipamientos interactivos, diseñados y hechos en la UNAM, y una sala dedicada al estudio médico para definir las

capacidades deportivas de quienes se inscribieran y quisieran conocer sus facultades en ese campo.

La exposición se abrió en el Museo Universitario de Ciencias y Artes (MUCA) situado en el *campus* universitario, y simultáneamente se prepararon 39 exposiciones temporales que se montaron en diversos sitios, sirviendo además para probar los equipamientos diseñados y construidos en la UNAM, respecto a su calidad y duración, así como para estudiar la acogida que los visitantes dieran a aquellos aparatos.

Ya para entonces el proyecto del museo contaba con una centena de colaboradores, entre técnicos, ingenieros, museógrafos y operarios; poseía un pequeño grupo para los servicios y el mantenimiento, y un taller general para la fabricación y el acabado de los más de 200 equipamientos que ya estaban funcionando en las exposiciones temporales.

Los años 1990 y 1991 fueron de una febril actividad: Arquitectura hizo un proyecto monumental de museo, planetario y estacionamiento subterráneo, que estaría situado entre Insurgentes y la sala Nezahualcóyotl; se terminó la exposición “Ciencia y deporte”; se definió el número de salas del museo, abandonándose la idea de “Las avenidas de la evolución”; se visitaron museos extranjeros, pero se decidió hacer algo original y congruente con nuestra cultura y mexicanidad, con equipamientos diseñados de acuerdo con nuestras ideas; para ello, el grupo arriba mencionado generó los conceptos de equipamientos que se manejarían en cada sala y se construyeron los prototipos.

Así las cosas, de pronto, Jorge Flores anunció que el CONACYT se iría del campus universitario y con esto se adelantó la inauguración del museo, ya que sólo habrá que adaptar el edificio.

Sin embargo, la adaptación resultó mucho más complicada de realizar de lo que se había pensado, debido a que fue necesario cubrir los patios interiores, construir la entrada principal, ampliar los estacionamientos, etcétera; para lograrlo, el Departamento de Obras de la UNAM realizó un excelente trabajo y el Museo de las Ciencias *Universum*, que para entonces ya tenía nombre, con 11 salas dedicadas a diversas áreas, una más de exposiciones temporales y con espacios donde crecer, estuvo listo para su inauguración el 12 de diciembre de 1992.

En la antigua guardería del CONACYT, que se había adaptado previamente para albergar los gabinetes de ingeniería y diseño, se construyó su auditorio propio, un observatorio astronómico (Astrolab), un teatro-laboratorio (Fisilab) y varias salitas para cursos y talleres, así como una sala de hidroponía; de esta forma quedó constituida la que llamaríamos la “Casita de las Ciencias”.

Posteriormente, lejos de *Universum*, en el Centro Histórico de la capital, se inauguró el *Museo de la Luz* que en octubre de 2010 se mudaría a las instalaciones de la calle de San Ildefonso 43, para dejar el edificio de el Antiguo Colegio Máximo de San Pedro y San Pablo, ubicado en las calles del Carmen y San Ildefonso, al nuevo Museo de las Constituciones.

Asimismo, en *Universum* se construyó una bóveda para un mini Planetario-Laserium y últimamente se ha abierto un bello y acogedor Espacio Infantil, así como una sala dedicada a exposiciones temáticas, la cual alberga una magnífica presentación sobre satélites de comunicaciones.

Al cumplir 10 de años de su apertura, *Universum* recibió a su visitante número seis millones, pero los sueños aún no terminan ya que se proyecta la creación de un “Centro del Espacio”, que contará con un gran planetario y un virtuarium electrónico, lo más moderno en la proyección de películas panorámicas: todo ello apoyado con restaurantes, tiendas y otros servicios que, en conjunto, podrán brindar a la comunidad

universitaria, a la población de la ciudad, a nuestros visitantes de provincia y a los de otros países, las realidades del presente, la tradicional hospitalidad mexicana, así como las extraordinarias imágenes y sensaciones acerca de la ciencia, y de otra índole, que nos tiene reservado el porvenir.

Durante la celebración de los 13 años de la apertura de Universum, el entonces rector Juan Ramón de la Fuente (2005) comentó a los medios de comunicación que “(Universum) es uno de los centros de divulgación más importantes del mundo. Han venido ya más de 8 millones de niños. Estamos haciendo una de estas tareas que van a dar frutos a mediano y a largo plazo... cuantas vocaciones seguramente se han estado despertando en estos años, de niños que llegan por primera vez... se dan cuenta que la ciencia es no solamente formidable, maravillosa, sino que puede ser divertida y que alguien puede vivir de la ciencia profesionalmente”.

b) Museo de la luz

El Museo de la Luz te invita a vivir una experiencia enriquecedora y entretenida aprovechando los diferentes aspectos de la luz, así como la arquitectura, el arte y la historia del edificio que lo albergó hasta 2010: Antiguo Templo de San Pedro y San Pablo, espacio que dio lugar al Museo de las Constituciones. Museo de la Luz (2006, Enero)

En este espacio que ahora se ubica en el edificio de San Ildefonso 43, en el Centro Histórico, por muchos años constituyó un museo interactivo se en el que se exploraban diferentes facetas del fenómeno de la Luz, que van desde su naturaleza hasta su relación con otras áreas del conocimiento. El museo conjuga en su propuesta ciencia, arte e historia con el propósito de ofrecer una visión completa de la cultura.

Además de sus recorridos, el Museo de la Luz ofrece diversas actividades tales como talleres, demostraciones, conferencias, exposiciones temporales, cuenta cuentos y proyecciones de diaporamas que harán más interesante tu estancia.

En este sentido, la doctora Julia Tagüeña Parga (2005), directora general de divulgación de la ciencia en la UNAM, durante el periodo 2004-2008 indicó que esa dependencia universitaria pretende divulgar la ciencia a la sociedad a través de todos los medios, no únicamente los museos: Universum y De la Luz, sino que también la universidad cuenta con la revista ¿Cómo ves, páginas web en cada uno de los institutos, además de contar con una editorial propia que publica libros de divulgación de la ciencia.

“Tenemos una cabina de radio y producimos nuestros programas. Hacemos videos y pretendemos usar TV UNAM para transmitirlos. Lo que queremos es cubrir todos los medios que hay de comunicación de la ciencia. Para culminar nuestro papel en la UNAM, somos ahora sede del posgrado en Comunicación de la Ciencia que tiene maestría y doctorado, el cual forma parte del Posgrado de Filosofía de la Ciencia y las clases se dan en la Casita de las Ciencias que esta frente al museo (Universum)”, subrayó la doctora Tagüeña.

Sobre la descentralización de la investigación científica de los centros e institutos que se localizan en Ciudad Universitaria, la UNAM se encuentra aún en el camino aunque se ha esforzado por lograrlo. Cabe mencionar el papel fundamental de las cinco Facultades de Estudios Superiores (FES) que se encuentran en el área metropolitana.

La contribución científica de escuelas como la FES Cuautitlán, Iztacala y Zaragoza en áreas como: ciencias bioémédicas, químicas y biológicas ha sido fundamental para el fortalecimiento de la universidad y la extensión de sus avances por el impacto que han tenido en las zonas urbanas en donde se encuentran ubicadas.

Asimismo, la FES Acatlán y Aragón se han distinguido en los estudios jurídicos, tecnológicos, sociales y humanísticos.

Además se destaca la investigación en sus centros foráneos localizados en estados como Ensenada, Baja California; Cancún, Quintana Roo; Querétaro, Michoacán y Cuernavaca, entre otros.

Hasta aquí lo relacionado con los instrumentos que cuenta la UNAM para hacer la divulgación de la ciencia. Ahora bien en la siguiente parte de la investigación se presentan los inicios y creación del periódico *La Jornada*, así como su filosofía, código ético y desde luego la postura que adopta frente a la divulgación científica. Cabe destacar que este punto es importante para entender cuáles son características editoriales de la empresa, sus alcances y limitaciones.

Es en este momento en donde se hace la vinculación entre ambas instituciones, la UNAM y el periódico *La Jornada*. Por un lado, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) como la institución que según, René Drucker Colín (2005), ex Coordinador de la Investigación Científica y ahora Director General de Divulgación de la Ciencia en la Máxima Casa de Estudios, "(la UNAM) es la encargada de realizar más del 50 por ciento de toda la investigación que se hace en México y resto se reparte entre los 12 institutos del CONACYT, 12 universidades del interior del país e institutos nacionales tanto públicos como privados".

Por otro lado, el suplemento *Investigación y Desarrollo* del periódico *La Jornada* se interesa por la divulgación de los avances científicos que se trabajan en la Universidad Nacional. Es decir, la UNAM es la principal fuente de información para dicho suplemento.

2.5 Fundación del periódico *La Jornada*

2.5.1 Inicios de *La Jornada*

Para hablar del origen del periódico *La Jornada* hay que remontarse a la década de los 70, cuando el gobierno de Luis Echeverría estaba llegando a su fin. En ese entonces, un grupo de periodistas del diario Excélsior intentaban –según palabras de su director, Julio Scherer -convertir este periódico en un medio crítico, un espacio abierto a la libre expresión de las ideas divergentes que surgían entre varios sectores de la *población* y el gobierno.

Fue en 1976 cuando se dio el llamado “Golpe a Excélsior” pormenorizado por Vicente Leñero en su libro *Los periodistas* y el cual obedeció a la presión ejercida por parte del gobierno hacia los directivos.

El 27 de noviembre de 1983, cuatro funcionarios del periódico *Uno más uno* renunciaron a sus cargos por “diferencias sustanciales con la dirección”. Estos funcionarios eran: Carlos Payán, Subdirector general; Miguel Ángel Granados Chapa, director editorial; Carmen Lira, Subdirectora de información; y Humberto Musacchio, segundo jefe de redacción.

Los renunciantes sostuvieron que se vivía una crisis empresarial, moral y política al interior de esa empresa. Empresarial, pues de no ajustar la economía y buscar subsidios, eventualmente llegarían a la quiebra; moral, porque se había abusado de la buena fe de los trabajadores y burlado el proyecto básico de la editorial; y política, por denotar una voluntad conservadora hacia la vida interna del diario y una actitud antisindical en detrimento con el compromiso contraído con causas sociales y políticas.

La salida de estos funcionarios trajo consigo a que varios reporteros, fotógrafos, redactores, caricaturistas y empleados administrativos, en solidaridad también

renunciaran. El agrupamiento de estos reporteros hizo que se perfilara la posibilidad de un nuevo proyecto. Más tarde, Carmen Lira Saade expresaría que “un nuevo diario era una especie de obligación ya que todos eran profesionales del periodismo y tenían un compromiso con el público”. (Hernández, 1990: 13)

La empresa periodística que editaría oficialmente *La Jornada* se presentó en el Hotel de México, el 29 de febrero de 1984, con una concurrencia de casi 5 mil personas. Esta empresa llamada *Desarrollo de los medios S. A* sería financiada por la Sociedad Civil de México a través de suscripción de acciones, cada una con un costo de 5 mil pesos.

Pablo González Casanova ex rector de la UNAM, Carlos Payán y Héctor Aguilar Camín en representación de más de 70 periodistas y escritores explicaron las razones de esta iniciativa, las características y principios del nuevo diario y la estructura de la sociedad que lo editaría.

“Fue tal el poder de convocatoria, que para julio del mismo año junto con la *Sociedad Civil Demos* quedó constituida legalmente. Y para el miércoles 19 de septiembre de 1984 salió a la venta el primer número con un tiraje de 27 mil 500 ejemplares, de aproximadamente 32 páginas cada uno”. (Román, 2003: 22)

Cada página tenía una galera permanente en la que se daba información periodística menos trascendente y se colocaba en columnas fijas o editoriales. Se dieron noticias del país y del mundo; otras de economía, trabajo, capital, cultura y deportes.

“*La Jornada* marcó un hito en la acción política a lo que la prensa contemporánea se refiere. Se presentó como una publicación no partidaria; defensora de valores como la democracia, la justicia, la libertad y el nacionalismo; independiente y con gran rigor

profesional; muy abierta políticamente y con gran salud financiera”. (Hernández, 1990: 13)

Carlos Payán, director de la publicación, señalaba que su diario defendería la soberanía e independencia nacionales; demostraría solidaridad con las luchas de otros pueblos para hacer realidad estos principios, defendería el ejercicio de las garantías individuales y sociales de los mexicanos; pugnaría por el ensanchamiento y la multiplicación de la pluralidad política y el respeto de los derechos de las minorías, así como la distribución igualitaria de la riqueza y la limitación de privilegios políticos y económicos.

“El formato de *La Jornada* esta básicamente inspirado en el diario *El país*, o en el francés *Liberation*”. Este diario inició sus operaciones en el edificio de Nuevo México, ubicado en el Centro Histórico de la capital. Posteriormente, sus oficinas se ubicaron en Balderas número 68 y hoy en Av. Cuauhtémoc, Santa Cruz Atoyac. En 1989 se tomó la decisión de establecer un taller propio (Imprenta de Medios S. A de C. V.

Entre sus caricaturistas más destacados se encuentran *Magú*, *El fisgón*, *Helguera* y *Rocha*. Además de la colaboran de importantes articulistas y columnistas como Julio Hernández *Astillero* y Cristina Pacheco con su participación semanal en *Mar de Historias*.

Los principios editoriales y periodísticos de *La Jornada* son la reflexión y el debate como una propuesta alterna a la caducidad de un modelo político piramidal, opuesto a la participación de la gente en los asuntos políticos. *La Jornada* busca presentar a la par de las noticias, contextos políticos y sociales.

Esta organización editorial cuenta con elementos suficientes para la elaboración, distribución e impresión del material noticioso que genera:

- Desarrollo de Medios (DEMOS); razón social y dirección de *La Jornada* en donde se encuentran los directivos, editores, reporteros y todo el personal encargado de generar la información para el diario.
- Imprenta de Medios (IMSA); esta empresa se encarga de la impresión del material proveniente de *La Jornada*, tales como el mismo periódico.

La Jornada es un corporativo que conjunta medios necesarios para difundir el trabajo de informadores, académicos, escritores, artistas plásticos, líderes políticos y sociales, empresarios y profesionistas.

Este diario es uno de los principales del país con un creciente prestigio y aceptación en varios sectores de la sociedad. Por su gran circulación se ha convertido en uno de los pocos periódicos que tiene una circulación certificada.

Como empresas filiales DEMOS tiene relación estrecha con los diarios *La Jornada* de Morelos, *La Jornada* de Oriente (Puebla y Tlaxcala) y *La Jornada* San Luis (San Luis Potosí) cuyo consejo de administración es autónomo.

2.5.2 Filosofía de *La Jornada*

La noche del 29 de febrero de 1984 también se hizo pública la filosofía de *La Jornada* en donde se identifican dos grandes niveles, ambos complementarios:

1. Para el manejo y la administración de la organización en donde se acuñó el lema: “Un diario entre iguales”.

2. Los valores que desde las páginas del diario pretende promover entre sus lectores y que son las causas de la democracia, la independencia y la soberanía nacional, la justicia y el respeto a los derechos humanos, entre otros.

El mismo día de la convocatoria pública el director Carlos Payán trazó los objetivos que previamente habían acordado los más de 70 periodistas y escritores convocantes para la creación del nuevo diario. Nos proponemos hacer de La Jornada un nuevo diario de sólida lectura profesional que equilibre en sus páginas la información abundante y la reflexión sobre los problemas del ahora.

José Antonio Román, en su tesis “La Jornada un diario deseado” (2003) señala que se trata de un periódico de profesionales de la información basado en la investigación cuidadosa, el reportaje especial, la crónica libre, la entrevista amplia y oportuna. Un diario que consigne en sus páginas el movimiento de la sociedad, la realidad diaria de personas y sectores, esa experiencia de todos los días que vive el país real y que no siempre se refleja en las preocupaciones y declaraciones de la cúpula. Un diario que dé voz a quienes no la tienen, un diario moderno y plural abierto en la ideología y en lo político, un diario que convoque a las nuevas corrientes de opinión que van surgiendo del medio político y periodístico, del mundo intelectual, *de los centros de investigación especializado*, de los centros de diagnóstico del sector público y aún de la empresa privada, un diario profundamente crítico.

2.5.3 Concepto de ética y ética periodística

El término ética se deriva del latín *costumbre* y, por ello se ha definido con frecuencia como la doctrina de las costumbres.

“El término ética es tomado primitivamente sólo en un sentido ‘adjetivo’, se trata de saber si una acción, una cualidad, una virtud o un modo de ser son o no ‘éticos’. Las virtudes éticas son para Aristóteles aquellas que se desenvuelven en la práctica y que

van encaminadas a la consecución de un fin... lo ético se ha identificado cada vez más con la moral, y la ética ha llegado a significar propiamente la ciencia que se ocupa de los objetivos morales en todas sus formas, la filosofía moral". (Ferrater, 1994: 1141)

En otras palabras: la ética comienza siempre en el otro, en su reconocimiento y en su valor.

Los cuatro fundamentos de la ética periodística son:

1. Apego a la verdad.
2. Compromiso con la independencia.
3. Responsabilidad.
4. Servicio a la sociedad.

El apego a la verdad supone la razón de ser del periodismo. Sin la calidad de ser veraz, se cae todo el andamiaje periodístico. Pero no sólo ha de procurarse decir la verdad, sino fundamentalmente aspirar a ser creíble. Presentar la verdad significa ajustarse a la fidelidad de los hechos con exactitud en la presentación.

El concepto de ética hace referencia al 'deber ser' que es un conjunto de valores o principios que buscan preservar o estimular el bien común, y que han de manifestarse en los actos. Estos valores éticos se adoptan personalmente, implican congruencia entre el ser y el hacer, y por ende suponen una actitud ante la vida.

"Una información ética es aquella que no exalta, ni mucho menos magnifica, la violencia en ninguna de sus manifestaciones, al contrario, la rechaza. Una información ética es aquella que asume a la paz como actitud, es decir, como una convicción interna por parte del informador y del medio informativo, y cuando se encuentra ante una injusticia debe reaccionar con el mismo profesionalismo para dar una información objetiva. Información ética es sinónimo de paz, justicia y libertad". (González, 2002: 46)

2.5.4 Código de ética

El código ético, según Rosa Esther González (2002), es un conjunto de normas morales que regulan la conducta de determinado sector de la sociedad desde dos planos; el plano de los principios y fines éticos y el plano de la conducta jurídica, como el medio por el cual la ley lleva a cabo su cumplimiento.

Ello se logra una vez que se atiendan los principios lógicos donde tenga como punto rector el respeto a sus semejantes actuando con responsabilidad, objetividad, claridad, veracidad y haciendo uso de la libertad de prensa de forma adecuada.

En términos estrictos el diario *La Jornada* no cuenta con un Código de Ética como tal. De acuerdo con Elizabeth Velasco, ex secretaria del sindicato de empleados del periódico, “en realidad es algo intrínseco que tiene que ver con la ideología de quienes trabajan en el periódico, ya está muy prefigurada”.

La también reportera de ese diario aseguró que en alguna ocasión intentaron incluir una “cláusula de conciencia” en el contrato colectivo para que en caso de cambiar la tendencia del diario los empleados tuvieran el derecho a renunciar y con ello recibir una indemnización, sin embargo, no fue aceptada.

Dijo que nunca han tenido algún problema por la falta de un código ético aunque han querido establecer uno, por si acaso, por si se llega a presentar una situación eventual. Se rigen con los principios propios del diario, es decir, darle voz a la sociedad civil, a los grupos marginados y a las organizaciones de derechos humanos.

Explicó que hasta el momento no ha sido necesario por el perfil de sus trabajadores y los principios que le dieron vida a este periódico desde su creación. Entre otros requisitos para ingresar como reportero a *La Jornada* es contar como mínimo con 5 años de experiencia en el medio y haberse desempeñado siempre con

honestidad, contar con la licenciatura concluida en áreas afines a las ciencias sociales y tener conocimiento de todos los géneros periodísticos.

2.5.5 Suplementos de *La Jornada*

Su directora desde 1996 es Carmen Lira Saade y cuenta en 2011 con varios suplementos:

- *La Jornada Semanal*
- *Triple Jornada*
- *Letra S. (Salud, sexualidad, sida)*
- *Masiosare.*
- *La Jornada en la Economía*
- *Hojarasca*
- *Investigación y Desarrollo (Ciencia y Tecnología/ Ciensalud)*
- *La Jornada Ecológica*
- *La Jornada en la Ciencia*
- *La Jornada migración*
- *Orbe (editado por prensa latina de Cuba)*

2.6 Creación del suplemento *Investigación y Desarrollo*

INVESTIGACIÓN y DESARROLLO **IID**

México, mayo de 2001 • Número 96, año IX • Director: Manuel Meneses

En determinados cultivos casi duplican el rendimiento por hectárea

LOS BIOFERTILIZANTES DE LA UNAM



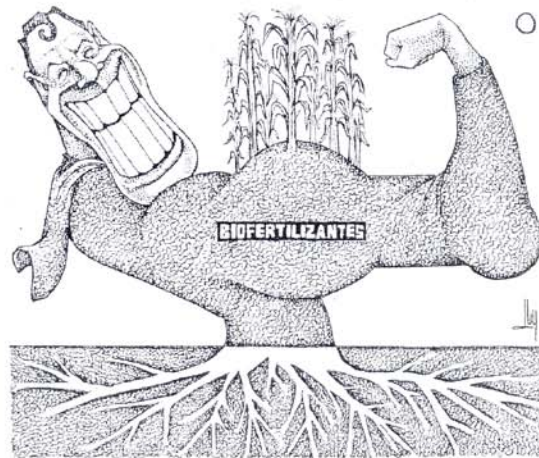
El reto científico del cráter de Chichicuilab
■ 3

Agua, un tema de seguridad nacional
■ 7

Ciensalud

La riesgosa osteoporosis
■ 8 a 10

PARA EMPRESARIOS



PATRICIA LÓPEZ SUÁREZ

Incrementan el rendimiento de cultivos de frijol, maíz y otras semillas. Estimulan el crecimiento de las plantas y nutren cosechas de forma "limpia" a través de procesos biológicos que sustituyen a sustancias químicas contaminantes. Son biofertilizantes, tecnologías que apoyan el desarrollo agrícola utilizando bacterias que llevan nutrientes del aire a las raíces de las plantas o que estimulan el crecimiento de las raíces.

Desarrollados en el Centro de Investigación sobre Fijación del Nitrógeno de la Universidad Nacional Autónoma de México (CIN-UNAM) y probados durante 1999 en alrededor de medio millón de hectáreas, correspondientes a cultivos de sorgo, café, trigo, cebada, frijol y maíz, estos biofertilizantes incrementan el rendimiento por hectárea desde un 11 por ciento hasta un 95 por ciento (siendo 26 por ciento el promedio en los diferentes cultivos) en comparación con fertilizantes químicos tradicionales. Este tipo de

biofertilizante novo un costo de diez pesos (400g) y se utiliza hasta en una hectárea. Por otra parte, la utilización de cepas bacterianas fijadoras de nitrógeno mejoradas genéticamente, que se utilizaron como biofertilizante en cultivos de frijol, reducen 50 por ciento el consumo de agua de riego para los cultivos y abaratan costos a los productores. La semilla que se obtiene en este caso tiene un alto contenido nitrógeno, por lo que es más nutritiva.

La doctora Georgina Hernández Delgado, directora del CIN-UNAM, explica que "los fertilizantes químicos representan uno de los mayores insumos agrícolas". Su producción y uso se ha incrementado enormemente en las últimas décadas, sobre todo en países desarrollados, ocasionando serios daños a la ecología del planeta: la volatilización de óxidos de nitrógeno a la atmósfera que conlleva la destrucción de la capa de ozono; el agotamiento de recursos renovables; el desequilibrio del ciclo global de nitrógeno en la Tierra y la contaminación de los mantos acuíferos por exceso de nitratos. Esto último representa un grave problema de contaminación

en los ríos más caudalosos del mundo, como el Mississippi en Estados Unidos, el Támesis en Gran Bretaña y el río Yang Tze, en China, que contaminan también a los mares donde desembocan y por tanto a otros países".

De ahí que una vertiente de la investigación aplicada del CIN-UNAM se refiera a la utilización de microorganismos fijadores de nitrógeno como biofertilizantes, una efectiva alternativa en los cultivos agrícolas frente a los recursos químicos.

Un nutriente "en el aire"

El nitrógeno es un compuesto constituyente del 70 por ciento del aire que respiramos, pero solo ciertas bacterias pueden aprovecharlo, "fijarlo" y transformarlo en compuestos que utilizan otros organismos. Algunas bacterias fijadoras del nitrógeno viven en simbiosis con leguminosas como frijoles, chícharos y garbanzos, habiendo en los nódulos en sus raíces o en sus tallos. Otras viven independientemente y con su actividad enriquecen al suelo de nitrógeno.

Con diversas líneas de investigación, los docto-

□ 4

2.6.1 Los inicios de *Investigación y Desarrollo*

Investigación y Desarrollo es un suplemento especializado en ciencia y tecnología, el cual aparecía publicado en dos entregas cada mes (2005). Se dividía a su vez, en dos ejemplares subtemáticos: 1) *Ciencia y Tecnología*: que sale al mercado el segundo miércoles de cada mes y 2) *CiensaIud*: el cual se distribuye el cuarto miércoles del mes, ambos en el periódico de circulación nacional *La Jornada*.

Tras su fundación el 2 de octubre de 1992, a iniciativa de Manuel Meneses Galván. *Investigación y Desarrollo* comenzó a salir cada mes, y en el mismo ejemplar se incluían ambos materiales temáticos, sin embargo, a partir del 13 de junio de 2001, por razones comerciales y editoriales, sus creadores tomaron la decisión de dividirlo en dos suplementos temáticos. Ya para 2010 el suplemento especializado regresó a su periodicidad original de una entrega por mes, ante la crisis de recursos, la competencia que significa el internet y los canales de televisión restringida, entre otros factores.

El suplemento es editado por la empresa mexicana *Consultoría en Prensa y Comunicación S. A de C. V.*, integrada por un grupo de periodistas, cuyo director editorial es Manuel Meneses Galván quien se propuso el reto de producir un producto comunicativo especializado en Ciencia y Tecnología que fuera serio, profesional y con un formato innovador, que a su vez divulgara los avances científicos logrados por investigadores mexicanos, según afirmó en entrevista realizada por el autor de este trabajo, Yolanda Rojas, coordinadora editorial de *Investigación y Desarrollo* en mayo de 2004.

De esta manera, en asociación con *DEMOS, Desarrollo de Medios SA de CV* y en común acuerdo con las diferentes instituciones encargadas de la investigación en México, se inicia un nuevo proyecto de divulgación científica cuyo nombre adoptado sería *Investigación y Desarrollo*.

Como toda publicación a través del tiempo ha pasado por un proceso de evolución que le han permitido mantenerse vigente en el gusto de sus lectores. Entre sus objetivos se encuentran: divulgar los avances científicos, tecnológicos y de salud que ocurren en México un país en desarrollo. Es así como da cuenta periodística de sucesos, avances y desarrollo de las investigaciones científicas y las tecnológicas como parte de un ejercicio profesional que busca contribuir a la generación de un conocimiento amplio y accesible para la sociedad.

“Concebimos a la ciencia y la tecnología como elemento indispensable para el desarrollo, en tanto que sus aportes contribuyen en múltiples sentidos a la resolución de problemas y retos de toda la sociedad”, de acuerdo, con Yolanda Rojas, coordinadora editorial y reportera de *Investigación y Desarrollo*.

Cada una de sus dos ediciones mensuales incluye notas y reportajes en torno a los aportes de la ciencia, tecnología y la salud de los principales investigadores del país, el cual cuenta con la participación y profesionalismo de un cuerpo de periodistas especializados.

2.6.2 Características del suplemento

- Su tiraje es de 100 mil ejemplares, los cuales son distribuidos nacionalmente. Además, de imprimir 3 mil ejemplares extras que se regalan a dependencias del gobierno y especialistas de la rama.
- Publicación que surgió ante la necesidad de crear una publicación mexicana que divulgara de manera seria y profesional las investigaciones científicas que se realizan en México. Sus oficinas se localizan en la calle de *Durango No. 247, 2do. Piso Col. Roma, en la Ciudad de México*.

- Por ello, *Investigación y Desarrollo* nace como una publicación especializada en divulgación científica, en sustitución de la sección “*Lunes en la ciencia*” del periódico *La Jornada*, luego de los directivos de dicho periódico manifestaron su confianza y dejaron en manos de expertos la investigación científica.

- Su objetivo principal es *divulgar* la información científica, es decir, traducir esos conocimientos a un lenguaje coloquial que sea entendible para el lector común. Esta característica lo distingue de otras publicaciones especializada ya que la mayoría de los medios en México difunden superficialmente la información científica.

- Para ir más allá de sólo la difusión superficial, *Investigación y Desarrollo* hace un esfuerzo extra al momento de efectuar investigaciones profundas, tal es el caso de explicar el por qué y para qué de las temáticas científicas con el propósito de ofrecer la información de manera directa, atractiva y comprensible a los lectores.

- En sus inicios el periódico *La Jornada*, contaba con una sección llamada “*Lunes en la Ciencia*” realizada por los editores del propio diario que por muchos años se mantuvo, sin embargo, su periodicidad era muy irregular. Es decir, a veces aparecía y a veces no. Más tarde, se crea el suplemento *Investigación y Desarrollo* aunque esto no significó la desaparición de esa sección de alguna manera se le dio menos prioridad a su contenido.

- Actualmente en 2011 el periódico *La Jornada* cuenta con la sección denominada “*Ciencias*” que se publica de martes a viernes, además del suplemento *La Jornada en la Ciencia*, coordinado por Javier Flores, el publica los artículos de opinión de investigadores mexicanos y del extranjero. Entre su plantilla de investigadores cuenta con la pluma de: Ranulfo Romo, Juan

Ramón de la Fuente, Adolfo Martínez Palomo y Silvia Torres Castilleja. En ese suplemento se pueden encontrar artículos sobre temas como: físico matemáticas, de la tierra, sociales y humanidades y químicas y de la salud.

2.6.3 Código de ética del suplemento

Como principio ético de la empresa periodística toda información es fundamentada directamente en el científico, instituto o universidad quienes avalan todos los productos publicables, tomando en cuenta siempre el compromiso social como periodistas.

En su etapa de investigación, los periodistas de *Investigación y Desarrollo* tienen la obligación de prepararse previo a una entrevista con la finalidad de realizar un trabajo más profundo que aclare el panorama de los lectores.

De forma complementaria, los periodistas tienen una capacitación continúa a través de cursos, diplomados y programas encaminados al quehacer del periodismo científico. Dichos cursos especiales ofrecidos por universidades de reconocido prestigio en México y en el extranjero, tal es el caso de los diplomados ofertados por la UNAM.

De acuerdo con su coordinadora editorial, Yolanda Rojas, cuando el costo de los cursos de capacitación es muy elevado y por tanto la empresa decide que no tiene la capacidad económica para financiarlos, éstos son financiados por empresas privadas que desean lanzar al mercado nuevos productos médicos para combatir determinadas enfermedades y a cambio de su difusión contribuyen con los recursos económicos para la actualización de los periodistas.

El perfil profesional necesario para formar parte de la organización que edita *Investigación y Desarrollos* es:

- Una preparación de licenciatura en Comunicación o áreas a fines.
- Habilidad para leer textos científicos en diversos idiomas como inglés, francés y español.
- Dominio del lenguaje español.
- Habilidades o conocimientos del método científico.

2.6.4 Criterios de redacción de un texto científico para *Investigación y Desarrollo*

Al momento de redactar un texto que más tarde será publicado en este suplemento, la coordinadora editorial Yolanda Rojas plantea algunos puntos que el equipo de periodistas de *investigación y Desarrollo* debe tomar en cuenta:

- a) Minimizar la subjetividad contrarrestándola con el contenido y la calidad del mismo.
- b) Como regla general se recomienda ejemplificar la información que se presenta de manera que se convierta en algo accesible para el público.
- c) Las entradas deberán ser redactadas de manera creativa, para ello el reportero puede utilizar artificios propios de la literatura como la narración, la descripción y la ejemplificación.

- d) Manejar metáforas para conseguir mejores resultados.
- e) Hacer comparaciones por medio de anécdotas interesantes.
- f) En el caso de las cabezas, por regla tiene que ser directas y atractivas, pero sin caer nunca en el amarillismo.
- g) La extensión de los textos es de una o dos planas como máximo. Cabe mencionar que en este espacio se debe resumir lo más importante así como concretar al máximo la idea que se desea transmitir.
- h) La extensión total de la publicación es de 8 a 16 páginas dependiendo de la cantidad de información importante con que se tenga.
- i) El proceso que sigue el texto científico después de ser redactado por los periodistas es la revisión sintáctica, labor que desempeña la coordinación editorial. Enseguida el siguiente filtro corre a cargo del director editorial.
- j) Hacer la verificación de los datos en caso de existir alguna duda, en este caso, se contacta al especialista consultado y de ser necesario éste tiene el derecho de hacer algunas observaciones sobre la información, pero jamás tendrá injerencia total sobre lo publicado.

2.6.5 Suplementos temáticos de *Investigación y Desarrollo*

Esta publicación se divide en dos suplementos temáticos cuyas características se definen a continuación...

2.6.5.1 Ciencia y Tecnología

(Secciones en 2004)

- a) **Biotecnología:** desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías para beneficio de la sociedad.
- b) **Energía:** toda la información relacionada con los avances y problemáticas relacionadas con esa materia en nuestro país.
- c) **Bitácora científica:** presenta los principales avances a nivel internacional.
- d) **Para empresarios:** ofrece fichas técnicas, servicios y vinculación con instituciones empresariales (patrocinada por el CONACYT).

2.6.5.2 Ciensalud

Cabe aclarar que para 2011 la periodicidad del suplemento se modificó y pasó de ser quincenal a mensual. Esto provocó que desapareciera el suplemento temático *Ciensalud*, por lo que sólo permaneció el dedicado a *Ciencia y Tecnología* en el cual se incluyen también temas de salud, También se puede observar que en la actualidad la segmentación por temas desapareció y ya existen más secciones como: Biotecnología, Energía, de los laboratorios ni bitácora científica.

Lo anterior se puede explicar por la crisis internacional en los medios impresos que se ha registrado en años recientes, lo cual ha dado lugar a una versión en web en donde los costos son bajos y hay mayor posibilidad de extenderse en las temáticas.

Aquí las secciones que conformaban el suplemento temático *Ciensialud* en el año 2004, es decir, el último año del periodo en el que se hizo la recopilación de los textos de divulgación científica:

a) Información General: incluye todos los avances relacionados con la salud y el bienestar del ser humano. Reporta la situación actual así como los tratamientos de enfermedades como diabetes, osteoporosis, hipertensión, etc.

b) De los laboratorios: presenta lanzamiento de productos nuevos, eventos, nombramientos especiales y premios a científicos mexicanos (patrocinado por las principales empresas farmacéuticas del país)

Aquí se presenta la imagen del suplemento subtemático *Ciensialud* en su versión impresa:

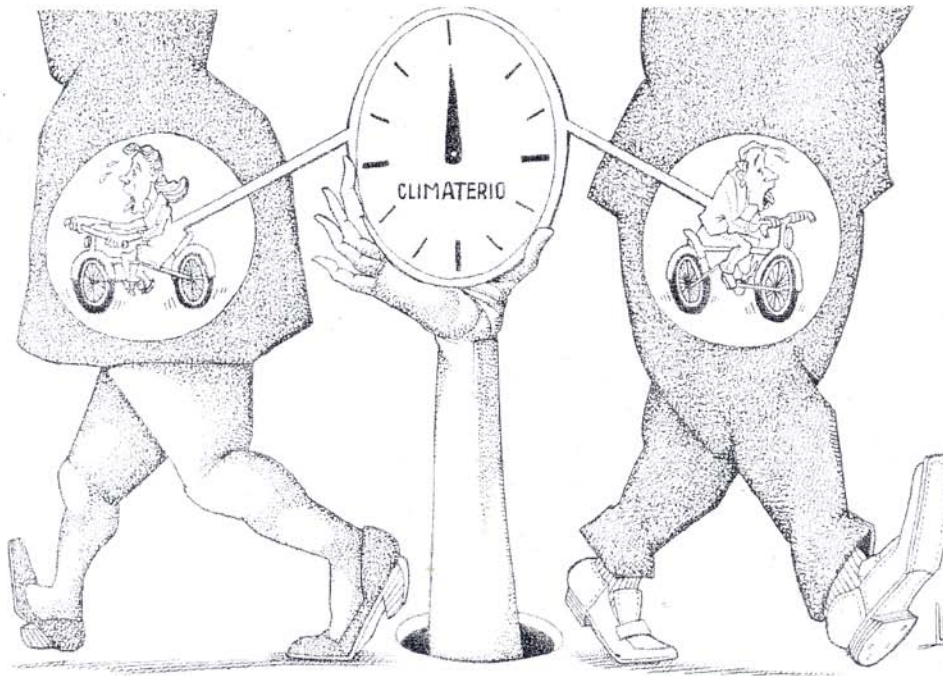


INVESTIGACIÓN
y DESARROLLO

id

México, julio de 2001 • Número 100, año IX • Director: Manuel Meneses

CLIMATERIO FEMENINO ... Y MASCULINO



□ 4 y 5

■ Retos para la equidad en salud

■ Crean en el ISSSTE *polos* de especialidad

2.6.6 Planeación editorial

Se llevan a cabo reuniones periódica convocadas por el Consejo Editorial el cual está encabezado por Manuel Meneses Galván. Yolanda Rojas, coordinadora editorial del suplemento en 2004, explicó que el objetivo de esas reuniones es para elegir temáticas de interés nacional e internacional.

En dichas reuniones editoriales se busca:

- Solucionar dificultades en el manejo de la información.
- Ver puntos a favor y en contra de la publicación.
- Incluir reportajes y notas interesantes.
- Seleccionar imágenes. La mayoría de las imágenes son proporcionadas por las instituciones, por el gobierno y como recurso de la empresa se cuenta con cartonistas que ilustran de manera ingeniosa y creativa la información.
- Con un año de anticipación se hace la planeación de las temáticas que se abordarán en cada número de los ejemplares. Se asigna una temática distinta para cada mes del año.
- En caso de tratarse de enfermedades, se hace la definición de la ésta, presentan alternativas de tratamiento que existen en el mercado y desde luego los más recientes descubrimientos sobre ella. Algunas de las que se han abordado son por ejemplo cáncer, diabetes, obesidad, entre otras.

- Se incluyen también investigaciones realizadas por laboratorios especializados quienes en ocasiones lanzan al mercado sus nuevos productos para tratar las enfermedades. Es decir, no sólo se les proporciona el espacio como publicidad sino que se elabora una nota sobre los beneficios que proporciona en el tratamiento de una enfermedad.

- Se publican únicamente investigaciones que se estén realizando en instituciones científicas en México. Sin embargo, la información que surja en el extranjero también se incluye siempre y cuando esté participando un investigador o una institución mexicana en el proyecto.

2.6.7 Fuentes informativas

Sus principales fuentes de información en 2004 eran:

Ciencia y Tecnología:

- a) UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México)
- b) CNA (Comisión Nacional del Agua)
- c) UAM (Universidad Autónoma Metropolitana)
- d) CINVESTAV/IPN (Centro de Investigaciones Aplicadas del Instituto Politécnico Nacional)
- e) Institutos Tecnológicos
- f) AGROBIO (Biotecnología)
- g) IMP (Instituto Mexicano del Petróleo)
- h) CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología)
- i) ADIAT (Asociación Directiva de Investigación Aplicada y Desarrollo Tecnológico)

Ciensalud:

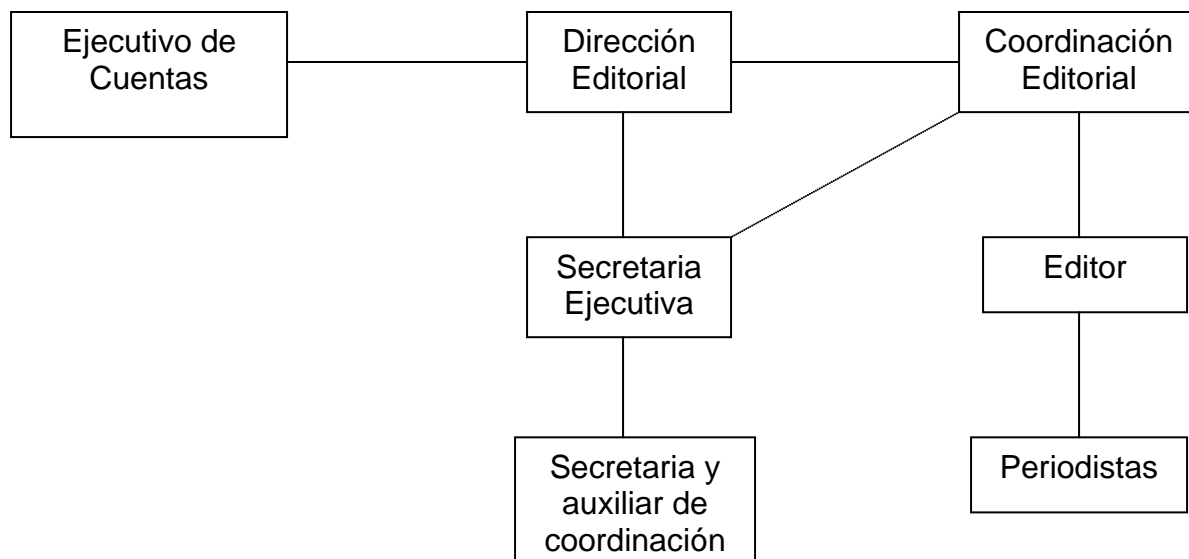
- a) ISSSTE (Instituto de Seguridad Social de los Trabajadores al Servicio del Estado)
- b) IMSS (Instituto Mexicano del Seguro Social)
- c) Secretaría de Salud
- d) Gobiernos de los Estados de la República
- e) Compañías Farmacéuticas

2.6.8 La Divulgación Científica de la UNAM en *Investigación y Desarrollo*

La institución mexicana que lleva a cabo alrededor del 30 por ciento de la investigación es la UNAM y por lo tanto se le da un trato preferente en el suplemento. La principal función de la publicación es divulgar las investigaciones científicas y tecnológicas que se hace en los diferentes institutos de la máxima casa de estudios. “Existe una dependencia entre el gobierno, la academia y la sociedad con el sector privado”, puntualizó Yolanda Rojas, coordinadora editorial del suplemento.

La UNAM también tiene sus reglas en cuanto a la divulgación científica puesto que toda información que surja en sus dependencias primero aparece publicada en la *Gaceta UNAM*, elaborada por la Dirección General de Comunicación Social, y más tarde se convoca a otros medios de comunicación a conferencias de prensa en donde se puede interrogar al especialista.

2.6.9 Organigrama de *Investigación y Desarrollo*



FUENTE: Entrevista con Yolanda Rojas, coordinadora editorial de Investigación y Desarrollo.

- a) **Ejecutivo de cuentas.** Encomendado a la promoción y presentación del suplemento ante los clientes o patrocinadores (Laboratorios, Centros de Investigación)
- b) **Dirección Editorial.** Se encarga de programar y proponer las temáticas que se abordarán durante el año, además controla el contenido de los textos una vez realizados. Cuida que se respete la política editorial de la empresa y se encarga de dirigirla por el camino de la prosperidad económica y periodística.
- c) **Editor.** Se encarga del diagramado, diseño editorial y revisión de los textos periodísticos.
- d) **Coordinador Editorial.** Apoya y auxilia al editor ya que se encarga de que los textos se entreguen justo el día previamente asignado, hace una segunda revisión de los contenidos y el desarrollo de los textos, asimismo da el visto bueno o en su caso corrige errores editoriales.
- e) **Periodistas y colaboradores.** Son personas con la preparación profesional capaces de elaborar una nota, reportaje o entrevista con el rigor periodístico que cada disciplina requiere y además, con la habilidad de contextualizar la información que da a conocer mediante un lenguaje sencillo y accesible para el público lector.
- f) **Secretaria Ejecutiva.** Se encarga de organizar los pagos de nómina y archivar documentos administrativos de la empresa.
- g) **Secretaria y auxiliar de coordinación.** Apoya a la secretaria ejecutiva y lleva un registro de citas de los editores y personal administrativo.

h) Colaboradores. Cuenta con colaboradores en el extranjero provenientes de universidades e institutos de reconocimiento a nivel mundial, éstos son especialistas en la materia y publicar artículos por lo menos en dos o tres revistas especializadas en el mundo.

Todos los reporteros se rolan las diferentes fuentes para evitar la monotonía en la publicación. El periodismo científico no es muy bien pagado, además de que existen pocos espacios dedicados a la divulgación científica en México.

El grupo de periodistas que trabajan en la edición son: 5 reporteros de planta, colaboradores externos dentro del país quienes trabajan por honorarios, además cuenta con colaboraciones del extranjero.

La publicación tiene su propia página en Internet: www.invdes.com.mx donde aparecen cada uno de los números a partir de 1998. Mientras que su correo electrónico es inves@mexis.com en donde se reciben los comentarios de los lectores y se responden directamente todas las dudas acerca de esta producción periodística.

“La información responsable y oportuna, apoyada en la evidencia científica, es un arma muy poderosa que sirve para crear la tan esperada conciencia en la población. No obstante, dicha información no serviría de nada si el periodista que escribe sobre cáncer no asume debidamente la tarea que le corresponde; es decir, predicar con el ejemplo, investiga su fuente directa, actúa con objetividad y cautela ante el surgimiento de nuevos fármacos u opciones terapéuticas, traduce debidamente el lenguaje técnico y revisa su trabajo varias veces antes de publicarlo”, sostuvo en entrevista con el autor de esta investigación, Yolanda Rojas, divulgadora de la ciencia y coordinadora editorial del suplemento.

Enseguida se presenta un cuadro comparativo de cómo cambió el consejo editorial de Investigación y Desarrollo desde que se inició la elaboración de esta

investigación a la fecha. Aunque cabe recalcar que el único que se mantiene en el cargo es el director general, Manuel Meneses Galván.

Consejo editorial y periodistas (2004)	Consejo Editorial y periodistas (2011)
<p>Manuel Meneses Galván, director general</p> <p>Yolanda Rojas, coordinadora editorial y periodista</p> <p>Periodistas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Eduardo González Rivera 2. Teodora Durán 3. Patricia López 4. Karina del Ángel 5. Verónica Guerrero Mothelet 6. Colaboradores Extranjeros. <ul style="list-style-type: none"> • Contaba con la página en Internet: www.invdes.com.mx 	<p>Manuel Meneses Galván, director general</p> <p>Héctor de la Peña, coordinador editorial</p> <p>Alberto Vázquez, editor</p> <p>Periodistas</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Verónica Vega 2. Verónica Uriega 3. Iván Olvera 4. Carlos Trejo <ul style="list-style-type: none"> • Además de contar con la página en Internet: www.invdes.com.mx • Usa como herramienta las siguientes redes sociales: • www.facebook.com/invdes • www.twitter.com/invdes • Cuenta desde 2009 también con la Agencia ID, que difunde noticias de ciencia, tecnología e innovación, la cual envía una nota diaria a los medios de comunicación impresos y electrónicos.

Luego de que se presentó en este capítulo los elementos que permiten contextualizar el panorama de la ciencia y su divulgación en México y de manera particular, la forma como el suplemento *Investigación y Desarrollo* del periódico *La Jornada* divulga la ciencia, el siguiente paso consiste en detallar paso a paso el procedimiento que se siguió para sistematizar el material periodístico recopilado, así como sus respectivas gráficas, además del análisis e interpretación de los resultados.

Capítulo 3.

Base de Datos

Capítulo 3. Base de Datos

En el tercero y último capítulo se podrá encontrar los datos recopilados, su sistematización, análisis e interpretación. Las notas, reportajes y artículos se ordenaron cronológicamente de acuerdo con la fecha de publicación en el suplemento *Investigación y Desarrollo*, del periódico *La Jornada*.

Cabe recordar que las tablas presentadas fueron construidas de acuerdo con las siguientes variables: día, mes y año; suplemento temático, sección a la que pertenece, página, título, referente y género periodístico; así como, investigador, reportero y para su fácil localización se les asignó, por la base de datos, un número de folio

La primer tabla se refiere a todas las notas que fueron publicadas en el año 1999, fecha a partir de la cual se inició la recopilación. Le siguen 2000, 2001, 2002, 2003 y concluye en 2004.

De manera adicional se hizo el conteo total respecto a cada una de las variables y se representó su porcentaje. Asimismo, se proyectan las gráficas de los datos recopilados de tal manera que puedan apreciarse de una manera más sencilla.

El paso inmediato consistió en el análisis e interpretación de los resultados. Para ello, se construyeron tablas con los datos ordenados en orden descendente, es decir, de mayor a menor importancia de acuerdo con el número de frecuencia que cada una de las variables tuvo.

Más adelante, se presentan tres tipos de conclusiones: las metodológicas, técnicas y temáticas. Para después ofrecer en la parte de los anexos, una serie de entrevistas realizadas respecto a la divulgación científica en México y su administración y futuro realizadas por el autor de esta investigación. Dichas entrevistas se realizaron

para obtener mayores datos sobre la situación actual de la divulgación en nuestro país lo que permitió enriquecer y aportar mayores detalles que permitieron una mejor contextualización de este trabajo.

Por último, se incluyen todos los textos periodísticos recopilados y que se refieren a la divulgación científica del conocimiento que se produce en la UNAM.

A continuación se presentan las tablas generales en donde se ordenaron todos los datos recopilados iniciando en el año 1999 hasta el 2004:

3.1 Tablas Generales

3.1.1 AÑO 1999

Día	Mes	Año	Núm	Año de la publicación	Pág.	Título	Referente	Género Periodístico	Suplemento Temático	Sección	Investigador	Instituto, Centro, Escuela o Facultad de la UNAM	Autor	Folio
14	Diciembre	1999	79	VII	1, 15	¿De veras es el 2000?	Astronomía	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Galindo Trejo Jesús	Instituto de Astronomía	López Suárez Patricia	<u>1</u>
14	Diciembre	1999	79	VII	7	Descubren nuevas aplicaciones para el plátano, garbanzo y amaranto	Investigadores Galardonados	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Vasco Méndez Nora Lilia y Soriano García Manuel	Instituto de Química	López Suárez Patricia	<u>2</u>
14	Diciembre	1999	79	VII	9	Eficaz aparato universitario permite la escucha	Tecnología UNAM	Reportaje	Ciensalud	Información General	Pérez Silva José Luis	Centro de Instrumentos	López Suárez Patricia	<u>3</u>

3.1.2 AÑO 2000

Día	Mes	Año	Núm	Año de la publicación	Pág.	Título	Referente	Género Periodístico	Suplemento Temático	Sección	Investigador	Instituto, Centro, Escuela o Facultad de la UNAM	Autor	Folio
11	Enero	2000	80	VIII	2	Labsys, el laboratorio científico virtual	Tecnología UNAM	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Pérez Silva José Luis	Centro de Instrumentos	López Suárez Patricia	<u>4</u>
11	Enero	2000	80	VIII	4	Irradiando alimentos y materiales	Alimentación	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Cruz Zaragoza Epifanio	Instituto de Ciencias Nucleares	López Suárez Patricia	<u>5</u>
9	Febrero	2000	81	VIII	11	Una microfábrica	Tecnología UNAM	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Ruiz Huerta Leopoldo y Caballero Ruiz Alberto	Centro de Instrumentos	López Suárez Patricia	<u>6</u>
9	Febrero	2000	81	VIII	2	En torno a la biotecnología	Biotecnología	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Calva Edmundo	Instituto de Biotecnología	Robleda Blanca	<u>7</u>
9	Febrero	2000	81	VIII	11	Los robots de una universidad mexicana	Tecnología UNAM	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Kussel Ernst M.	Centro de Instrumentos	López Suárez Patricia	<u>8</u>
9	Febrero	2000	81	VIII	8	Moléculas que transportan señales	Moléculas	Reportaje	Ciensialud	Información General	González Noriega Alfonso	Instituto de Investigaciones Biomédicas	Carrillo Aguado José Luis	<u>9</u>
9	Febrero	2000	81	VIII	12	Genere ganancias con instrumental médico	Tecnología UNAM	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Para empresarios	Castaño Meneses Víctor Manuel	Instituto de Física de Juriquilla Querétaro	CONACYT	<u>10</u>
14	Marzo	2000	82	VIII	15	Las matemáticas de la música	Tecnología UNAM	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Osorio Comparán Ramón y PeñaCabrera Mario	Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y Sistemas	López Suárez Patricia	<u>11</u>

3.1.2 AÑO 2000 (2)

Día	Mes	Año	Núm	Año de la publicación	Pág.	Título	Referente	Género Periodístico	Suplemento Temático	Sección	Investigador	Instituto, Centro, Escuela o Facultad de la UNAM	Autor	Folio
14	Marzo	2000	82	VIII	6	Conchas marinas, rompecabezas histórico	Evolución	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Solís Rosales Corina	Instituto de Física	López Suárez Patricia	<u>12</u>
14	Marzo	2000	82	VIII	9	En pos de una vacuna para la amibiasis	Investigadores Galardonados	Reportaje	Ciensialud	Información General	Mas Oliva Jaime y Alonso García Lucía	Instituto de Fisiología Celular	Galarza Vázquez Karina	<u>13</u>
11	Abril	2000	83	VIII	2	El mapa de los suelos degradados	Suelo	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Palacios Mayorga Sergio	Instituto de Geología	López Suárez Patricia	<u>14</u>
11	Abril	2000	83	VIII	4	Tres tecnologías para aguas negras	Tecnología UNAM	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Biología	Noyola Adalberto	Instituto de Ingeniería	Robleda Blanca	<u>15</u>
11	Abril	2000	83	VIII	7	Tecnología a la velocidad de la luz	Óptica	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Ortega Martínez Roberto	Centro de Instrumentos	López Suárez Patricia	<u>16</u>
9	Mayo	2000	84	VIII	2	El deterioro de nuestros recursos bióticos	Ecología	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	García Aguirre María Concepción y Pérez Villegas Graciela	Instituto de Geografía	López Suárez Patricia	<u>17</u>
14	Junio	2000	85	VIII	4	Marte, un planeta sin campo magnético	Marte	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Hernández Barosio Antonio	Proyecto Universitario de Ciencias Espaciales y Planetarias	López Suárez Patricia	<u>18</u>
14	Junio	2000	85	VIII	8	La genética de nuestro entorno	Biología	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Biología	Soberón Mainero Xavier	Instituto de Biología	López Suárez Patricia	<u>19</u>
14	Junio	2000	85	VIII	19	El reloj biológico humano	Biología	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Biología	Aguilar Roblero Raúl	Instituto de Fisiología Celular	López Suárez Patricia	<u>20</u>

3.1.2 AÑO 2000 (3)

Día	Mes	Año	Núm	Año de la publicación	Pág.	Cabezas	Referente	Género Periodístico	Suplemento Temático	Sección	Investigador	Instituto, Centro, Escuela o Facultad de la UNAM	Autor	Folio
14	Junio	2000	85	VIII	20	Dieta mejorada para cabras	Tecnología UNAM	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Para empresarios	Shimada Armando	Campus Ajuchitán	CONACYT	<u>21</u>
14	Junio	2000	85	VIII	20	Limpie sus aguas residuales	Tecnología UNAM	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Para empresarios	Ramírez Elizabeth y Robles Esperanza	Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala	CONACYT	<u>22</u>
12	Julio	2000	86	VIII	7	El nuevo bioterio de la Universidad Nacional	Biocología	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Biocología	Gracia Mora María Isabel	Facultad de Química	López Suárez Patricia	<u>23</u>
12	Julio	2000	86	VIII	19	Homeopatía para vacas	Animales	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Para empresarios	Morfin Loyden Lilian	Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán	CONACYT	<u>24</u>
12	Julio	2000	86	VIII	19	Híbridos de maíz	Alimentación	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Para empresarios	Tadeo Margarita	Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán	CONACYT	<u>25</u>
9	Agosto	2000	87	VIII	2	Ética y genoma, frontera de lo humano	Genoma Humano	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	González Valenzuela Juliana	Facultad de Filosofía y Letras	López Suárez Patricia	<u>26</u>
9	Agosto	2000	87	VIII	3	Descifrando el genoma humano	Genoma Humano	Reportaje	Ciencsalud	Información General	Velázquez Arellano Antonio	Instituto de Investigaciones Biomédicas	López Suárez Patricia	<u>27</u>
9	Agosto	2000	87	VIII	11	Alternativas contra la arteroesclerosis	Colesterol	Reportaje	Ciencsalud	Información General	Mas Oliva Jaime y Gutiérrez Salinas José	Instituto de Fisiología Celular	Durán Teodora	<u>28</u>

3.1.2 AÑO 2000 (4)

Día	Mes	Año	Núm	Año de la publicación	Pág.	Cabezas	Referente	Género Periodístico	Suplemento Temático	Sección	Investigador	Instituto, Centro, Escuela o Facultad de la UNAM	Autor	Folio
13	Septiembre	2000	88	VIII	15	Nueva fórmula contra incendios	Tecnología UNAM	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Para empresarios	Serrano Moreno Jorge Ramón	Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias	López Suárez Patricia	<u>29</u>
13	Septiembre	2000	88	VIII	15	Cemento dental mexicano que compite con los importados	Tecnología UNAM	Nota Informativa	Ciensalud	Información General	Barceló Santana Federico	Facultad de Odontología	López Suárez Patricia	<u>30</u>
13	Septiembre	2000	88	VIII	16	El negocio de la sangre	Animales	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Para empresarios	Pérez Gavilán Pablo	Instituto de Investigaciones Biomédicas	CONACYT	<u>31</u>
13	Septiembre	2000	88	VIII	16	Vacuna contra el cisticerco	Nuevos Medicamentos	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Para empresarios	Sciutto Edda	Instituto de Investigaciones Biomédicas	CONACYT	<u>32</u>
11	Octubre	2000	89	VIII	4	¿Agua en el desierto de Chihuahua?	Agua	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Valiente-Banuet Alfonso y Ortega Ramírez José	Instituto de Geofísica	López Suárez Patricia	<u>33</u>
11	Octubre	2000	89	VIII	5, 6	Investigadores de la UNAM descubren en Chiapas una flor única	Biología	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Biología	Álvarez-Buylla Rocés María Elena	Instituto de Ecología	López Suárez Patricia	<u>34</u>

3.1.2 AÑO 2000 (5)

Día	Mes	Año	Núm	Año de la publicación	Pág.	Cabezas	Referente	Género Periodístico	Suplemento Temático	Sección	Investigador	Instituto, Centro, Escuela o Facultad de la UNAM	Autor	Folio
8	Noviembre	2000	90	VIII	2	El popocatepetl, monitoreo y fuente de investigaciones	Vulcanismo	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Urrutia Fucugauchi Alejandro	Instituto de Geofísica	López Suárez Patricia	<u>35</u>
8	Noviembre	2000	90	VIII	8, 9	La quitina y su potencial industrial	Tecnología UNAM	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Miranda Castro Patricia	Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán	López Suárez Patricia	<u>36</u>
8	Noviembre	2000	90	VIII	16	Desespinaadora mecánicas de nopales	Tecnología UNAM	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Para empresarios	Santillán Gutiérrez Saúl	Centro de desarrollo y manufactura	CONACYT	<u>37</u>
13	Diciembre	2000	91	VIII	4	La biotecnología agrícola y su vigilancia en México	Biotecnología	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Biotecnología	Solleiro José Luis	Centro de Instrumentos	López Suárez Patricia	<u>38</u>
13	Diciembre	2000	91	VIII	5	Un guante... ¡para comunicarse!	Tecnología UNAM	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Osorio Comparán Román	Instituto de Investigaciones Matemáticas Aplicadas y Sistemas	López Suárez Patricia	<u>39</u>
13	Diciembre	2000	91	VIII	12	Sanitario público con gran mercado	Tecnología UNAM	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Para empresarios	*No se encontró nombre	Departamento de Diseño	CONACYT	<u>40</u>
13	Diciembre	2000	91	VIII	12	Novedoso equipo portatil de oficina	Tecnología UNAM	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Para empresarios	Díaz Uribe Rufino	Centro de Instrumentos	CONACYT	<u>41</u>

3.1.3 AÑO 2001

Día	Mes	Año	Núm	Año de la publicación	Pág.	Cabezas	Referente	Género Periodístico	Suplemento Temático	Sección	Investigador	Instituto, Centro, Escuela o Facultad de la UNAM	Autor	Folio
10	Enero	2001	92	IX	4	La propagación de las plantas nativas	Ecología	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Terrazas Arana Tania	Instituto de Biología	López Suárez Patricia	<u>42</u>
10	Enero	2001	92	IX	5	El universo enzimático de un científico	Biotecnología	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Bárzana García Eduardo	Facultad de Química	López Suárez Patricia	<u>43</u>
10	Enero	2001	92	IX	6, 7	Qué sigue en el Popo	Vulcanismo	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Valdés Carlos y De la Cruz Servando	Instituto de Geofísica	Rojas Yolanda	<u>44</u>
14	Febrero	2001	93	IX	12	Al rescate de seis felinos mexicanos	Animales	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Galindo Francisco y Brousset Hernández Dulce María	Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia	López Suárez Patricia	<u>45</u>
14	Febrero	2001	93	IX	5	Medicinas y diagnósticos con matemáticas	Tecnología UNAM	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	De la Peña Mena José Antonio y Álvarez Noguera Luis Javier	Instituto de Matemáticas	López Suárez Patricia	<u>46</u>
14	Febrero	2001	93	IX	9	Vacuna contra el cáncer cervicouterino	Nuevos Medicamentos	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	García Carrancá Alejandro	Instituto de Investigaciones Biomédicas	Rojas Yolanda	<u>47</u>
14	Marzo	2001	94	IX	4	¿Neuronas para robots?	Robótica	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Espinosa Espinosa José Manuel	Facultad de Ciencias	López Suárez Patricia	<u>48</u>
14	Marzo	2001	94	IX	6	Laboratorios modulares para enseñar las ciencias	Tecnología UNAM	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Lara Zavala Nydia	Centro de Instrumentos	López Suárez Patricia	<u>49</u>
14	Marzo	2001	94	IX	24	Biología y salud infantil	Biología	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Biología	Alagón Cano Alejandro	Instituto de Biología	González Eduardo	<u>50</u>

3.1.3 AÑO 2001 (2)

Día	Mes	Año	Núm	Año de la publicación	Pág.	Cabezas	Referente	Género Periodístico	Suplemento Temático	Sección	Investigador	Instituto, Centro, Escuela o Facultad de la UNAM	Autor	Folio
14	Marzo	2001	94	IX	24	Venda caseta de amplio uso	Tecnología UNAM	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Para empresarios	López Aguado Héctor	Centro de Investigación en Diseño Industrial	CONACYT	<u>51</u>
14	Marzo	2001	94	IX	24	Vajilla cerámica de uso industrial	Tecnología UNAM	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Para empresarios	López Aguado Héctor	Centro de Investigación en Diseño Industrial	CONACYT	<u>52</u>
11	Abril	2001	95	IX	5	Un robot ¡Muy limpio!	Tecnología UNAM	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	González González Leopoldo Adrián	Facultad de Ingeniería	López Suárez Patricia	<u>53</u>
11	Abril	2001	95	IX	7	Datos sísmicos que localizan petróleo	Petróleo	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Urrutia Fucugauchi Alejandro	Instituto de Geofísica	López Suárez Patricia	<u>54</u>
11	Abril	2001	95	IX	12	Un satélite mexicano	Tecnología UNAM	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Información General	Pacheco Enrique	Centro de Investigación Matemática	González Eduardo	<u>55</u>
11	Abril	2001	95	IX	16	Venda funcional mobiliario	Tecnología UNAM	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Para empresarios	López Aguado Héctor	Centro de Investigación en Diseño Industrial	CONACYT	<u>56</u>
13	Mayo	2001	96	IX	1, 4	Los biofertilizantes de la UNAM	Biotecnología	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Biotecnología	Hernández Delgado Georgina, Mora Celis Jaime y Cabellero Mellado Jesús	Centro de Investigación sobre Fijación de Nitrógeno	López Suárez Patricia	<u>57</u>
13	Mayo	2001	96	IX	3	Cráter de Chicxulub un reto científico	Vulcanismo	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	*No se encontró nombre	Institutos de Geología y Geofísica	Camacho María Guadalupe	<u>58</u>
13	Mayo	2001	96	IX	16	Negocie con vistosas exposiciones	Tecnología UNAM	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Para empresarios	López Aguado Héctor	Centro de Investigación en Diseño Industrial	CONACYT	<u>59</u>

3.1.3 AÑO 2001 (3)

Día	Mes	Año	Núm	Año de la publicación	Pág.	Cabezas	Referente	Género Periodístico	Suplemento Temático	Sección	Investigador	Instituto, Centro, Escuela o Facultad de la UNAM	Autor	Folio
13	Junio	2001	97	IX	1, 7	El lenguaje del cerebro	Cerebro	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Romo Trujillo Ranulfo	Instituto de Fisiología Celular	López Suárez Patricia	<u>60</u>
13	Junio	2001	97	IX	8	Ojos de largo alcance...	Tecnología UNAM	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Landeros López José de Jesús y Garrido Román Cutberto	Escuela Nacional de Estudios Profesionales Aragón	López Suárez Patricia	<u>61</u>
13	Junio	2001	97	IX	12	Redituable autobús para minusválidos	Tecnología UNAM	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Para empresarios	López Aguado Héctor	Centro de Investigación de Diseño Industrial	CONACYT	<u>62</u>
11	Julio	2001	99	IX	1, 6, y 7	Ciencia y tecnología en la reforma fiscal	Legislación de la ciencia	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Información General	De la Peña Mena José Antonio y Valadés Diego	Instituto de Matemáticas e Instituto de Investigaciones Jurídicas	Rojas Yolanda	<u>63</u>
11	Julio	2001	99	IX	4	En arte y arqueología... Miradas científicas	Materia	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Ruvalcaba Sil José Luis	Instituto de Física	López Suárez Patricia	<u>64</u>
11	Julio	2001	99	IX	11	Nuevo observatorio para científicos... Y principiantes	Astronomía	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Ruiz de la Herrán José Antonio	Facultad de Ingeniería	López Suárez Patricia	<u>65</u>
11	Julio	2001	99	IX	12	Negocie con aceite quemado	Tecnología UNAM	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Para empresarios	López Aguado Héctor	Centro de Investigación en Diseño Industrial	CONACYT	<u>66</u>
15	Agosto	2001	101	IX	4	Vehículo subacuático para la investigación científica	Tecnología UNAM	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Haro Ruiz Luis Arturo	Facultad de Ingeniería	López Suárez Patricia	<u>67</u>

3.1.3 AÑO 2001 (4)

Día	Mes	Año	Núm	Año de la publicación	Pág.	Cabezas	Referente	Género Periodístico	Suplemento Temático	Sección	Investigador	Instituto, Centro, Escuela o Facultad de la UNAM	Autor	Folio
15	Agosto	2001	101	IX	5	El mundo de los núcleos atómicos	Materia	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Chávez Lomelí Efraín y Ortiz María Esther	Instituto de Física	López Suárez Patricia	<u>68</u>
15	Agosto	2001	101	IX	12	Efectivos contenedores para basura	Tecnología UNAM	Nota informativa	Ciencia y Tecnología	Para empresarios	López Aguado Héctor	Centro de Investigación en Diseño Industrial	CONACYT	<u>69</u>
15	Agosto	2001	101	IX	12	Atractivo producto para expositores	Tecnología UNAM	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Para empresarios	López Aguado Héctor	Centro de Investigación en Diseño Industrial	CONACYT	<u>70</u>
13	Septiembre	2001	103	IX	3	Robot para monitoreo de alto riesgo	Robótica	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Osorio Comparán Román	Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y Sistemas	Guerrero Mothelet Verónica	<u>71</u>
13	Septiembre	2001	103	IX	6	Las potencialidades de la biotecnología	Biotecnología	Artículo	Ciencia y Tecnología	Biotecnología	Saad Isabel	Facultad de Ciencias	**Saad Isabel	<u>72</u>
13	Septiembre	2001	103	IX	5	Los escudos moleculares del organismo	Moléculas	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Información General	Membrillo Hernández Jorge	Instituto de Investigaciones Biomédicas	Guerrero Mothelet Verónica	<u>73</u>
26	Septiembre	2001	104	IX	9	Un pionero de los trasplantes	Trasplantes	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	De la Sierra Ramírez Trifón	Facultad de Medicina	Camacho María Guadalupe	<u>74</u>

3.1.3 AÑO 2001 (5)

Día	Mes	Año	Núm	Año de la publicación	Pág.	Título	Referente	Género Periodístico	Suplemento Temático	Sección	Investigador	Instituto, Centro, Escuela o Facultad de la UNAM	Autor	Folio
10	Octubre	2001	105	IX	1, 7	Caracterizando a las huellas dactilares	Tecnología UNAM	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Información General	Castaño Meneses Víctor Manuel	Instituto de Física de Juriquilla Querétaro	Guzmán Aguilar Fernando	<u>75</u>
10	Octubre	2001	105	IX	9	Microfábricas automatizadas... Pero mexicanas	Tecnología UNAM	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Kussul Ernest M.	Centro de Instrumentos	Guzmán Aguilar Fernando	<u>76</u>
14	Noviembre	2001	107	IX	4	El mundo de las perqueñas estructuras orgánicas	Moléculas	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Saniger Blesa José Manuel	Centro de Instrumentos	Rojas Yolanda	<u>77</u>
14	Noviembre	2001	107	IX	4	Banco de pruebas de la UNAM para la industria automotriz	Tecnología UNAM	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Santiago Ruiz Juventino y González Oropeza Rogelio	Facultad de Ingeniería	Mohélet Vera	<u>78</u>
14	Noviembre	2001	107	IX	12	Un remolque ligero	Tecnología UNAM	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Para empresarios	López Aguado Héctor	Centro de Investigación de Diseño Industrial	CONACYT	<u>79</u>
12	Diciembre	2001	109	IX	5	Los aportes de un científico mexicano ante eventos sísmicos	Sismos	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Alcocer Martínez de Castro Sergio Manuel	Instituto de Ingeniería	Rojas Yolanda	<u>80</u>
12	Diciembre	2001	109	IX	8	Novedoso puesto modular	Tecnología UNAM	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Para empresarios	López Aguado Héctor	Centro de Investigación de Diseño Industrial	CONACYT	<u>81</u>

3.1.4 AÑO 2002

Día	Mes	Año	Núm	Año de la publicación	Pág.	Cabezas	Referente	Género Periodístico	Suplemento Temático	Sección	Investigador	Instituto, Centro, Escuela o Facultad de la UNAM	Autor	Folio
9	Enero	2002	111	X	4	Sistemas mexicanos de inteligencia artificial	Inteligencia Artificial	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Kemper Valverde Nicolás	Centro de Instrumentos	Rojas Yolanda	<u>82</u>
9	Enero	2002	111	X	5	Científicos de la UNAM crean pintura antigraffiti	Tecnología UNAM	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Información General	Castaño Meneses Víctor Manuel y Rodríguez Talavera Rogelio	Instituto de Física de Juriquilla Querétaro	Guerrero Mothelet Verónica	<u>83</u>
23	Enero	2002	112	X	10	Aprendiendo a vivir sin fumar	Tabaquismo	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Ponciano Guadalupe	Facultad de Medicina	Durán Teodora	<u>84</u>
13	Febrero	2002	113	X	4	Misterio y efecto de los rayos ultravioleta	Rayos UV	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Muhlia Velázquez Agustín	Instituto de Geofísica	Rojas Yolanda	<u>85</u>
13	Febrero	2002	113	X	7	Al ritmo de las olas	Tecnología UNAM	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Czitrom Baus Steven	Instituto de Ciencias del Mar y Limnología	Guerrero Mothelet Verónica	<u>86</u>
13	Febrero	2002	113	X	8	Negocie productos de alto uso	Tecnología UNAM	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Para empresarios	López Aguado Héctor	Centro de Investigación en Diseño Industrial	CONACYT	<u>87</u>
27	Febrero	2002	114	X	8	Las peligrosas amebas	Bacterias	Artículo	Ciensalud	Información General	Gallegos Neyra Elvia Manuela	Facultad de Estudios Superiores Iztacala	**Gallegos Neyra Elvia Manuel	<u>88</u>
13	Marzo	2002	115	X	6, 7	El veneno de los alacranes	Biología	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Biología	Domingos Possani Lourival	Instituto de Biología	Rojas Yolanda	<u>89</u>
13	Marzo	2002	115	X	10	En la UNAM, novedosa técnica de recuperación de fluidos	Tecnología UNAM	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Información General	Corvera Poire Eugenia	Facultad de Química	Guerrero Mothelet Verónica	<u>90</u>

3.1.4 AÑO 2002 (2)

Día	Mes	Año	Núm	Año de la publicación	Pág.	Cabezas	Referente	Género Periodístico	Suplemento Temático	Sección	Investigador	Instituto, Centro, Escuela o Facultad de la UNAM	Autor	Folio
13	Marzo	2002	115	X	12	Eficaz caseta de seguridad	Tecnología UNAM	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Para empresarios	López Aguado Héctor	Centro de Investigación en Diseño Industrial	CONACYT	<u>91</u>
10	Abril	2002	117	X	4	Realidades del maíz trasgénico	Biotecnología	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Biotecnología	*No se encontró nombre	UNAM	González Eduardo	<u>92</u>
10	Abril	2002	117	X	6	La ciencia de un bioplaguicida	Biotecnología	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Biotecnología	Bravo de la Parra María Alejandra	Instituto de Biotecnología	Rojas Yolanda	<u>93</u>
10	Abril	2002	117	X	7	Singular análisis genómico de una bacteria	Biotecnología	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Biotecnología	Dávila Ramos José Guillermo	Centro de Investigación sobre Fijación de Nitrógeno	Guerrero Mothelet Verónica	<u>94</u>
10	Abril	2002	117	X	12	Línea de conservadores naturales	Alimentación	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Para empresarios	*No se encontró nombre	Facultad de Estudios Superiores Iztacala	CONACYT	<u>95</u>
25	Abril	2002	118	X	5	No me quieras matar, corazón	Corazón	Reportaje	Ciensalud	Información General	Molina Luis	UNAM	Guerrero Mothelet Verónica	<u>96</u>
8	Mayo	2002	119	X	2	Investigando al petróleo	Petróleo	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Mena Inieta Baltasar	Instituto de Investigaciones en Materiales	Rojas Yolanda	<u>97</u>
8	Mayo	2002	119	X	9	Logran eliminación plena de patógenos en aguas residuales	Agua	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Jiménez Cisneros Blanca	Instituto de Ingeniería	Guerrero Mothelet Verónica	<u>98</u>
8	Mayo	2002	119	X	12	Secadores solares de aplicación agrícola	Tecnología UNAM	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Para empresarios	Pilatowsky Isaac	Centro de Investigación de Energía en Morelos	CONACYT	<u>99</u>

3.1.4 AÑO 2002 (3)

Día	Mes	Año	Núm	Año de la publicación	Pág.	Cabezas	Referente	Género Periodístico	Suplemento Temático	Sección	Investigador	Instituto, Centro, Escuela o Facultad de la UNAM	Autor	Folio
22	Mayo	2002	119	X	6	Antibiótico mexicano combate bacteria cancerígena	Nuevos Medicamentos	Nota Informativa	Ciensialud	Información General	Ángeles Anguiano Enrique	Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán	Guerrero Mothelet Verónica	<u>100</u>
12	Junio	2002	121	X	1, 6 y 7	¡A la salud del agave!	Tecnología UNAM	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Estrada Orihuela Eduardo	Coordinación de Investigación Científica	Guerrero Mothelet Verónica	<u>101</u>
12	Junio	2002	121	X	9	El universo de las partículas elementales	Materia	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Ayala Mercado Alejandro	Instituto de Investigaciones Nucleares	Rojas Yolanda	<u>102</u>
12	Junio	2002	121	X	12	Nuevo auricular para problemas de sordera	Tecnología UNAM	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Información General	Bañuelos Saucedo Miguel Ángel	Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico	González Eduardo	<u>103</u>
10	Julio	2002	123	X	1, 5	¿Qué oculta la pirámide del sol?	Marte	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Manzanilla Naim Linda, Menchaca Rocha Arturo y Moreno Yntriago Matías	Instituto de Investigaciones Antropológicas e Instituto de Física	Rojas Yolanda	<u>104</u>
25	Julio	2002	124	X	3	Estudian en niños los trastornos postraumáticos	Salud Infantil	Reportaje	Ciensialud	Información General	Hernández Guzmán Laura	Facultad de Psicología	Vera Héctor	<u>105</u>
14	Agosto	2002	125	X	4	Tecnología de la UNAM protege ductos marinos	Tecnología UNAM	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Juárez Islas Julio Alberto y Genescá Llongueras Juan	Facultad de Química e Instituto de Investigación en Materiales	Echeverría Rubio Efrén	<u>106</u>

3.1.4 AÑO 2002 (4)

Día	Mes	Año	Núm	Año de la publicación	Pág.	Cabezas	Referente	Género Periodístico	Suplemento o Temático	Sección	Investigador	Instituto, Centro, Escuela o Facultad de la UNAM	Autor	Folio
14	Agosto	2002	125	X	6	Tornan desecho de arroz en oportunidad comercial	Tecnología UNAM	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Castaño Meneses Víctor Manuel	Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada	Rojas Yolanda	<u>107</u>
14	Agosto	2002	125	X	8	Biotechnología en México: promesa y desafío	Biotechnología	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Biotechnología	Ortega Lomelín Roberto, Becerra Ramírez Manuel, Olivé León y Lazos Elena	Facultad de Filosofía y Letras y Facultad de Ciencias	Guerrero Mothelet Verónica	<u>108</u>
14	Agosto	2002	125	X	11	Cultivan setas con... ¡pañales!	Tecnología UNAM	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Información General	Delfín Alcalá Irma	Facultad de Estudios Superiores Iztacala	Echeverría Rubio Efrén	<u>109</u>
14	Agosto	2002	125	X	12	Extraiga de las plantas salud y dinero	Tecnología UNAM	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Para empresarios	*No se encontró nombre	Facultad de Estudios Superiores Iztacala	CONACYT	<u>110</u>
11	Septiembre	2002	127	X	8	Las nuevas tecnologías de la llamada corriente verde	Energía	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Energía	Orgaz Baqué Emilio	Facultad de Química	Rojas Yolanda	<u>111</u>
11	Septiembre	2002	127	X	9	El impacto de los rotavirus en la salud infantil	Salud Infantil	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Arias Ortiz Carlos Federico	Instituto de Biotechnología	Echeverría Rubio Efrén	<u>112</u>
11	Septiembre	2002	127	X	10	¿Escarabajos para la cena?	Biotechnología	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Biotechnología	Ramos Elorduy Blásquez Julieta	Instituto de Biología	Guerrero Mothelet Verónica	<u>113</u>

3.1.4 AÑO 2002 (5)

Día	Mes	Año	Núm	Año de la publicación	Pág.	Título	Referente	Género Periodístico	Suplemento Temático	Sección	Investigador	Instituto, Centro, Escuela o Facultad de la UNAM	Autor	Folio
11	Septiembre	2002	127	X	11	Cómo legislar la nueva ciencia	Legislación de la ciencia	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Información General	Ruiz Gutiérrez Rosaura	Programa de Estudios de Posgrado	Guerrero Mothelet Verónica	<u>114</u>
9	Octubre	2002	129	X	6	Productos patentables de jóvenes emprendedores de la UNAM	Universitarios Emprendedores	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Información General	Aguilar Contreras Liliana y Pérez Ruelas Joaquín	Facultad de Química	Rojas Yolanda	<u>115</u>
13	Noviembre	2002	131	X	11	Alimentos, un reto a científicos y tecnólogos	Alimentación	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Información General	Serrano Carreón Leobardo	Instituto de Biotecnología	Guerrero Mothelet Verónica	<u>116</u>
13	Noviembre	2002	131	X	13	Tras los secretos de una bebida ancestral	Alimentación	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Wacher Rodarte Carmen	Facultad de Química	Rojas Yolanda	<u>117</u>
13	Noviembre	2002	131	X	14	Valiosa contribución a la biología evolutiva	Investigadores Galardonados	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Información General	Pérez Ponce de León Gerardo	Instituto de Biología	Guerrero Mothelet Verónica	<u>118</u>
13	Noviembre	2002	131	X	14	Para comprender la danza molecular	Moléculas	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Información General	Cuevas González Bravo Gabriel Eduardo	Instituto de Química	Guerrero Mothelet Verónica	<u>119</u>
27	Noviembre	2002	132	X	14	Diagnóstico del dolor emocional	Tecnología UNAM	Nota Informativa	Ciensa salud	Información General	Domínguez Trejo Benjamín	Facultad de Psicología	Echeverría Rubio Efrén	<u>120</u>
11	Diciembre	2002	134	X	5	Aeropartículas y sus efectos en padecimientos respiratorios	Ecología	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Rosas Pérez Irma	Programa Universitario de Medio Ambiente	Rojas Yolanda	<u>121</u>

3.1.5 AÑO 2003

Día	Mes	Año	Núm	Año de la publicación	Pág.	Cabezas	Referente	Género Periodístico	Suplemento Temático	Sección	Investigador	Instituto, Centro, Escuela o Facultad de la UNAM	Autor	Folio
15	Enero	2003	135	XI	1, 6	Centinela de los campos magnéticos	Biología	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Biología	Ramos Morales Patricia	Facultad de Ciencias	Rojas Yolanda	<u>122</u>
29	Enero	2003	136	XI	13	Investigando a la diabetes	Diabetes	Reportaje	Ciensa y Salud	Información General	Hiriart Undanivia Marcia	Instituto de Fisiología Celular	Echeverría Rubio Efrén	<u>123</u>
12	Febrero	2003	137	XI	1, 4	Al rescate de los eucaliptos	Suelo	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Guerra Santos Jesús Jaime	Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán	Rojas Yolanda	<u>124</u>
12	Febrero	2003	137	XI	8	Singular horno solar	Tecnología UNAM	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Para empresarios	*No se encontró nombre	Centro de Investigación de Energía en Morelos	CONACYT	<u>125</u>
26	Febrero	2003	138	XI	1, 6	Aplica la UNAM programa de cirugía extramuros	Cirugías	Nota Informativa	Ciensa y Salud	Información General	Ruiz Rafael	Facultad de Odontología	Guerrero Mothelet Verónica	<u>126</u>
13	Marzo	2003	139	XI	1, 4	Química forense para combatir crimen	Criminalística	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Información General	Islas Pérez Valentín	Facultad de Estudios Superiores Zaragoza	Guerrero Mothelet Verónica	<u>127</u>
13	Marzo	2003	139	XI	8	Aporte mexicano para telescopio español	Colaboración de investigadores en el extranjero	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Información General	Sánchez y Sánchez Beatriz	Instituto de Astronomía	González Eduardo	<u>128</u>
9	Abril	2003	141	XI	7	Enigmático mundo de las ondas cuasicristalinas	Investigadores Galardonados	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Aragón Vera José Luis y Tehuacanero Nuñez Samuel	Instituto de Física	Guerrero Mothelet Verónica	<u>129</u>
24	Abril	2003	142	XI	9	En pos de medicamentos mexicanos	Nuevos Medicamentos	Reportaje	Ciensa y Salud	Información General	Martínez Aguilar Luisa	Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán	Guerrero Mothelet Verónica	<u>130</u>

3.1.5 AÑO 2003 (2)

Día	Mes	Año	Núm	Año de la publicación	Pág.	Cabezas	Referente	Género Periodístico	Suplemento Temático	Sección	Investigador	Instituto, Centro, Escuela o Facultad de la UNAM	Autor	Folio
15	Mayo	2003	143	XI	1, 4	Fármacos a partir de caracoles marinos	Nuevos Medicamentos	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Aguilar Ramírez Manuel	Instituto de Neurobiología	Rojas Yolanda	<u>131</u>
12	Junio	2003	145	XI	5	Biotechnología y algunos problemas de la agricultura mexicana	Biotechnología	Artículo	Ciencia y Tecnología	Biotechnología	Solleiro José Luis	Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico	**Solleiro José Luis	<u>132</u>
12	Junio	2003	145	XI	14	El fantástico mundo de los nanotubos	Moléculas	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Castaño Meneses Víctor Manuel	Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada	Guerrero Mothelet Verónica	<u>133</u>
26	Junio	2003	146	XI	4	El impacto emocional de la disfunción eréctil	Disfunción Erectil	Reportaje	Ciensialud	Información General	Rubio Auriolos Eusebio	Facultad de Medicina	Echeverría Rubio Efrén	<u>134</u>
26	Junio	2003	146	XI	6	Profundizan en los efectos terapéuticos del Matarique	Nuevos Medicamentos	Reportaje	Ciensialud	Información General	Jiménez Estrada Manuel	Instituto de Química	Rojas Yolanda	<u>135</u>
15	Julio	2003	147	XI	1, 6	Buscan atenuar daños por huracanes	Huracanes	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Información General	Salles Afonso de Alemida Paulo	Instituto de Ingeniería	Rojas Yolanda	<u>136</u>
15	Julio	2003	147	XI	5	Galardona gobierno francés aportes de científico mexicano	Investigadores Galardonados	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Información General	Viniegra González Gustavo	UNAM	Echeverría Rubio Efrén	<u>137</u>
24	Julio	2003	148	XI	11	Los animales de un laboratorio	Animales	Reportaje	Ciensialud	Información General	Gracia Mora María Isabel	Facultad de Química	Guerrero Mothelet Verónica	<u>138</u>

3.1.5 AÑO 2003 (3)

Día	Mes	Año	Núm	Año de la publicación	Pág.	Título	Referente	Género Periodístico	Suplemento Temático	Sección	Investigador	Instituto, Centro, Escuela o Facultad de la UNAM	Autor	Folio
13	Agosto	2003	149	XI	3	Modelación estelar para decifrar el cosmos	El Cosmos	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Raga Rasmussen Alejandor Cristian	Instituto de Astronomía	Rojas Yolanda	<u>139</u>
13	Agosto	2003	149	XI	5	Vehículo eléctrico <i>Puma</i>	Tecnología UNAM	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Información General	Astiz Bathetl Pablo	Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán	Guerrero Mothelet Verónica	<u>140</u>
11	Septiembre	2003	151	XI	1	¿Dónde está la antimateria?	El Cosmos	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Menchaca Rocha Arturo	Instituto de Física	Guerrero Mothelet Verónica	<u>141</u>
24	Septiembre	2003	152	XI	4	La electricidad en un órgano	Corazón	Reportaje	Ciensialud	Información General	Molina Fernández de Lara Luis	Facultad de Medicina	Guerrero Mothelet Verónica	<u>142</u>
8	Octubre	2003	153	XI	3	Atrapando a las esquivas fugas	Tecnología UNAM	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Información General	Verde Rodarte Cristina	Instituto de Ingeniería	Rojas Yolanda	<u>143</u>
22	Octubre	2003	154	XI	8	Cerámica para reparar piel	Tecnología UNAM	Nota Informativa	Ciensialud	Información General	Piña Barba María Cristina	Instituto de Investigaciones en Materiales	Guerrero Mothelet Verónica	<u>144</u>

3.1.5 AÑO 2003 (4)

Día	Mes	Año	Núm	Año de la publicación	Pág.	Cabezas	Referente	Género Periodístico	Suplemento Temático	Sección	Investigador	Instituto, Centro, Escuela o Facultad de la UNAM	Autor	Folio
13	Noviembre	2003	155	XI	10	Controlar el color de la grasa de los ovinos	Tecnología UNAM	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Información General	Castaño Meneses Víctor Manuel	Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada	Guerrero Mothelet Verónica	<u>145</u>
13	Noviembre	2003	155	XI	12	Participación mexicana en un telescopio español	Colaboración de investigadores en el extranjero	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Para empresarios	*No se encontró nombre	Instituto de Astronomía	González Eduardo	<u>146</u>
11	Diciembre	2003	157	XI	1, 3	Matemáticas para el Sida	VIH-Sida	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Villarreal Luján Carlos y Cocho Germinal	Instituto de Física	Rojas Yolanda	<u>147</u>
11	Diciembre	2003	157	XI	8	Crean prometedora vacuna para la cisticercosis	Nuevos Medicamentos	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Información General	Molinari Soriano José Luis	Instituto de Fisiología Celular y Facultad de Medicina	Rojas Yolanda	<u>148</u>
26	Diciembre	2003	158	XI	1, 3	Moscas versus mal de Parkinson	Parkinson	Reportaje	Ciensalud	Información General	Reynaud Enrique Alejandro	Instituto de Biotecnología	Guerrero Mothelet Verónica	<u>149</u>
26	Diciembre	2003	158	XI	10	Ensayan vacuna para cáncer de la piel	Nuevos Medicamentos	Reportaje	Ciensalud	Información General	Castell Rodríguez Andrés	Facultad de Medicina	Rojas Yolanda	<u>150</u>

3.1.6 AÑO 2004

Día	Mes	Año	Núm	Año de la publicación	Pág.	Cabezas	Referente	Género Periodístico	Suplemento Temático	Sección	Investigador	Instituto, Centro, Escuela o Facultad de la UNAM	Autor	Folio
15	Enero	2004	159	XII	1, 6	Los retos del puente Chiapas	Tecnología UNAM	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Gómez Martínez Roberto	Instituto de Ingeniería	Rojas Yolanda	<u>151</u>
15	Enero	2004	159	XII	4	Leguminosa Cooperativa	Suelo	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Baeza Alejandro	UNAM	Guerrero Mothelet Verónica	<u>152</u>
15	Enero	2004	159	XII	5	Programa de la UNAM que impulsa a los alumnos a crear empresas	Universitarios Emprendedores	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Información General	Martínez García Francisco	Facultad de Contaduría y Administración	Guerrero Mothelet Verónica	<u>153</u>
11	Marzo	2004	161	XII	2	Desierto como Marte	Marte	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Información General	Navarro González Rafael	Institutos de Ciencias Nucleares	Guerrero Mothelet Verónica	<u>154</u>
11	Marzo	2004	163	XII	4	A la caza de un enigma cósmico	El Cosmos	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	D'Olivo Juan Carlos	Instituto de Geofísica y Ciencias Nucleares	Guerrero Mothelet Verónica	<u>155</u>
11	Marzo	2004	163	XII	7	En la mente de un homicida	Criminalística	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Información General	Ampudia Rueda Amada	Facultad de Psicología	Rojas Yolanda	<u>156</u>
15	Abril	2004	165	XII	1, 6	Viaje a las moléculas	Moléculas	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Información General	Lucet Lagriffoul Geneviève y Pisanty Baruch Alejandro	Dirección General de Computo Académico	Rojas Yolanda	<u>157</u>
13	Mayo	2004	167	XII	8	Contra inundaciones, Paicret Ecológico	Ecología	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Información General	Ortega Guerrero Marco Adrián	Centro de Geociencias de Juriquilla Querétaro	Rojas Yolanda	<u>158</u>

3.1.6 AÑO 2004 (2)

Día	Mes	Año	Núm	Año de la publicación	Pág.	Título	Referente	Género Periodístico	Suplemento Temático	Sección	Investigador	Instituto, Centro, Escuela o Facultad de la UNAM	Autor	Folio
13	Mayo	2004	167	XII	9	Ingeniería Genética, una alternativa	Biotecnología	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Biotecnología	Espinosa Calderón Alejandro	Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán	Guerrero Mothelet Verónica	<u>159</u>
13	Mayo	2004	167	XII	10	Crean alternativa para exportadores de carne	Alimentación	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Cervantes Olivares Roberto	Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia	Guerrero Mothelet Verónica	<u>160</u>
27	Mayo	2004	168	XII	4	Sociología de los virus y células	Células	Artículo	Ciensialud	Información General	Morales Pedro	Instituto Nacional de Investigación Nuclear	**Morales Pedro	<u>161</u>
9	Junio	2004	168	XII	1, 4	Volcanes de ¡asfalto!	Petróleo	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Escobar Briones Elba Guadalupe	Instituto de Ciencias del Mar y Limnología	Rojas Yolanda	<u>162</u>
9	Junio	2004	168	XII	4	De la cornea al telescopio	Tecnología UNAM	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Díaz Uribe Rufino	Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico	Guerrero Mothelet Verónica	<u>163</u>
8	Julio	2004	171	XII	5	Informática y biología, útil combinación	Tecnología UNAM	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Sánchez Cordero Víctor y Martínez Meyer Enrique	Instituto de Biología	Guerrero Mothelet Verónica	<u>164</u>
8	Julio	2004	171	XII	5	Aprovecha energía del oleaje para sanear lagunas costeras	Energía	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Energía	Czitrom Baus Steven	Instituto de Ciencias del Mar y Limnología	Rojas Yolanda	<u>165</u>
12	Agosto	2004	173	XII	3	Cómo detectar derrames marinos de petróleo	Tecnología UNAM	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Moctezuma Flores Miguel	Facultad de Ingeniería	Rojas Yolanda	<u>166</u>

3.1.6 AÑO 2004 (3)

Día	Mes	Año	Núm	Año de la publicación	Pág.	Cabezas	Referente	Género Periodístico	Suplemento Temático	Sección	Investigador	Instituto, Centro, Escuela o Facultad de la UNAM	Autor	Folio
12	Agosto	2004	173	XII	4	Educación con creatividad	Educación	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Fernández Zayas José Luis	Facultad de Ingeniería	Guerrero Mothelet Verónica	<u>167</u>
13	Octubre	2004	177	XII	1, 4	Energía, pero renovable	Energía	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Energía	Martínez Fernández Manuel	Centro de Investigación de Energía en Morelos	Guerrero Mothelet Verónica	<u>168</u>
13	Octubre	2004	177	XII	3	Palinología como herramienta forense	Criminalística	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Martínez Hernández Enrique	Instituto Nacional de Geología	Rojas Yolanda	<u>169</u>
13	Octubre	2004	177	XII	16	Nano protección policiaca	Tecnología UNAM	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Para empresarios	Castaño Meneses Víctor Manuel y Rodríguez Talavera Rogelio	Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada	Guerrero Mothelet Verónica	<u>170</u>
11	Noviembre	2004	179	XII	3	Busca la UNAM desalar aguas marinas	Agua	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Información General	Fernández Zayas José Luis	Instituto de Ingeniería	Guerrero Mothelet Verónica	<u>171</u>
11	Noviembre	2004	179	XII	7	Fuerza y efecto de los vientos	Vientos	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Rodríguez Cuevas Neftalí	Instituto de Ingeniería	Rojas Yolanda	<u>172</u>
7	Diciembre	2004	181	XII	1, 5	Nanosoluciones para el medio ambiente	Ecología	Reportaje	Ciencia y Tecnología	Información General	Calles Alipio	Facultad de Ciencias	Guerrero Mothelet Verónica	<u>173</u>
7	Diciembre	2004	181	XII	3	Las otras repercusiones de un sismo	Sismos	Nota Informativa	Ciencia y Tecnología	Información General	Pérez Enríquez Román	Centro de Geociencias de Juriquillas Querétaro	Rojas Yolanda	<u>174</u>
7	Diciembre	2004	181	XII	8	Ingeniosa forma para preservar arrecifes coralinos	Ecología	Artículo	Ciencia y Tecnología	Información General	Banaszak Anastazia T.	Instituto de ciencias del mar y Limnología	**Banaszak Anastazia T.	<u>175</u>

3.2 Conteos sencillos e interpretación

En este punto se puede observar el conteo final de las variables que se tomaron en cuenta al llenar el instrumento que se construyó de manera específica para llevar a cabo la sistematización y el porcentaje que le corresponde a cada una, esto es, por año en que se publicó, por mes-año, género periodístico, suplemento temático, referente, etc. Además, se hace un breve análisis, así como la interpretación de los conteos y los porcentajes, es decir, se le da un sentido a la información obtenida.

3.2.1 Por año

En primer lugar se hace el conteo total de notas publicadas y se ordenaron de acuerdo con el año en que se publicó, esto es, durante el periodo 1999-2004. Asimismo, se presenta el número total de notas y el porcentaje respectivo de cada año. También se incluye el promedio mensual de notas sobre los avances científicos de la UNAM que fueron publicadas en *Investigación y Desarrollo* durante el periodo analizado.

POR AÑO	FRECUENCIA	PORCENTAJE	PROMEDIO MENSUAL DE NOTAS PUBLICADAS
1999	3	1.71%	2.43
2000	38	21.71%	
2001	40	22.81%	
2002	40	22.81%	
2003	29	16.53%	
2004	25	14.25%	
TOTAL	175	100%	

Total General 175= 100%

En la tabla anterior es posible identificar el número de textos que se publicaron en cada año desde 1999 hasta 2004. De acuerdo con esta base de datos, se puede inferir que los años 2001 y 2002 fueron los más fructíferos para la UNAM en cuanto a divulgación se refiere dentro del suplemento *Investigación y Desarrollo*, al registrarse 40 textos publicados, respectivamente; mientras que 1999 con 3 notas publicadas, es el de menos producción se debió al periodo en que las instalaciones de la Universidad Nacional permanecieron cerradas debido al paro estudiantil.

Le siguen el año 2000 con 38; en 2003 se ubicó con 29 y finalmente, 2004 con 25 textos de divulgación científica universitaria en *Investigación y Desarrollo*.

En términos porcentuales en 2001 y 2002 al ser los años en que se publicó en mayor medida representa el 22.81% cada uno; el 2000 con 21.71%, seguido del 2003 con 16.53%. Mientras que 2004 representó el 14.25% del total y por último, 1999 con el 1.71%.

3.2.2 Por mes- año Top 18.

En la siguiente tabla explicativa se hizo una jerarquización de los 18 meses que registraron el mayor número de textos científicos publicados en *Investigación y Desarrollo*. Como se puede ver, correspondió a febrero y junio de 2000; marzo de 2001, así como abril, agosto y noviembre de 2002 los primeros 5 lugares, lo que se tradujo en una mayor cantidad de textos ofertados para el público lector.

NUMERO	MES	AÑO	FRECUENCIA	PORCENTAJE TOTAL
1	Febrero	2000	5	2.85%
2	Junio	2000	5	2.85%
3	Marzo	2001	5	2.85%
4	Abril	2002	5	2.85%
5	Agosto	2002	5	2.85%
6	noviembre	2002	5	2.85%
7	septiembre	2000	4	2.28%
8	Diciembre	2000	4	2.28%
9	Abril	2001	4	2.28%
10	Julio	2001	4	2.28%
11	Agosto	2001	4	2.28%
12	septiembre	2001	4	2.28%
13	Febrero	2001	4	2.28%
14	Mayo	2002	4	2.28%
15	septiembre	2002	4	2.28%
16	Junio	2003	4	2.28%
17	Diciembre	2003	4	2.28% CONTINÚA...
18	Mayo	2004	4	2.28%

Totales top. 18 = 78 textos

Totales General 175 textos = 100%

De acuerdo con los datos anteriores, se puede asegurar que los meses de abril, agosto, febrero, junio y noviembre fue cuando se publicó con mayor frecuencia las investigaciones científicas y tecnológicas de la UNAM en el suplemento *Investigación y Desarrollo*.

En el caso de abril del 2002 apareció con 5 notas y al mismo tiempo con 4 en 2001. Agosto 2002 de igual manera apareció con 5 publicaciones, mientras que agosto 2001 registró 4 notas publicadas.

En cuanto a febrero de 2000 le correspondieron también 5 notas y el mismo mes pero de 2002 con 4 textos. Por otro lado, junio 2000 resultó con 5 textos periodísticos publicados y a su vez, junio en 2003 con 4.

El caso de septiembre apareció en tres ocasiones con 4 notas publicadas dentro de los primeros 18 lugares, tanto en los años 2000, 2001 y 2002.

3.2.3 Por Referente

En este apartado se hace una ordenación en orden descendente, de las temáticas científicas que se abordaron con mayor frecuencia en Investigación y Desarrollo de 1999 al 2004.

REFERENTE	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Tecnología UNAM	58	33.14%
Biotecnología	19	10.85%
Nuevos medicamentos	8	4.57%
Investigadores galardonados	6	3.42%
Alimentación	6	3.42%
Moléculas	6	3.42%
Animales	4	3%
Fenómenos naturales	4	3%
Ecología	5	2.85%
Suelo	3	1.71%
Marte	3	1.71%
Agua	3	1.71%
Vulcanismo	3	1.71%
Petróleo	3	1.71%
Materia	3	1.71%
Energía	3	1.71%
Criminalística	3	1.71%
		CONTINÚA...

El cosmos	3	1.71%
Astronomía	2	1.14%
Genoma Humano	2	1.14%
Robótica	2	1.14%
Legislación de la Ciencia	2	1.14%
Corazón	2	1.14%
Salud Infantil	2	1.14%
Universitarios Emprendedores	2	1.14%
Colaboración de investigadores en el Extranjero	2	1.14%
Evolución	1	0.57%
Óptica	1	0.57%
Colesterol	1	0.57%
Cerebro	1	0.57%
Trasplantes	1	0.57%
Inteligencia Artificial	1	0.57%
Tabaquismo	1	0.57%
Rayos UV	1	0.57%
Bacterias	1	0.57%
Diabetes	1	0.57%
Cirugías	1	0.57%
Disfunción Eréctil	1	0.57%
VIH-Sida	1	0.57%
Parkinson	1	0.57%
Células	1	0.57% CONTINÚA...

Educación	1	0.57%
-----------	---	-------

Total general 175= 100 %

Por su importancia numérica el referente “Tecnología UNAM” representa un tercio del total de los textos periodísticos publicados en el suplemento *Investigación y Desarrollo* del diario *La Jornada*, al sumar el 33.14%.

Este tema se refiere básicamente a los nuevos inventos creados por investigadores universitarios que han beneficiado al ser humano como por ejemplo, para recuperar la capacidad de escuchar, la construcción de robots que nos ayuden a la producción y a las labores cotidianas, la generación de maquinaria para el tratamiento de aguas residuales, entre muchos otros descubrimientos.

Como se puede ver, en segundo lugar se encuentra el tema “Biotecnología” una nueva disciplina científica que está adquiriendo auge en nuestros días. En los textos se mencionan los inicios en el estudio de dicha disciplina en nuestro país, la biotecnología ligada a la salud, la agricultura y en general a todos sus beneficios que puede traer a nuestra sociedad.

Destaca también en esta tabla los textos que hablan de “Nuevos Medicamentos” y “Alimentación”, ambos ligados a la supervivencia humana. Se habla del impacto que genera el descubrimiento de nuevas fórmulas químicas para el tratamiento de enfermedades que afectan a la humanidad y por otro lado, la alimentación, un tema fundamental que continúa dando de qué hablar ante los enormes retos que quedan por cumplir para satisfacer las necesidades de alimento a nivel mundial. Sin embargo, hace falta darle mayor cobertura a las investigaciones enfocadas a temas de salud.

3.2.4 Por número de página

La parte de la publicación donde aparece la noticia es de gran importancia, ya que de ello depende el impacto que tenga la información en los lectores. No es lo mismo que una nota sea publicada en portada a que se vaya a interiores, este es el caso de la investigación de la UNAM que en 21 de un total de 175 menciones apareció en la portada o primera plana.

La siguiente tabla clasifica tomando en cuenta el número de veces en que los avances universitarios se publicaron en determinado número de página en el suplemento *Investigación y Desarrollo*.

NÚMERO DE PÁGINA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
4	27	14%
1 (portada)	21	10.5%
5	19	9.5%
6	18	9%
12	16	8%
7	15	7.5%
8	15	7.5%
3	12	6%
9	11	5.5%
2	7	3.5%
11	7	3.5%
10	6	3%
16	6	3%
14	4	2%
		CONTINÚA...

15	4	2%
19	3	1.5%
24	3	1.5%
13	2	1%
20	2	1%

Total General 175= 100%

Una de las interpretaciones de los conteos y porcentajes arrojados es que la información que habla sobre la UNAM fue publicada en la portada del suplemento Investigación y Desarrollo en 21 ocasiones, lo que habla de la importancia que tienen los centros, institutos, escuelas y facultades de la Universidad Nacional Autónoma de México como fuentes primarias de información para los medios de comunicación y al mismo tiempo en la generación de artículos de sus investigadores.

La misma forma se puede observar la relevancia de la Máxima Casa de Estudios en el área científica ya que en las primeras 12 páginas del suplemento es donde se concentra el mayor número de textos publicados.

3.2.5 Por Género Periodístico

La clasificación por género periodístico en este caso será de gran utilidad ya que permitirá conocer que tan a fondo son abordados los temas científicos en la prensa mexicana, así como la participación de los comunicólogos en la labor divulgativa ya que son ellos principalmente, y no exclusivamente, quienes cuentan con los conocimientos mínimos sobre el tema. Aunque en el caso de los investigadores, quienes también hacen divulgación (algunos no todos), el género más popular sigue siendo el Artículo.

En el conteo total de los textos recabados de acuerdo a la clasificación de los géneros periodísticos es la siguiente...

Género Periodístico	Frecuencia	Porcentaje
Reportaje	106	60.57%
Nota Informativa	64	36.57%
Artículo	5	2.85%

Total general 175= 100%

Como se puede observar el género periodístico por excelencia en el caso del suplemento especializado *Investigación y Desarrollo*, es el reportaje, con el 60.57 por ciento de los textos publicados. Se trata del género más completo que echa mano de otros como: la entrevista, la nota informativa y la crónica, lo que significó que a los autores les permitió explicar a mayor detalle las temáticas científica y tecnológicas que pretendían comunicar.

En segundo lugar aparece la nota informativa con el 36.57 por ciento, género periodístico cuya misión principal es precisamente informar sobre hechos de interés colectivo. En este caso, los textos publicados en este género se enfocan a explicar cuál es el descubrimiento, quienes participaron en él, cómo surgió, el momento en que se encontró, así como la institución donde se generó y la trascendencia del mismo.

Finalmente, el Artículo, género periodístico que únicamente se utilizó en el 2.85% de los casos y en el cual él o los autores vierten su opinión o valoración respecto a la importancia del descubrimiento científico o tecnológico, el cual fue escrito tanto por un reportero como por los propios científicos responsables de realizar las investigaciones. Estas cifras hablan de la escasa participación de los investigadores en la divulgación de la ciencia en la prensa mexicana.

3.2.6 Por Suplemento Temático

En este apartado es muy importante destacar que las cifras revelan que 85.14% de los textos publicados sobre divulgación científica de la UNAM correspondieron al suplemento temático *Ciencia y Tecnología*, uno de los dos suplementos que integran a *Investigación y Desarrollo*. Lo que permite detectar el tipo de investigación que realiza la Universidad Nacional.

Suplemento temático	Frecuencia	Porcentaje
Ciencia y Tecnología	149	85.14%
Ciensialud	26	14.86%

Total general 175 = 100%

Por otro lado, se puede mencionar que la investigación en salud sólo representó el 14.86 % dentro del suplemento, es decir, se le da menor difusión a los avances que los investigadores y los institutos realizan en referencia a este tema.

3.2.7 Por año-suplemento temático

	Ciencia y Tecnología	Ciensialud	TOTAL
1999	2	1	3
2000	33	5	38
2001	40	0	40
2002	34	6	40
2003	19	10	29
2004	24	1	25
TOTAL	152	23	175
PORCENTAJE	86.85%	13.15%	100%

Los resultados en esta tabla nos indican que el suplemento temático dedicado a la *Ciencia y Tecnología*, que forma parte de *Investigación y Desarrollo* fue el que publicó el mayor número de notas durante el año 2001 con un total de 40. El mismo suplemento temático publicó 34 textos sobre la ciencia que realizó la UNAM en el 2000, seguido por el año 2000 con 33 notas publicadas.

Mientras que el otro suplemento temático *Ciensialud*, publicó el mayor número de notas en el año 2003 con tan solo 10, lo que indica que el suplemento *Investigación y Desarrollo* ha dado mayor prioridad durante el período 1999-2004 a la publicación de información que habla de avances científicos y tecnológicos, dejando en segundo termino a los descubrimientos e investigaciones que hablan de salud.

3.2.8 Por Suplemento Temático-Sección

SUPLEMENTO	SECCIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Ciencia y Tecnología	Información General	103	58.86%
	Biotecnología	18	10.29%
	Energía	3	1.72%
	Para Empresarios	29	16.58%
Ciensalud	Información General	22	12.58%
	De los laboratorios	0	0%
TOTAL		175	100.00%

Total general 175= 100%

La información general referente a la Ciencia y Tecnología que se desarrolla en la UNAM ocupó el 86,85% de los textos publicados, cifra que coincide con interpretaciones anteriores. Aunque aquí el dato que se debe resaltar es que las investigaciones dedicadas a la “Biotecnología” con el 10.29%, y sobre todo lo que venimos nombrando como “Tecnología UNAM” (que forma parte de la sección Para empresarios) la cual registra el 16.58% de las investigaciones publicadas. Lo anterior, revela el impulso que esta institución de educación superior e investigación comenzó a darle a ambas disciplinas a principios del siglo XXI.

Basado en el resultado anterior se puede decir que la Universidad Nacional Autónoma de México apuesta por la investigación biotecnológica y la innovación a través de la construcción de nuevos inventos de fabricación nacional que sean de gran utilidad para la actividad del hombre como pueden ser: robots, maquinaria para el procesamiento de aguas negras, la nanotecnología, la ingeniería en alimentos, la generación de productos industriales novedosos tales como sustancias para apagar incendios o cementos mexicanos que compitan con los importados y la construcción de satélites artificiales, entre otros más.

3.2.9 Por Investigador Top. 16

En esta lista aparecen los nombres de los primeros 18 científicos más consultados por los comunicadores o bien, aquellos que escribieron sus propios artículos para divulgar sus avances.

No.	Investigador	Frecuencia	Porcentaje
1	López Aguado Héctor	12	6.84%
2	Manuel Castaño Meneses Víctor	7	4%
3	Kussul Ernst M.	3	1.7%
4	Pérez Silva José Luis	2	1%
5	Mas Oliva Jaime	2	1%
6	Gracia Mora María Isabel	2	1%
7	Rodríguez Talavera Rogelio	2	1%
8	Czitrom Baus Steven	2	1%
9	Fernández de Lara Luis Molina	2	1%
10	Urrutia Fucugauchi Alejandro	2	1%
11	Solleiro José Luis	2	1%
12	Osorio Comparán Román	2	1%
13	Díaz Uribe Rufino	2	1%
14	De la Peña Mena José Antonio	2	1%
15	Arturo Menchaca Rocha	2	1%
16	José Luis Fernández Zayas	2	1% CONTINÚA..

En este caso los dos primeros lugares correspondieron al investigador Héctor López Aguado, encargado del Departamento de Difusión del Centro de Diseño Industrial y al doctor Víctor Manuel Meneses, jefe del Laboratorio de Física Aplicada y Técnica Avanzada, del Campus Juriquilla de la UNAM, que en colaboración con el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONACYT, publicaron en forma de notas informativas “inserciones pagadas”, es decir, hubo de por medio un pago para divulgar la información en el total de los textos en los que aparecen como responsables.

Es preciso explicar que depende de las políticas editoriales y comerciales de cada medio de comunicación aclarar o no que se trata de una inserción pagada (publicidad) y no de una información trabajada de manera independiente por el reportero ya sea mediante una tipografía diferente a los textos que son noticia o a través de recuadros que resalten la información.

En *Investigación y Desarrollo* se hace esta distinción mediante algún marco o recuadro de un color distinto al que posee la información periodística. En cuanto a lo publicado por CONACYT hay un cintillo en la parte inferior de la última plana de los suplementos temáticos *Ciencia y Tecnología* donde se menciona que esa “plana fue elaborada con la colaboración del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología”.

Respecto a la información incluida en la sección “De los Laboratorios”, el recuadro que la contiene es de color gris. En esta parte del suplemento en específico se elabora una nota a pedido de los laboratorios patrocinadores del suplemento en la que se habla de algún padecimiento y al final se presentan las novedades que esas empresas han sacado al mercado como medicamentos que servirán para el tratamiento de determinada enfermedad.

Por lo anterior, esta investigación también toma en cuenta los méritos de ambos institutos a los que representan los investigadores Héctor López Aguado y Víctor Manuel Castaño Meneses, sino que también son considerados al igual que los

demás como aportaciones científicas y tecnológicas que la UNAM hace a nuestro país.

Otro de los investigadores universitarios que destaca de acuerdo con las cifras presentadas en la tabla anterior, es el doctor Ernst M. Kussel, perteneciente al Centro de Instrumentos de la UNAM, quien se dedica al diseño de “robots” de gran utilidad para el ser humano ya que facilitan sus labores y sobre todo aquellas en las que existe una alta probabilidad de riesgo para su integridad física, como lugares en donde existen altos niveles de radiación, tal es el caso, de la planta nucleoelectrica ubicada en Laguna Verde, Veracruz.

Como se puede observar los tres investigadores de la UNAM están dedicados a la investigación tecnológica, lo que reafirma otra vez su interés por innovar.

3.2.10 Por Instituto, Centro, Escuela o Facultad

Las instalaciones universitarias como laboratorios, cubículos, salones de clase, auditorios y en general edificios y centros de trabajo, y por su puesto su personal compuesto por investigadores, becarios, técnicos y académicos son indispensables para llevar a cabo los experimentos permitan comprobar o rechazar determinadas hipótesis, por ello, aquí se presentan los principales institutos, centros, escuelas y facultades de la UNAM los que se divulgó en mayor medida sus descubrimientos.

Aquí las 19 dependencias más mencionadas:

No.	Instituto, Centro, Escuela o Facultad	Frecuencia	Porcentaje
1	Centro de Investigación en Diseño Industrial	12	7%
2	Centro de Instrumentos	11	6%
3	Instituto de Biotecnología	8	4.5%
4	Instituto de Ingeniería	8	4.5%
5	Facultad de Química	8	4.5%
6	Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán	8	4.5%
7	Instituto de Física	7	4%
8	Instituto de Geofísica	7	4%
9	Instituto de Investigaciones Biomédicas	6	3.5%
10	Instituto de Fisiología Celular	6	3.5%
11	Facultad de Ingeniería	6	3.5%
12	Facultad de Medicina	6	3.5%
13	Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala (hoy FES Iztacala)	5	3%
14	Facultad de Ciencias	5	3%
15	Instituto de Astronomía	4	2.3%
16	Instituto de Biología	4	2.3%
17	Instituto de Ciencias del Mar y Limnología	4	2.3%
18	UNAM (no especifica facultad o instituto)	4	2.3% CONTINÚA...

19	Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada	4	2.3%
----	---	---	------

El Centro de Investigación y Diseño Industrial, y el Centro de Instrumentos de la UNAM resultaron las dos dependencias con el mayor número de participaciones en los textos publicados en el suplemento *Investigación y Desarrollo*.

La UNAM además de apostar por los avances de la tecnología en la construcción de nuevos inventos que sirvan a la industria, empresas y a los hogares, busca la divulgarlos. Como por ejemplo, gracias al trabajo de sus investigadores se logró producir una cabina de seguridad de aluminio y plástico de alta resistencia, con visión de 90 grados, con celdas solares y ventilación.

Dar a conocer logros como este parece ser la política de divulgación científica que además, sirve a la Universidad Nacional para producir sus propios recursos económicos mediante la celebración de convenios con el sector público y privado a los que vende sus ideas para que se puedan producir este tipo de instrumentos. De ahí que del presupuesto total ejercido por la UNAM en 2008, que ascendió a 22 mil 224 millones de pesos, casi 2 mil 500 millones de pesos provinieron de recursos propios. (Boletín 190 UNAM, 28 marzo, 2008)

3.2.11 Por Autor o Autores

Autor	Frecuencia	Porcentaje
Verónica Guerrero Mothelet (reportera)	41	24%
Patricia López Suárez (reportera)	41	24%
Yolanda Rojas (reportera)	37	21%
CONACYT (colaboración)	26	15% CONTINÚA...

Efrén Echeverría Rubio (reportero)	7	4% CONTINÚA...
Eduardo González (reportero)	6	3.5%
Blanca Robleda (reportera)	2	1.2%
Teodora Durán (reportera)	2	1.2%
María Guadalupe Camacho (reportera)	2	1.2%
Fernando Guzmán Aguilar (reportero)	2	1.2%
Dra. Isabel Saad (investigadora)	1	0.57%
José Luis Carrillo Aguado (reportero)	1	0.57%
Karina Galarza Vázquez (reportera)	1	0.57%
Vera Mohélet (reportera)	1	0.57%
Dr. José Luis Solleiro (investigador)	1	0.57%
Dr. Pedro Morales (investigador)	1	0.57%
Dra. Anastazia T. Banaszak (investigadora)	1	0.57%

De acuerdo con los datos de esta tabla son los reporteros del suplemento *Investigación y Desarrollo* quienes llevan el peso de la redacción de los textos siempre sustentados en las investigaciones de los científicos. Tal es el caso de Verónica Guerrero Mothelet y Patricia López Suárez, amabas con el 48 %, de las noticias de ciencia publicadas.

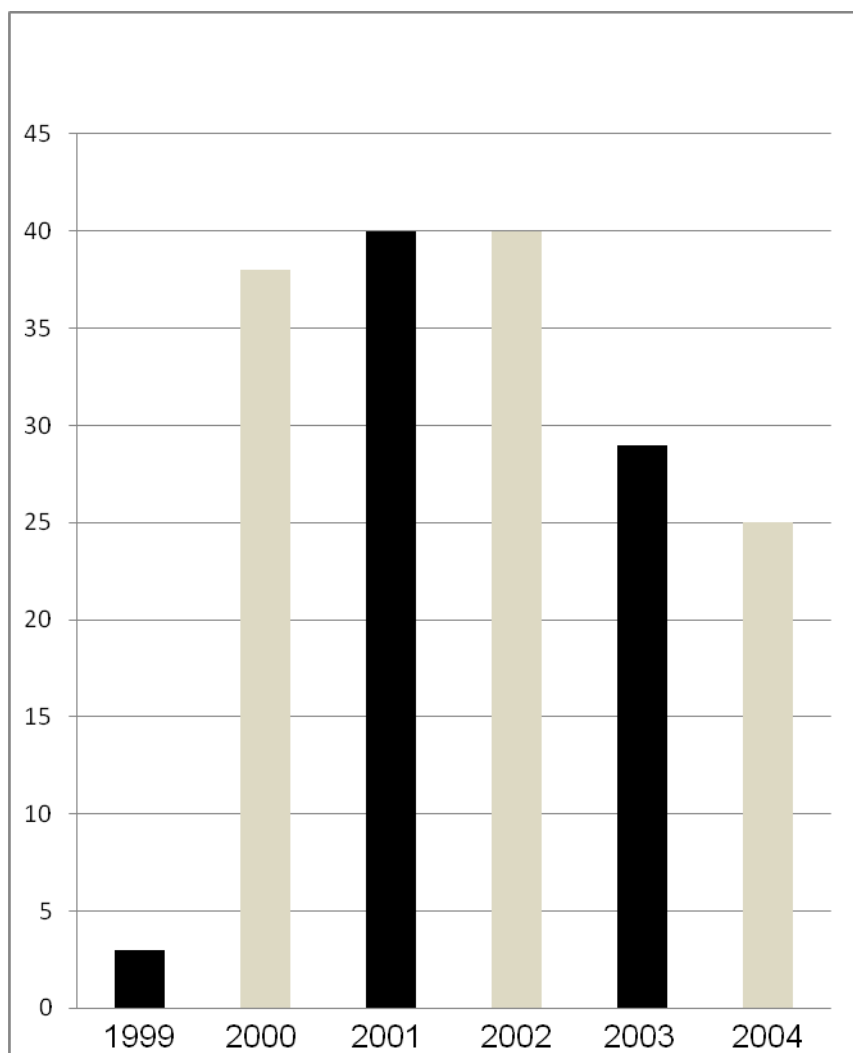
Le siguen las colaboraciones del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), inserciones pagadas que representan el 15 por ciento de toda la información del suplemento.

En cuanto a las colaboraciones o redacción de artículos de los propios investigadores de la UNAM, apenas y alcanzan el 2 por ciento del contenido total. Número que indican la urgencia por que un mayor número de científicos publiquen sus artículos no sólo en revistas especializadas sino también en publicaciones de divulgación científica.

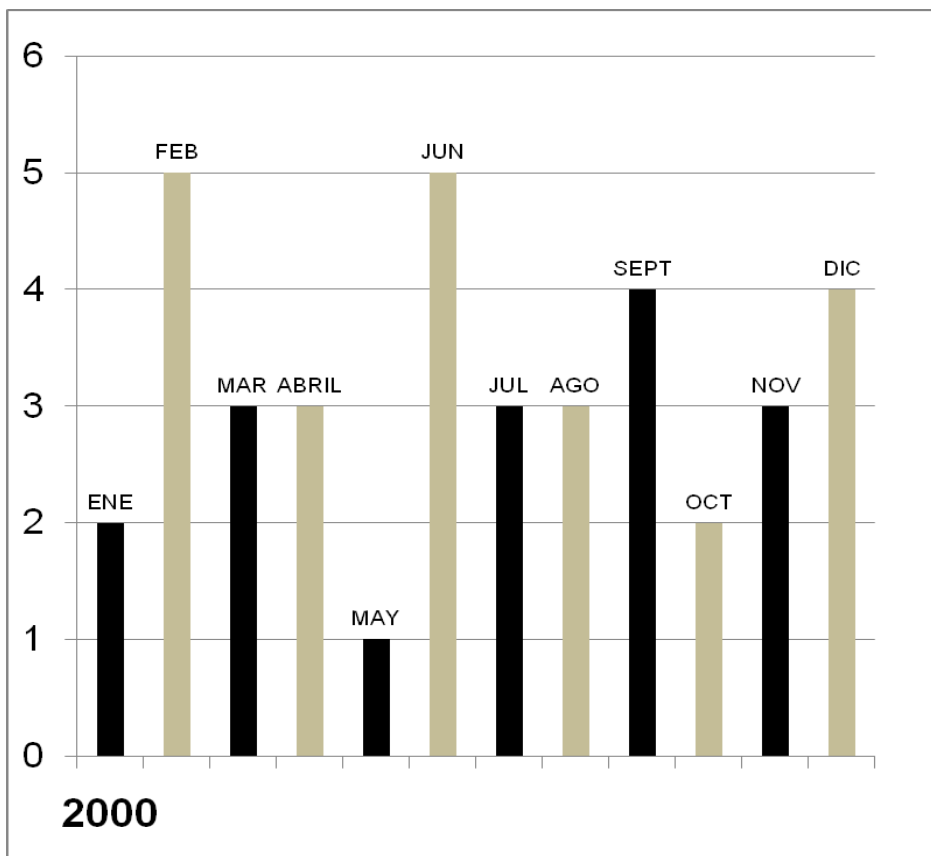
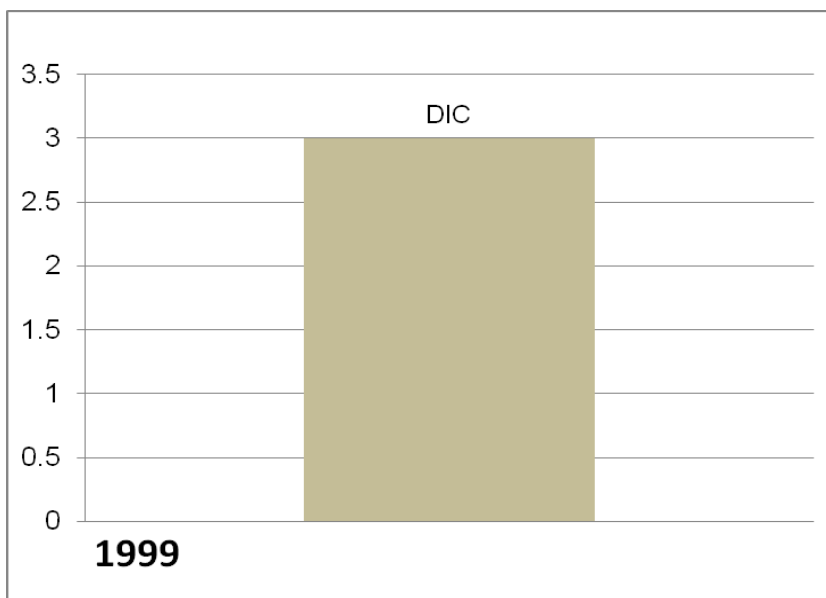
A continuación se presentan las gráficas que se elaboraron a partir de la sistematización de los datos antes mencionados, las cuales permitirán una mejor comprensión de los mismos, al tiempo que será más sencillo hacer una comparación entre las diferentes variables.

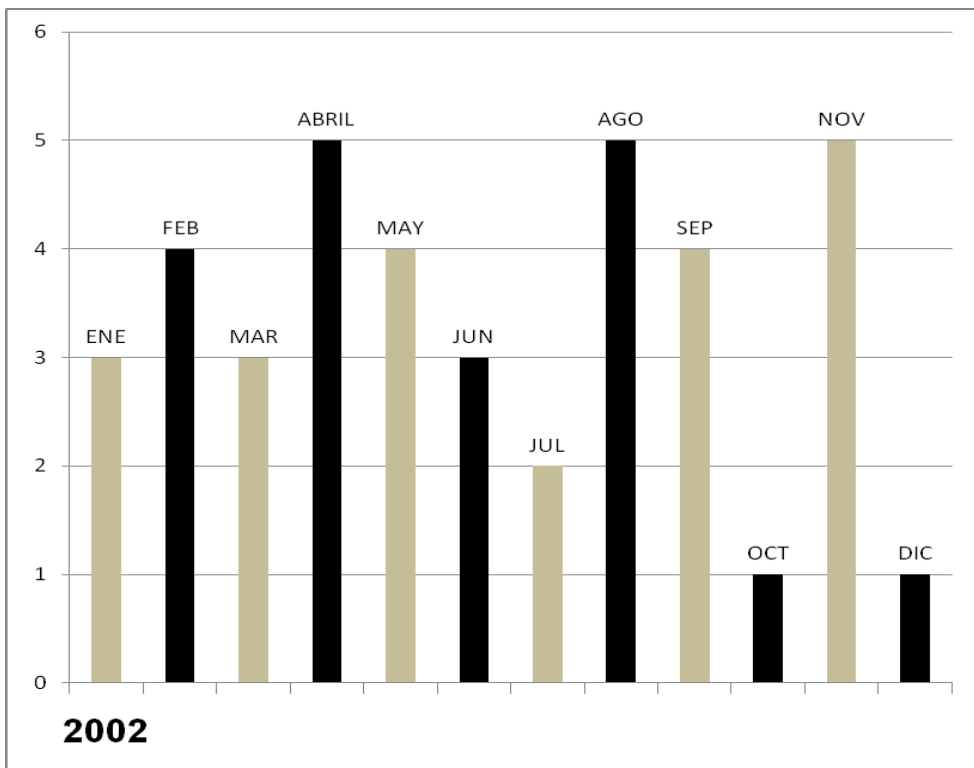
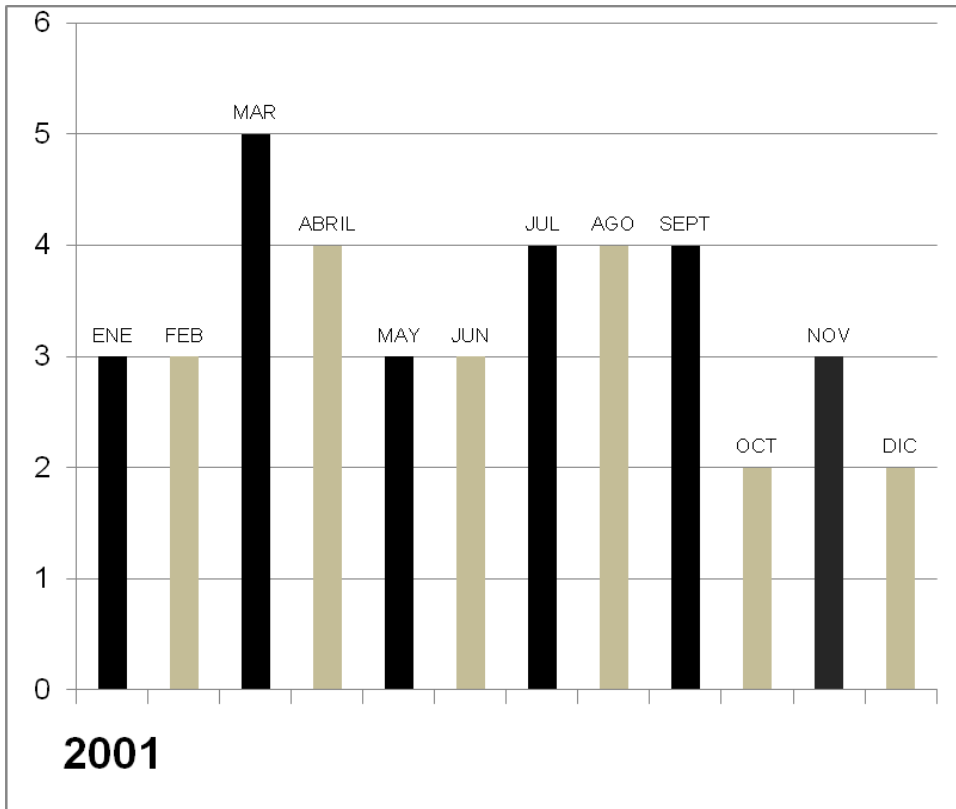
3.3 Gráficas

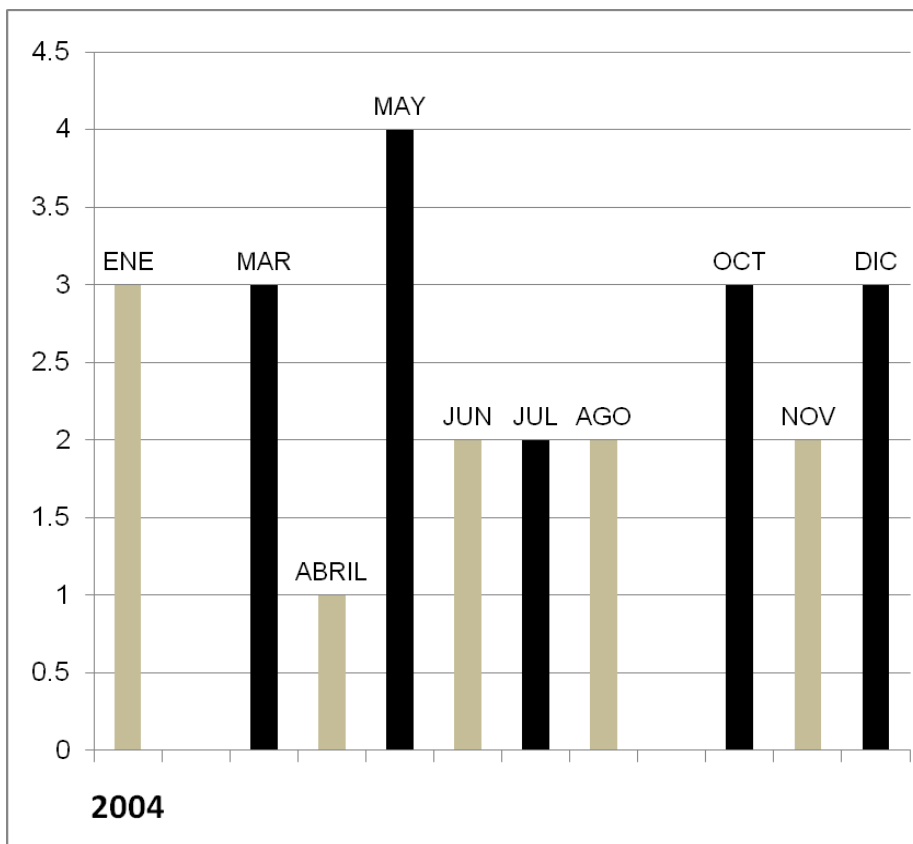
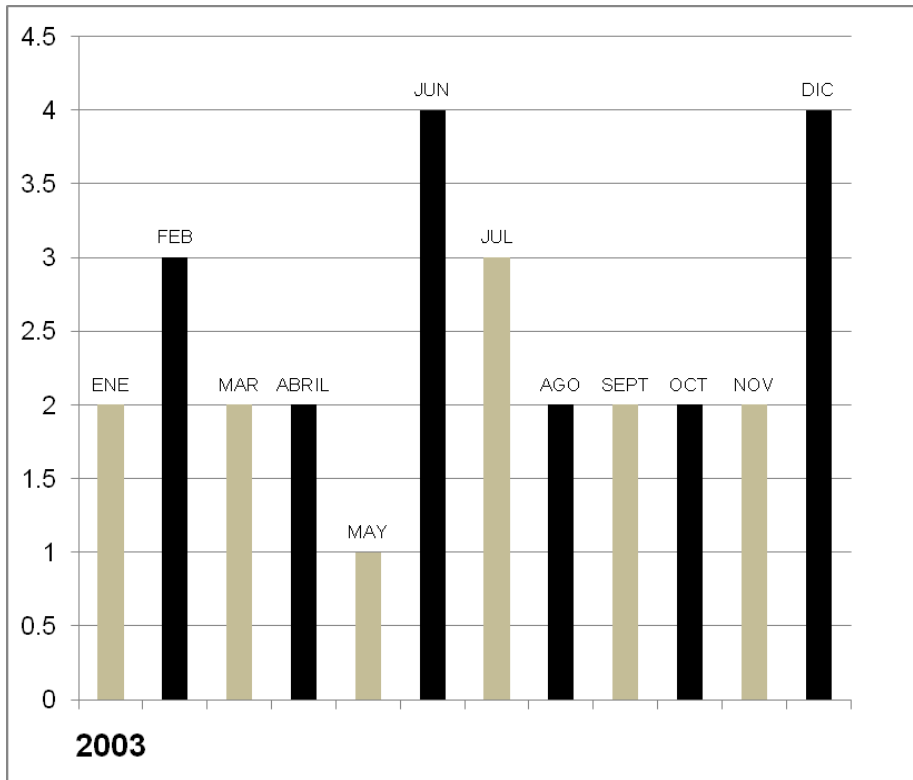
3.3.1 Distribución de notas por año de publicación



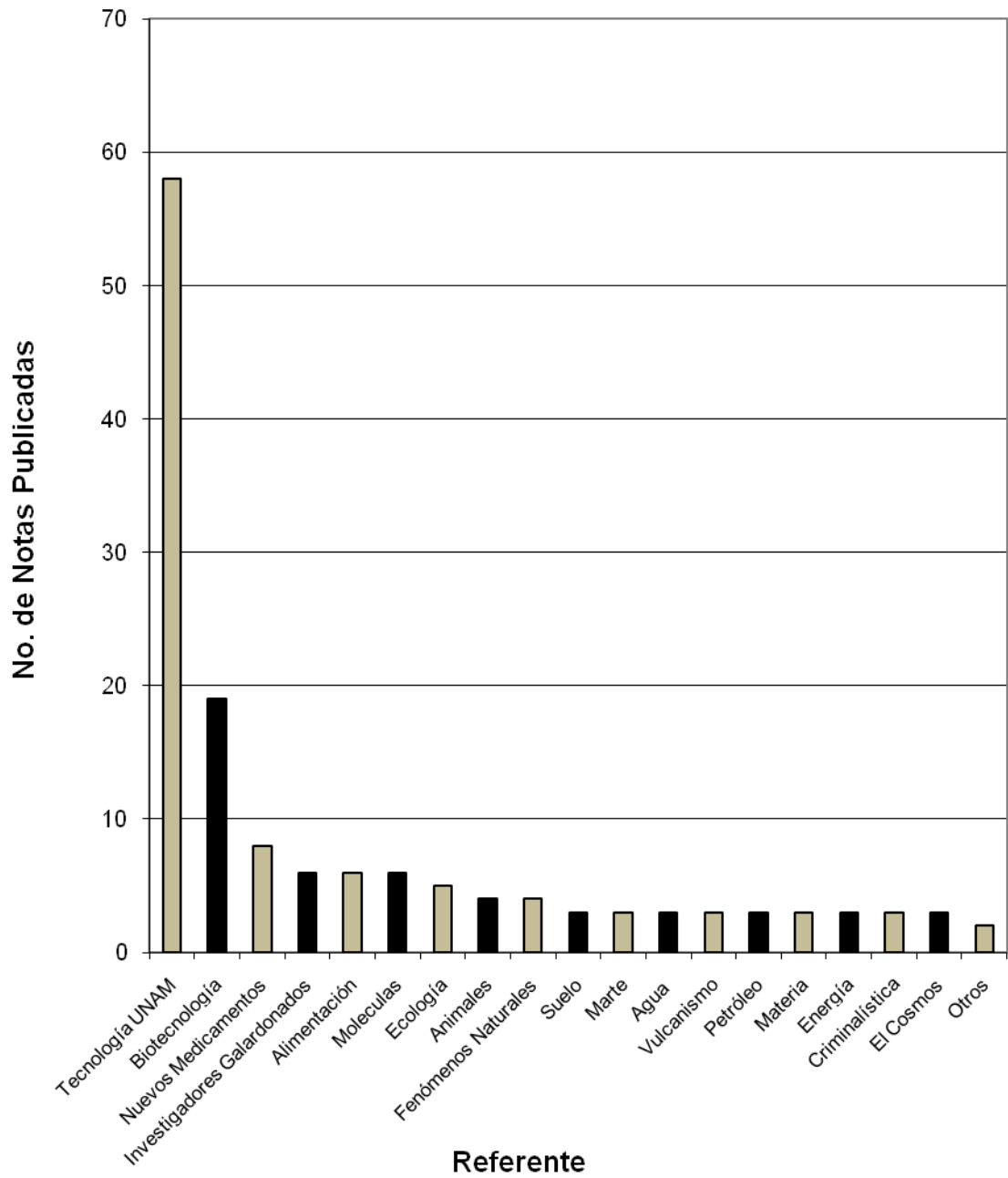
3.3.2 Distribución por año-mes



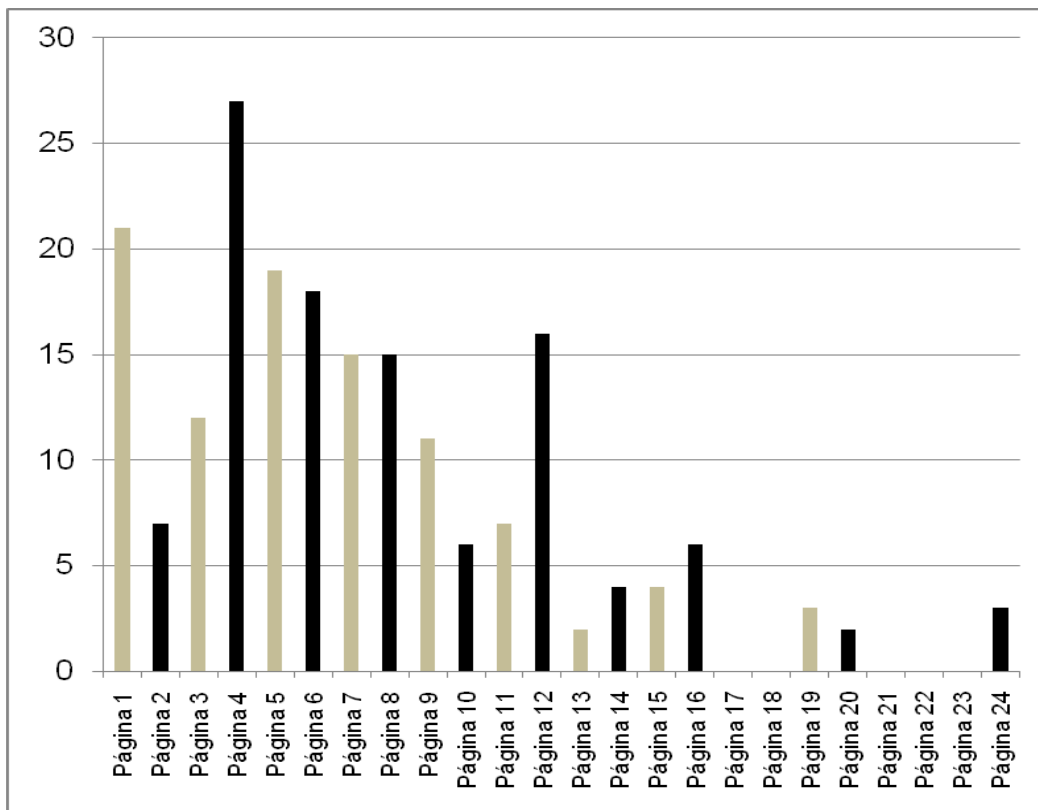




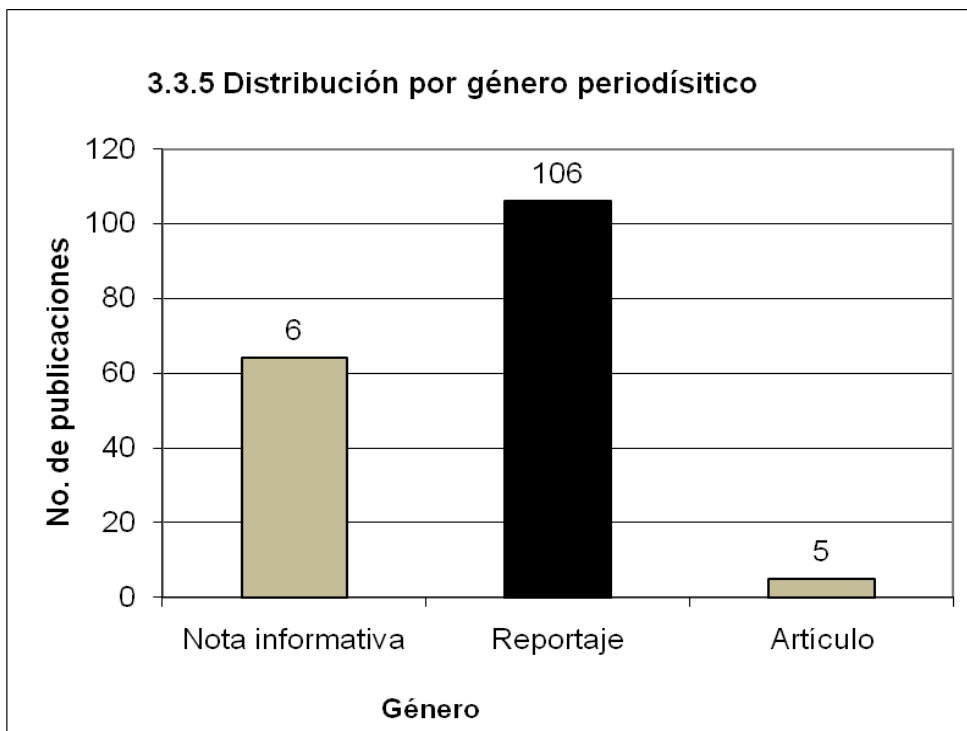
3.3.3 Distribución por referente



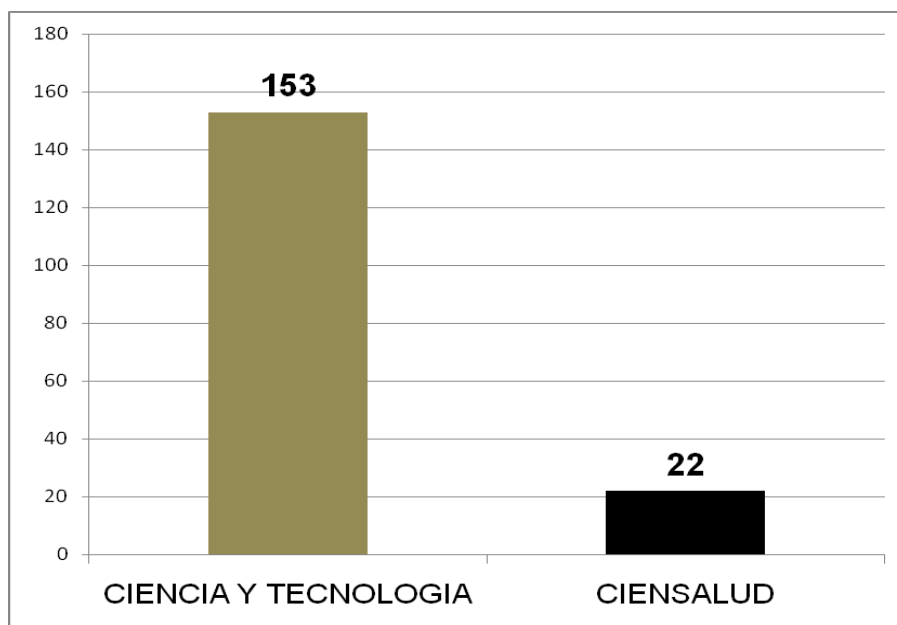
3.3.4 Distribución por página



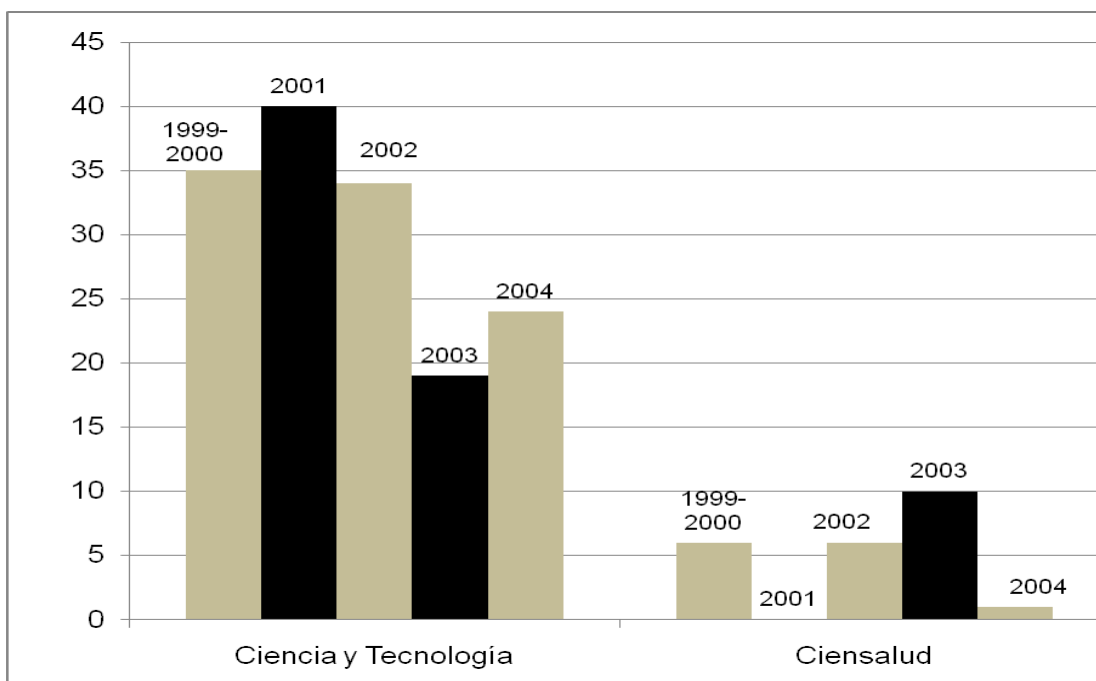
3.3.5 Distribución por género periodístico



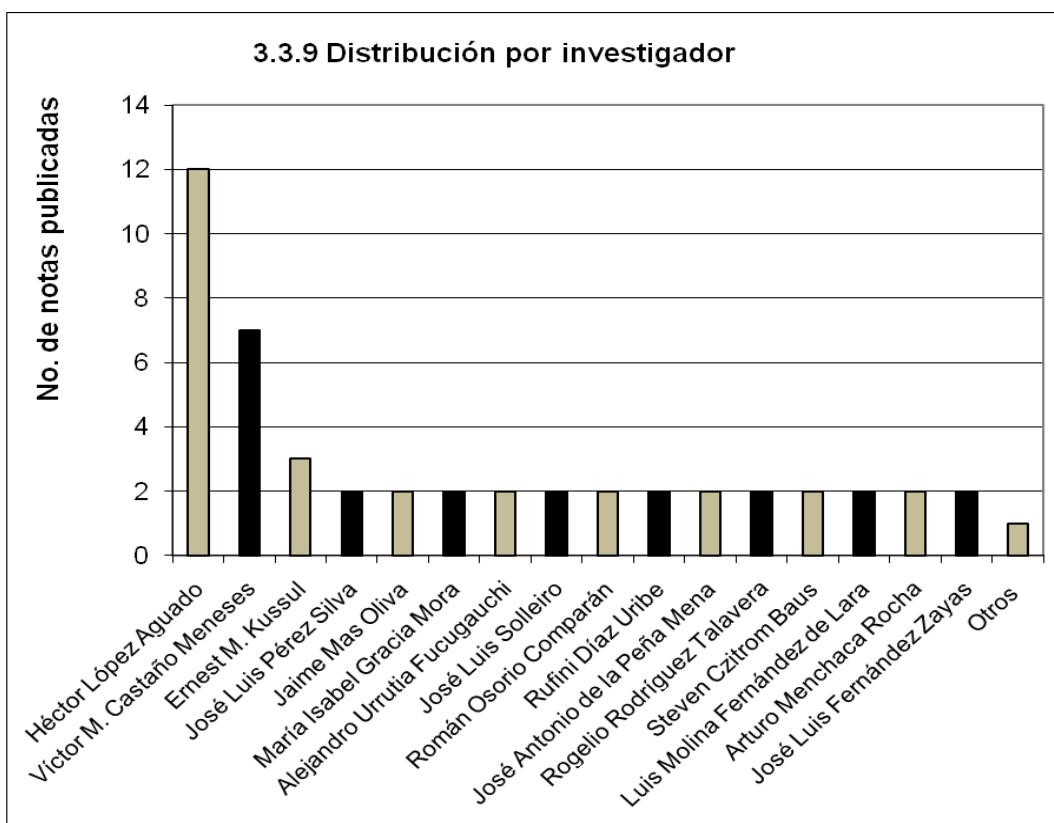
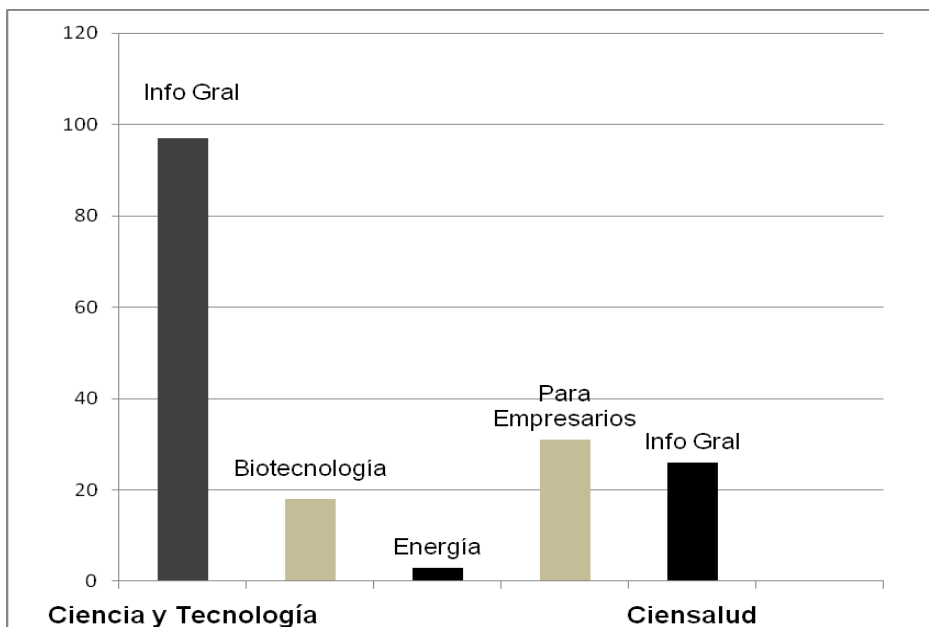
3.3.6 Distribución por Suplemento temático



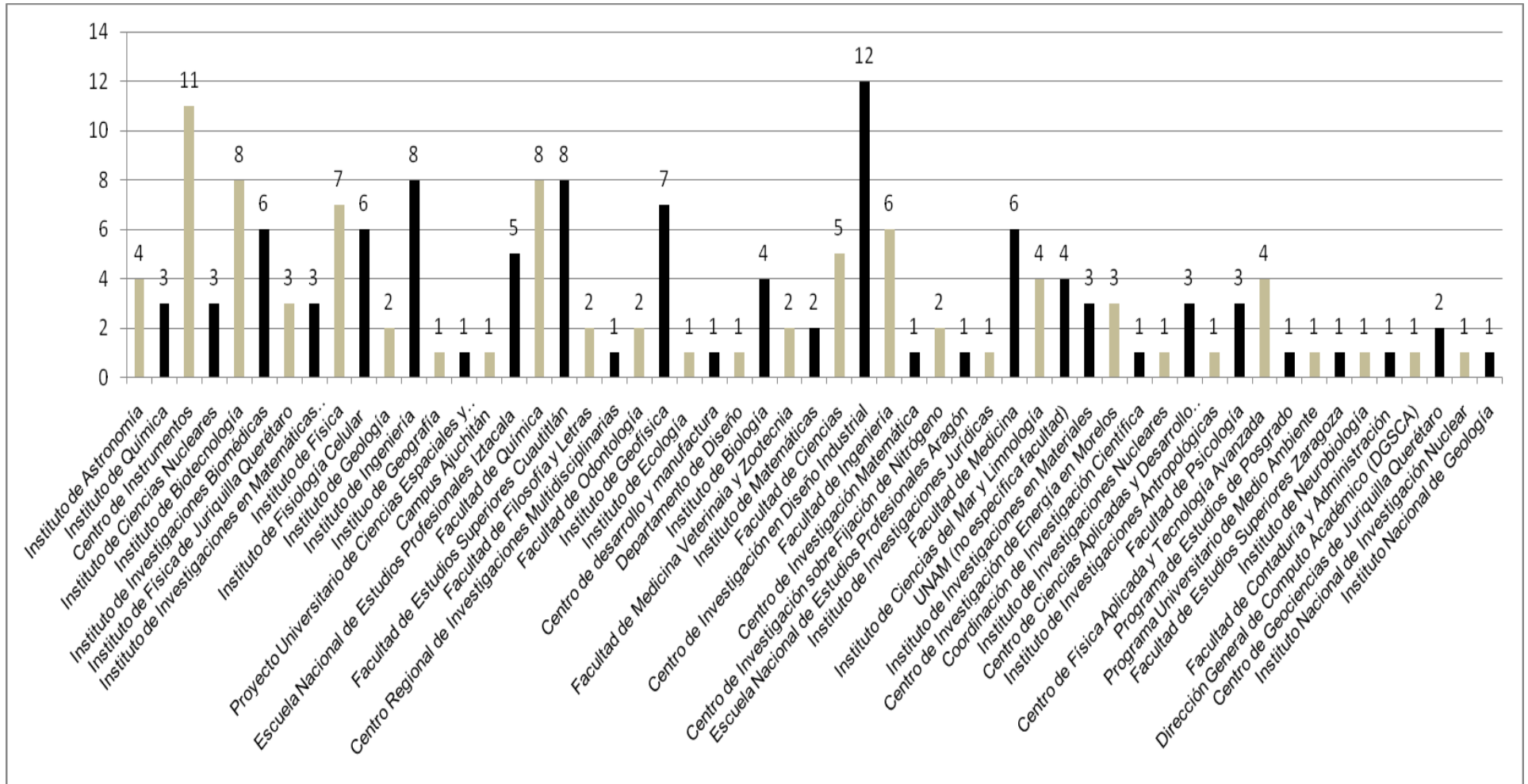
3.3.7 Distribución por año-suplemento temático



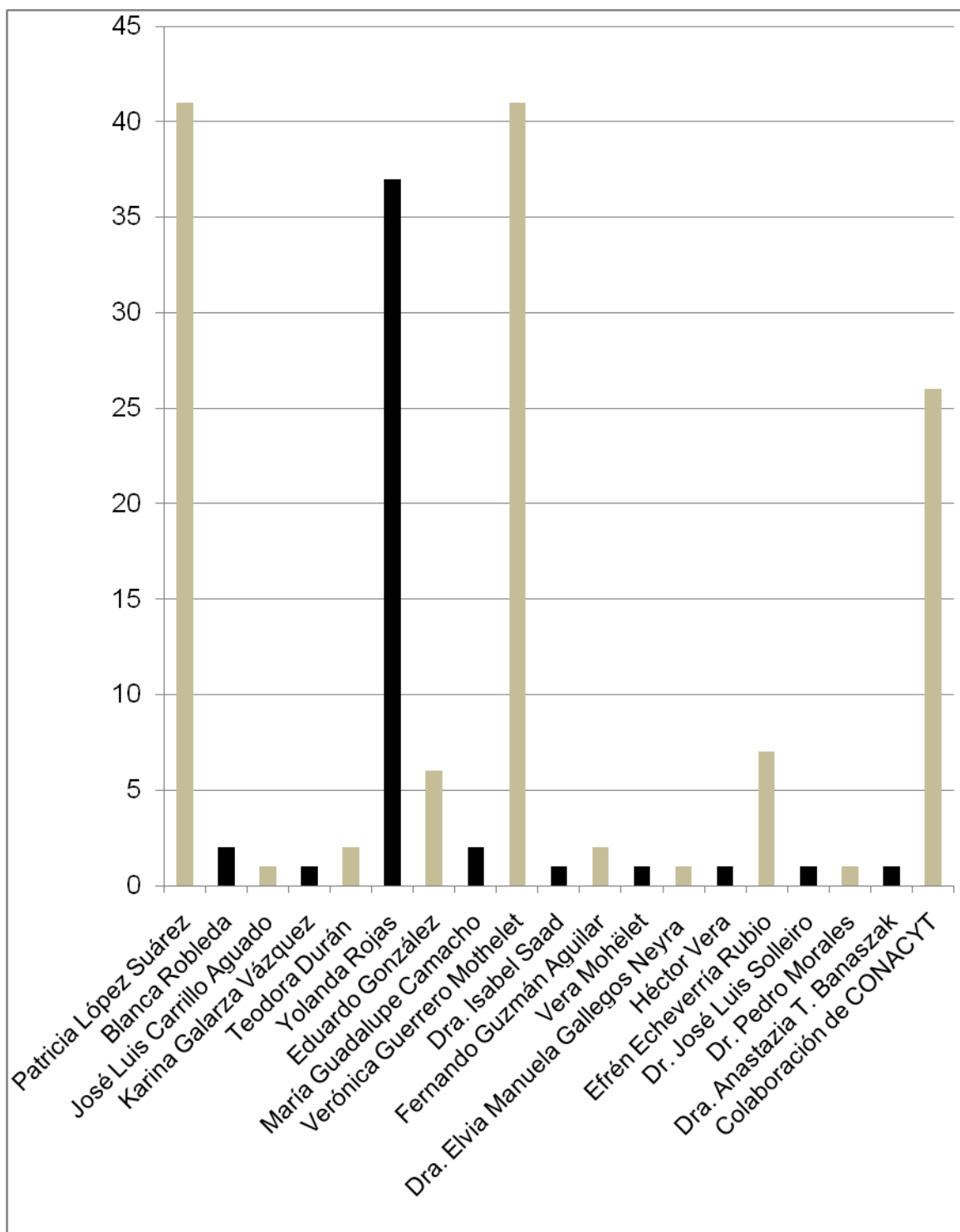
3.3.8 Distribución por suplemento temático-sección



3.3.10 Distribución por instituto, escuela o facultad



3.3.11 Distribución por Autor o Autores



Para concluir es preciso reiterar que este capítulo es fundamental dentro de la investigación puesto que se ofrecen los resultados, el análisis y la interpretación de los datos recopilados uno de los principales objetivos que motivó la elaboración de este trabajo.

Si bien se obtuvieron datos reveladores a partir de las interpretaciones que se hicieron anteriormente, a continuación se ofrecen las conclusiones, que darán un panorama general de lo que fue esta investigación.

Conclusiones

Se presentan tres tipos de conclusiones: las metodológicas, técnicas y temáticas. Las metodológicas destacan importancia, pertinencia y la forma como se construyó la base de datos, así como los elementos que la integran. Las conclusiones técnicas describen los instrumentos que se utilizaron en esta investigación. Finalmente, las temáticas presentan los números arrojados por los conteos y su interpretación.

Conclusiones Metodológicas

En las conclusiones metodológicas se destaca la relevancia y pertinencia de la *Divulgación Científica* como tema de investigación, así como su delimitación espacial y temporal. Además, se encuentran los géneros periodísticos que se tomaron en cuenta, los métodos utilizados, las dificultades al momento de la recopilación y el vaciado de la información. También la manera como se realizó el conteo de los textos y los problemas de la búsqueda y recopilación del material periodístico.

En relación a la elección del tema.

La *divulgación de la ciencia* es un tema que ha sido escasamente abordado en México. Se trata de una disciplina relegada por los medios de comunicación ya que los espacios destinados a ella son escasos. Aunque los diarios de circulación nacional cuentan con una sección de ciencia le dan una importancia menor en comparación con la información política y deportiva.

Una de ellas es la sección “interfase” del periódico *Reforma*, la cual está especializada en nuevas tecnología pero con un enfoque ligado a las novedades tecnológicas y tips cibernéticos, el cual se publica únicamente los lunes.

En otros diarios como *La Crónica de Hoy*, la sección tenía el nombre de “Ciencias” y aparecía en la penúltima o última página los lunes y sábados, pero fue fusionada con la sección “Academia”. En otros diarios simplemente, no existe la sección o si existía han prescindido de ella.

1. Si bien es cierto que la divulgación de la ciencia en nuestro país aparentemente tiene una baja rentabilidad económica para las empresas editoriales puesto que pueden o no incluirla en sus ejemplares, también es verdad que está tomando mayor relevancia ya que existen empresas dedicadas a la producción farmacéutica e instituciones públicas dedicadas a la investigación, las cuales están interesadas en espacios periodísticos para divulgar sus avances científicos y productos. Aunque la tendencia es la creación de suplementos dedicados a cómo mejorar nuestra salud y alimentación, y en otros se publica información que obedece a los intereses de las marcas que ahí se anuncian.

Acerca de la delimitación espacial.

Al consultar las secciones de ciencia de los principales diarios de circulación nacional, se detectó que *La Jornada* es el único medio escrito en México que cuenta con un suplemento especializado en divulgación científica.

A pesar de que otros periódicos como *Reforma*, el cual cuenta con la sección “Interfase”, el tipo de información que ahí se maneja tiene otras características ya que sólo maneja descubrimientos internacionales relacionados con las nuevas tecnologías como la cibernética y el Internet, en cambio desestima a la ciencia básica que realizan institutos y universidades del país.

En cambio *La Jornada* divulga los avances de ciencia básica realizados por investigadores mexicanos y que son fundamentales para lograr avances de mayor

relevancia. Esta característica fue determinante para seleccionarlo como objeto de estudio.

La Jornada es además un diario que desde sus inicios estuvo ligado a los estudiantes, académicos, intelectuales y artistas mexicanos. Por lo mismo se trata de un periódico joven con una posición crítica frente a las problemáticas nacionales y la divulgación científica no es la excepción.

La inclusión de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) es porque en ella se realiza por lo menos 50 por ciento de la investigación científica que se lleva a cabo en México. Una institución con un destacado valor social debido a su basta labor académica y al impacto de sus investigaciones en todos los sectores de la población. Aunque esto no habla muy bien de la forma como se está realizando la investigación científica en México, en donde existe una exagerada centralización ya que pocas instituciones son las encargadas de esa labor entre ellas la UNAM, el IPN, la UAM, CINVESTAV, por mencionar algunas.

En cuanto a la elección del suplemento *Investigación y Desarrollo*, se puede decir que es sin duda un producto editorial de calidad, el cual se fundamenta en un trabajo de investigación riguroso. Se trata de un suplemento cuyo formato es tabloide que a su vez se divide en suplementos temáticos, mientras que uno habla de los avances en *Ciencia y Tecnología*, otro cuyo nombre es *CiensaSalud*, incluye los avances en el área de la salud y nuevos medicamentos. Ambos ejemplares se dividen en secciones. El primero en cuatro secciones: información general, biotecnología, energía, para empresarios; y el segundo, en dos secciones: información general y de los laboratorios.

Cabe aclarar que no se incluyeron todos los textos publicados en el suplemento, sino únicamente aquellos en donde se divulgaran proyectos o investigaciones realizados en los institutos o facultades de la UNAM y por sus investigadores.

2. Al concluirse este trabajo, el suplemento “Investigación y Desarrollo” del periódico *La Jornada* es la única publicación en su género que hay en los diarios de circulación nacional en México, si bien tiene características de un *encarte* o material que sirve de publicidad, es importante aclarar que quienes lo editan en todo momento se refirieron a esta publicación mensual llamándole suplemento.

Hace falta que se cree no sólo un suplemento como tal en la prensa mexicana sino varios, ya que únicamente existen revistas dedicadas a la divulgación científica tales como: *Ciencia*, de la Academia Mexicana de las Ciencias; *¿Cómo ves?*, editada por la Dirección General de Divulgación de la Ciencia de la UNAM; la revista *Ciencias*, de la Facultad de Ciencias de la UNAM; la revista trimestral *Cinvestav*, publicada por esa misma institución perteneciente al Instituto Politécnico Nacional, sólo por mencionar las más importantes. Lo que habla de la falta de interés y sobre todo de visión de los dueños de diarios de circulación nacional ya que la ciencia a nivel mundial da prestigio a las instituciones editoriales que han apostado por sostener ya sea una sección o un suplemento como el caso del *New York Times* al igual que en su revista *Time*; periódicos importantes como *El País*, *El Mundo* y *ABC* en España o *Le Monde* en Francia.

Por otro lado, cabe señalar que para la construcción de esta base de datos sólo se tomaron en cuenta tres géneros periodísticos: nota informativa, reportaje y artículo, porque son los de mayor presencia en los textos recopilados. Los dos primeros pertenecen a los géneros informativos y el último es un género de opinión. En cambio, quedaron descartados: entrevista, columna, crónica y editorial, géneros que no aparecen en la publicación.

3. Fue pertinente realizar una investigación acerca de la divulgación que realiza un diario de circulación como *La Jornada* por su penetración en sectores de la sociedad como: el académico, estudiantil e intelectual. Además, es el único suplemento que existe en el mercado especializado en divulgar los avances científicos, tecnológicos, de salud y medio ambiente que se realizan en el país.

La relación del periódico *La Jornada* a través del suplemento *Investigación y Desarrollo* con la UNAM es muy estrecha ya que desde los inicios del ejemplar en 1992, la Máxima Casa de Estudios ha sido una de las principales fuentes de información científica al ser la institución de educación superior por excelencia la cual en esa época realizaba el 75 por ciento de la investigación del país.

4. A pesar de que en la Máxima Casa de Estudios actualmente se produce al menos el 50 por ciento de los avances científicos y tecnológicos del país, eso no significa que haya disminuido los esfuerzos por continuar su labor científica, sino que se ha buscado aunque sin muchos resultados iniciar un proceso de descentralización de la investigación científica hacia otras instituciones de otras entidades de la República Mexicana, como: Universidades Estatales, Institutos tecnológicos o institutos públicos federales mediante proyectos de colaboración con investigadores de las diversas entidades.

5. La UNAM concentra la mayor parte de los estudios científicos debido a que tiene la vocación científica, cuenta con los recursos económicos, con la infraestructura y con los recursos humanos suficientes para llevar a cabo proyectos encaminados a la investigación de nuevas áreas del conocimiento. Además de contar con la mayor cantidad de investigadores que pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores en su Nivel III, el más alto, con 629 investigadores en 2009 (Execum, UNAM 2010) lo que representaba el 44.90%, seguidos por los miembros de los centros SEP-CONACYT con 141 integrantes, representando tan sólo el 10.06% del total

y 129 del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV-IPN), esto equivale al 9.06% de los investigadores del Nivel III del SNI que hay a nivel nacional.

Sobre la delimitación temporal

Establecer un periodo para iniciar y concluir la recopilación del material respecto al tema seleccionado es fundamental. Se debe definir claramente el lapso durante el cual se hará la recopilación. Una vez definido es más sencillo hacer la búsqueda de los textos publicados.

La llegada del doctor Juan Ramón de la Fuente como rector de la UNAM dio mayor impulso a la investigación científica, tras una huelga estudiantil de alrededor de 10 meses. Por ello, sirvió como punto de referencia para iniciar esta investigación.

Es a partir de noviembre de 1999 cuando comienzan a normalizarse las actividades académicas y de investigación en la UNAM. A partir de ahí inicia una nueva etapa en la Máxima Casa de Estudios a través del impulso de la investigación en sus centros e institutos debido a una política científica enfocada a la asignación de mayor presupuesto destinado al desarrollo científico de la universidad.

Esta base de datos incluye únicamente cinco años de la administración de Juan Ramón De la Fuente, la cual abarca dos periodos: el primero, de noviembre de 1999 a noviembre de 2003 y el segundo, que inició en noviembre de 2003 y finaliza en 2007. Sin embargo, el periodo seleccionado es representativo de su labor al frente de la UNAM.

6. El periodo del rector Juan Ramón de la Fuente en la UNAM ha sido en el cual se ha designado el mayor presupuesto a la investigación científica y tecnológica. En 1999, último año de Zedillo, el subsidio a la UNAM fue de 8

mil 771 millones de pesos, para año 2000, el presupuesto universitario fue de 10 mil 686 millones (Sheridan, 2010), mientras que de un presupuesto total de 19 mil 190 millones 124 mil 992 pesos para 2006, se destinaron 4 mil 852 millones 707 mil 426 pesos a la investigación científica y tecnológica, es decir, el 25.3% del presupuesto para el ejercicio 2006, de acuerdo con la DGCS de la UNAM que se dio a conocer durante la Sesión Ordinaria del Consejo Universitario, el 7 de abril de ese mismo año.

Sobre los géneros periodísticos considerados.

La nota informativa, el reportaje y el artículo fueron los tres géneros periodísticos recopilados en este trabajo. Los dos primeros se tratan de géneros informativos y el tercero, es un género de opinión, de acuerdo con la clasificación de Vicente Leñero y Carlos Marín.

Para Leñero y Marín el propósito de la *nota informativa* es dar a conocer los hechos de interés colectivo y se trata del menos subjetivo de los géneros periodísticos. En ella no se dan opiniones, se informa del hecho y nada más. La mayoría de las veces responde a las seis preguntas: ¿Qué? ¿Quién? ¿Cómo? ¿Cuándo? ¿Dónde? ¿Por qué? aunque no siempre responde a las seis; ello dependerá de las características del hecho noticioso.

Estas características fueron las que se tomaron en cuenta para hacer la clasificación de los textos periodísticos. Además, se tomaron en cuenta las definiciones de Gonzalo Martín Vivaldi quien asegura que el *Reportaje* es un relato periodístico esencialmente informativo, libre en cuanto al tema, objetivo en cuanto al modo y redactado preferencialmente en estilo directo, es decir, impersonal en el que se da cuenta de un suceso o hecho de interés actual o humano. Se trata de escribir, relatar o contar pero sin editorializar.

El mismo autor define al *Artículo* como un escrito de muy vario y amplio contenido, de varia y muy diversa forma, en el que se interpreta, valora o explica un hecho o una idea actuales de especial trascendencia, según la convicción del articulista. Se puede escribir un artículo sobre un tema actual o interesante sin necesidad de que el núcleo de ese artículo sea la noticia.

7. Si bien es cierto que desde hace algunos años existen definiciones de los géneros periodísticos como los que se tomaron en cuenta para elaborar este estudio: nota informativo, reportaje y artículo, no se puede dejar de lado debe atenderse el replanteamiento que hacen autores como: Oscar Steimberg y Lilia Jorge, quienes plantean que los géneros cambian por efecto del uso social. Mencionan además que en los textos contemporáneos todas las categorías pueden mezclarse. Estos personajes hablan también del surgimiento de un periodismo “interpretativo” que se ayuda de contextualizar la información, y buscar las causas y consecuencias de un hecho.

8. En este sentido, se puede decir que existe un cambio de paradigma en cuanto a géneros periodísticos se refiere, se pasa de formatos rígidos a una mayor flexibilidad para manejarlos e incluso mezclarlos. Sin embargo, pese a esa mezcla, siempre habrá uno que predomina por sobre los demás en cada texto periodístico.

Basado en ello, se puede afirmar que a pesar de existir una mezcla de géneros en algunos de los textos recopilados del suplemento *Investigación y Desarrollo* que se refieren a los avances científicos de la UNAM en el periodo 1999-2004, es posible determinar el que predomina sobre otros y gracias a esto es posible hacer una clasificación por género periodístico en la base de datos.

La clasificación de los géneros periodísticos es propio de un comunicólogo ya que es él quien cuenta con la formación necesaria para hacer la distinción entre un género y otro.

Sobre el tipo de método empleado.

Los métodos *Cuantitativo* y *Cualitativo* son la base de este trabajo de investigación, el cual consistió en enumerar y contar datos para después hacer su respectivo análisis e interpretación, además de llevarse a cabo entrevistas formales e informales con las personas encargadas de la administración de la ciencia y su divulgación en la UNAM y en el país. Además, se entrevistó a Verónica Guerrero Mothelet, una de las reporteras que redactó parte importante de las noticias publicadas en Investigación y Desarrollo que hablan de los avances científicos que desarrolla la Máxima Casa de Estudios en sus instalaciones.

9. El uso de una metodología combinada, es decir, que incluya a los métodos *Cuantitativo* y *Cualitativo*, permite una mejor interpretación de la realidad ya que las carencias de uno son cubiertas por el otro, proporcionando mejores resultados.

Sobre la recopilación.

El procedimiento comenzó con la búsqueda de los textos vía internet lo que facilitó el proceso y la reducción del tiempo invertido. Una vez terminado la etapa de la búsqueda electrónica, se hizo la comparación de la versión electrónica con los ejemplares impresos para identificar los textos faltantes en la red.

10. La inexistencia de algunos ejemplares impresos en diversas hemerotecas consultadas por quien suscribe esta investigación dificultó la etapa de recopilación. Por lo que para lograr reunir todos los textos publicados durante el periodo 1999-2004 se necesitó acudir tanto a la página

electrónica oficial, a la empresa encargada de la edición y también a hemerotecas de instituciones y universidades públicas como: Biblioteca México, Biblioteca y Hemerotéca Nacional, Biblioteca Central UNAM, Biblioteca de la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, y Hemerotéca de Facultad de Estudios Superiores Acatlán. También se acudió a los archivos del periódico *La Jornada* y del suplemento *Investigación y Desarrollo*.

11. La mayoría de las bibliotecas y hemerotecas públicas en la Ciudad de México no cuentan con los periódicos completos y en ocasiones están deteriorados. Además, el proceso para consultar el material es muy complicado y se reduce a una cantidad mínima que se autorizan para fotocopiar, situación que demandó invertir más tiempo para la construcción de esta base de datos. En otros archivos como los de *La Jornada* no hay servicio de fotocopiado.

Sobre la etapa de vaciado

En una primera etapa, se hizo un conteo y captura rigurosa de los datos. Para ello, se construyó una tabla de vaciado, herramienta que permitió hacer la operacionalización de los datos mediante variables como: fecha de publicación, referente, género periodístico, sección, referente, instituto, autor, etc.

En una segunda revisión se realizó la verificación de la captura de datos, por lo que fue necesario corroborar la información una a una con las versiones impresas de los textos para que en caso de presentarse algún error se rectificara de inmediato, lo cual garantiza la confiabilidad de la base de datos.

12. Resultó una labor complicada y hasta tediosa la búsqueda, ordenación y transcripción de cada uno de los textos, sin embargo, una vez que se tienen claros

los datos que se van a ordenar, el siguiente paso es hacerlo de manera cronológica.

Sobre los conteos sencillos.

Se presentan los conteos sencillos de los datos, así como algunas interpretaciones que pueden ser de gran utilidad quien consulte la base, sin embargo, el usuario de este trabajo podrá hacer el cruce de dos o más variables de acuerdo a sus intereses.

13. La presentación de los conteos sencillos facilita la búsqueda del consultante al ofrecer un abanico de información de acuerdo con la variable o etiqueta y el número de veces que aparece. Aquí algunos ejemplos: Año en que se publicó y número de textos: 1999 con 3 textos; Referente, Tecnología UNAM registró 58 textos, es decir el 33.4 %, esto equivale a un tercio del total de las notas publicadas, y por último se registraron 64 noticias correspondientes al género de notas informativas.

14. El número total de investigadores fue de 198, ya que en algunos textos aparecieron dos o más científicos quienes trabajaron en colaboración pertenecientes a 182 institutos, escuelas, centros o facultades de la UNAM

Sobre los problemas de investigación.

Entre los problemas de investigación que se presentaron se pueden mencionar los siguientes:

15. La indisponibilidad del material que se recopiló. Aunque de manera formal las empresas editoriales debieran contar con un archivo propio que contenga cada uno de los ejemplares publicados, al no tener todo el material

periodístico reunido en un mismo lugar, se buscaron fuentes como: bibliotecas públicas, hemerotecas y páginas web, situación que dificultó la recopilación de la información.

16. Es complicada la elaboración de una técnica y su aplicación porque se deben tomar en cuenta las características de la base de datos que se desea construir, sin embargo, una vez determinadas cada una de las variables o etiquetas el proceso se atenúa.

17. Se logró una clasificación precisa de todos los textos y de acuerdo a sus características se le atribuyó uno de los géneros periodísticos siguientes: nota informativa, artículo o reportaje. Cabe señalar que pese a que los conceptos rígidos de los géneros periodísticos propuestos en el pasado han sido superados por los cambios vertiginosos en el periodismo, aún es posible identificar el predominio de uno de ellos por sobre los demás en un texto periodístico.

Conclusiones Técnicas

Las conclusiones técnicas plantean los elementos que integran el modelo o herramienta propuesto para facilitar la sistematización de los datos. Enseguida los criterios de llenado del instrumento metodológico; el error, la validez y la precisión de la técnica aplicada es uno de los componentes que también se explican, así como las carencias de la tabla de vaciado y la recopilación del material periodístico.

Sobre la base de datos

Esta base de datos reúne en un solo catálogo las noticias sobre la investigación científica que realiza la UNAM que se publicaron en el suplemento *Investigación y Desarrollo* del periódico *La Jornada* de 1999 a 2004. Para su

construcción se utilizaron herramientas y técnicas que permitieron reunir la información en un espacio físico para su consulta.

18. La sistematización y ordenación de los textos publicados sobre la investigación científica y tecnológica que realiza la UNAM en *Investigación y Desarrollo* permite obtener una visión parcial de cómo se lleva a cabo la difusión de los avances científicos en uno de los diarios de circulación nacional que es *La Jornada*, que forma parte de la prensa mexicana.

19. Ofrece la visión del diario *La Jornada* y la presenta cómo una institución que cuenta con un espacio especializado en *Ciencia y Tecnología*, aborda las temáticas de manera seria y profesional.

20. Dado que esta base de datos fue construida con todo el rigor metodológico y técnico, la información que ésta ofrece es confiable y puede ser utilizada para la elaboración de otras investigaciones.

Respecto a la técnica utilizada y las variables determinadas.

Se construyó una matriz de doble entrada compuesta por las variables: fecha de publicación, Año de la publicación, referente, suplemento, nombre del investigador, instituto, autor del texto, etc. Estas etiquetas o *variables* permitieron la clasificación y sistematización del material en columnas. A partir de ahí se hizo un conteo general de cada una de las variables hasta realizar un conteo total.

21. Una vez definido el instrumento de vaciado con la variables de mayor conveniencia de acuerdo al objetivo de la investigación, resultó más sencilla la clasificación del material recolectado, de esta manera se logró mayor precisión y confiabilidad ordenar la información en la base de datos.

22. Para reducir el margen de error fue necesario realizar una captura precisa en *Word* de cada uno de los textos periodísticos recopilados. Se realizó además tres revisiones de las versiones impresas para obtener resultados confiables y descartar cualquier alteración de los resultados conseguidos. De manera adicional se hizo una revisión electrónica de los textos en la página oficial del suplemento *Investigación y Desarrollo* en donde se llevó a cabo un comparativo entre las versiones electrónica e impresa y se observó que algunos de los títulos de los textos disponibles en internet eran distintos a los presentados en la versión impresa. Ante esta situación se decidió incluir en la sistematización el título que apareció en la versión impresa con el propósito de homogeneizar y facilitar el manejo de la información y el llenado del instrumento construido.

Criterios de llenado.

Cada una de las columnas contiene una variable o etiqueta común a cada uno de los textos como por ejemplo, *fecha de publicación*, conformada por el día, mes y año en que apareció publicado el texto periodístico. Enseguida el *referente*, es decir el tema del que se habla. Además, el *título o encabezado*, que es la idea que engloba a todo el texto.

23. La manera como se llenó las columnas determinó que hubiera una mayor claridad. En la mayoría de las variables se optó por incluir la palabra completa como en el caso de referente para el cual se utilizó “biotecnología”, “tecnología UNAM”, “alimentación”, etc, con ello resulta más sencilla su localización.

24. El conteo final se hizo a través de la construcción de una tabla o matriz de doble entrada mediante el programa *Excel*, la cual facilitó un conteo más rápido y eficiente. A través de las herramientas del programa se realizó el conteo y se construyeron las gráficas de acuerdo a las tendencias arrojadas.

El margen de error, la fidelidad, validez y precisión de la técnica.

El *margen de error* en cualquier investigación siempre está presente, sin embargo, se deben tomar las medidas necesarias para reducirlo a su mínima expresión. Para lograrlo se hizo una revisión rigurosa de cada uno de los textos tanto en versión impresa como electrónica.

Para ello se creó un modelo que permitió ordenar la información de acuerdo con cada una de las categorías y posteriormente se realizó el llenado del instrumento.

Puesto que todo trabajo refleja la perspectiva con la que el autor desea analizar su objeto de estudio, este caso se ofrecen algunas interpretaciones de los datos lo que quiere decir que no se agotan las posibilidades y hay lugar para que todo aquel que consulte esta base de datos pueda hacer las propias basados en los resultados que aquí se presentan.

25. El único error que podría presentarse es incluir un dato por otro, aunque se trata de una base confiable ya que fue realizada con un rigor metodológico.

La *fidelidad* es otro elemento que se tomó en cuenta.

26. Recurrir a las fuentes primarias aumenta la fidelidad y veracidad de la base de datos. Se consultó a los responsables de la edición del diario, ejemplares impresos y a su página electrónica oficial. Con estos elementos se construyó una base de datos a partir de una matriz de doble entrada. Cabe mencionar que esta misma técnica podría ser utilizada para construir otras bases de datos sobre diversos temas.

Por otro lado, la *validez* está en la construcción de un instrumento a través del cual se describen las características específicas sobre la divulgación de la ciencia en México en un medio de comunicación escrito.

27. Este trabajo si bien no ofrece un panorama completo sobre la divulgación científica en México, si representa el análisis de un caso específico, es decir, la forma cómo el suplemento *Investigación y Desarrollo* divulga la investigación científica, lo cual de alguna manera refleja parte de la realidad que está ocurriendo en esta área de estudio, además describe la valiosa labor de los científicos y su importancia para la sociedad.

Aunque sería conveniente llevar a cabo un estudio posterior al periodo 1999-2004 únicamente para saber si continuo la tendencia del crecimiento de la divulgación científica sobre los desarrollos científicos de la UNAM.

Disfunciones de la tabla de vaciado.

Se presentaron varias cuestiones de manera inesperada, sin embargo, a continuación se presentan las adecuaciones que se realizaron:

28. En algunas de las columnas aparecen dos o más variable. Se incluyeron todos los investigadores ya que en esos casos se trata de proyectos grupales en donde intervino más de un investigador. Se consideró de gran importancia incluir el crédito de cada uno de ellos en reconocimiento a su labor, por tanto se cuantificaron todos puesto que uno de los objetivos de este trabajo es conocer el número de investigadores consultados.

29. También se registraron errores en los materiales impresos. Uno de ellos fue el año de la publicación de los suplementos, hubo casos en que a pesar de ser suplementos publicados el mismo mes, tenían un número de año distinto. Es decir, si el de la primera quincena decía "Año X", el de la siguiente quincena venía "Año

IX". Por considerar que fue un problema de impresión se tomó la decisión de otorgarle el primer número ya que siguiendo un orden cronológico, se llegó a la determinación de que es el correcto.

Acerca de problemas de recolección y vaciado.

30. Se encontraron textos en los que título o cabeza de la nota en versión electrónica no correspondía con el ejemplar impreso por eso se tomó la decisión de incluir todos los títulos o cabezas de los textos que se publicaron en la versión impresa.

31. Existen graves problemas en el servicio bibliotecario de México porque la gran mayoría de las bibliotecas y/o hemerotecas no tienen el material completo. Además, apenas están construyendo los catálogos electrónicos, situación que dificulta la labor del investigador. El procedimiento para prestar los ejemplares es complicado porque el procedimiento resulta obsoleto. La restricción del material a sólo tres ejemplares en ocasiones es insuficiente para la enorme cantidad de ejemplares que se requieren. Lo anterior retrasó el proceso de la recopilación. No estaría de más que las bibliotecas y hemerotecas hicieran la digitalización de los diarios con los que cuentan.

32. El suplemento *Investigación y Desarrollo* no tiene un archivo propio que incluya de manera ordenada cada uno de los números que han salido al mercado. Es decir, no existen las condiciones para acceder al archivo oficial del suplemento *Investigación y Desarrollo* ni a la hemeroteca de *La Jornada*, espacios físicos que se encuentran ubicados en diferentes puntos de la Ciudad de México.

En el primero de los casos no cuentan con un archivo propio que concentre todos los ejemplares publicados. En el segundo, existen restricciones en la hemeroteca del diario, es decir, no es posible fotocopiar el material, sino que la

única opción es comprar los ejemplares anteriores y a un precio superior al costo normal.

Conclusiones Temáticas

Las conclusiones temáticas corresponden a los resultados arrojados por el conteo de los datos y su interpretación. Con ello se pretende, a partir de una medición cuantitativa, conocer la tendencia de la realidad de acuerdo con los resultados obtenidos.

Una base de datos permite ordenar la información de manera cronológica y sistemática para la consulta y análisis de otros investigadores interesados en iniciar trabajos de acuerdo a sus intereses.

Este estudio pretende ser el punto de partida para otras investigaciones que mediante enfoques muy particulares amplíen el área del conocimiento de la *Divulgación de la Ciencia*.

Se espera que los resultados obtenidos contribuyan a enriquecer y respalden análisis más complejos mediante datos confiables y objetivos. Cabe aclarar que uno de los propósitos de este trabajo no es hacer un análisis de contenido, aunque es posible establecer conclusiones fundamentadas en los datos estadísticos.

33. La delimitación temporal abarcó cinco años, es decir, a partir de diciembre de 1999, hasta diciembre de 2004. Se trata del inicio de la administración del doctor Juan Ramón de la Fuente como rector de la Universidad Nacional Autónoma de México. Durante este periodo se publicaron 175 noticias periodísticas relacionadas con las investigaciones científicas que se gestaron en los diversos centros e institutos de la UNAM.

34. De los 175 textos en los que tienen alguna participación investigadores de la Universidad Nacional Autónoma de México, 40 correspondieron al año 2001 y 40 se publicaron en 2002, esto es, el 22.81%, respectivamente. Lo anterior quiere decir que fue en este periodo cuando se divulgó con mayor frecuencia los trabajos científicos que se hicieron en la UNAM, por lo que se puede afirmar que de alguna manera hubo mayor productividad en las dependencias universitarias fruto de los impuestos que la sociedad mexicana aporta.

Durante 2001 y 2002 se publicó el 45.62% de los 175 textos periodísticos de divulgación científica, es decir, casi la mitad del total de los textos recopilados.

35. Fue en marzo del 2001 con 5 noticias de la UNAM publicadas en *Investigación y Desarrollo*, así como abril, agosto y noviembre del 2002 también con 5 textos periodísticos publicados cuando se dio mayor divulgación a dichos hallazgos científicos.

36. El suplemento *Investigación y Desarrollo* cuenta además con dos suplementos temáticos, uno denominado *Ciencia y Tecnología*, y otro llamado *Ciensa*lud. En este caso fue el primero de ellos el que presentó más textos sobre las investigaciones o colaboraciones de los investigadores de la UNAM con 149, mientras que el segundo suplemento únicamente registró 26 textos.

Esto quiere decir que hubo mayor divulgación a los avances de ciencia y tecnología, y en mayor medida a los de salud. En este caso haría falta una estrategia como por ejemplo, la formación de un mayor número de comunicadores especializados en las disciplinas correspondientes a la biomedicina, la química y la biología, entre otras.

37. Cada suplemento temático cuenta con sus propias secciones en las cuales aparecen cada uno de los textos de acuerdo con el tema que desarrolla. En este caso correspondió al de “Ciencia y Tecnología” en la sección de “Información General” la que destacó al publicar 97 textos.

38. De acuerdo con los referentes o temas más abordados, “Tecnología UNAM” con 58 textos fue la variable que más presencia tuvo. Dicho referente se refiere a inventos pensados y desarrollados en la UNAM los cuales más tarde se ponen a disposición del sector empresarial para su comercialización y distribución a nivel industrial.

Enseguida, con 19 textos publicados sobre “Biotecnología”; “Nuevos Medicamentos” con 8; “Investigadores Galardonados”, “Alimentación” y “Moléculas” con 6 menciones cada uno.

De acuerdo con estos resultados se comprueba la importancia que tiene la UNAM en cuanto al desarrollo de nuevas tecnologías en México, así como la trascendencia que tienen líneas de investigación como es la “Biotecnología”, disciplina que en tiempos recientes ha tenido un ahuje y en la que a través del cruce de genes de diversos organismos tanto animales como vegetales es posible dar solución a problemáticas como la desnutrición, hambre y algunas enfermedades.

39. El suplemento *Investigación y Desarrollo* está conformado normalmente entre 12 y 24 páginas o planas aproximadamente. En este plano cabe destacar que el mayor número de noticias que hablan de la investigación científica que lleva a cabo la UNAM se publicaron en la “página 4” con 27 veces, seguida por la “portada o página 1” en 21 ocasiones. Lo anterior, refleja el peso informativo que representa la Máxima Casa de Estudios del país en la divulgación científica al publicarse sus hallazgos en la portada de *Investigación y Desarrollo*.

40. Respecto a los géneros periodísticos que se abordaron, el primer sitio correspondió al “reportaje” con 106 menciones, en el siguiente lugar la “nota informativa” que se utilizó en 64 ocasiones y finalmente, el artículo en 5 noticias.

Estos resultados de alguna manera muestran cómo los géneros informativos tienen mayor presencia en este suplemento y habla de la necesidad que existe de que la sociedad esté enterada de los avances científicos ante el desconocimiento que sobre esas temáticas existe en el promedio del público mexicano.

Mientras que con la baja producción de artículos escritos por los especialistas, se desnuda la escases con que los propios investigadores divulgan sus descubrimientos científicos con la sociedad, ya sea por la falta de espacios en los medios de comunicación o por la falta de interés de los propios estudiosos en compartir mediante un lenguaje sencillo los hallazgos de sus investigaciones.

41. Los autores con mayor actividad son: las reporteras Patricia López Suárez y Verónica Guerrero Mothelet en 41 ocasiones y Yolanda Rojas con 37 textos publicados. Cabe destacar que en 26 ocasiones el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) intervino con inserciones pagadas en las que también se promovieron inventos y proyectos de investigadores de la UNAM.

Estas cifras se pueden interpretar como la excesiva dependencia de este suplemento de instancias de gobierno como el CONACYT, que a través de su financiamiento permite que la publicación subsista.

42. En cuanto a la autoría de artículos escritos de manera directa por investigadores universitarios se encontraron sólo 6. Los doctores Isabel Saad, Elvia Manuel Gallegos Neyra, José Luis Solleiro, Pedro Morales y Anastazia T. Banaszak con 1 texto cada uno.

43. De acuerdo con los resultados los personajes con mayor presencia al momento de divulgar la información científica son los reporteros por encima de los investigadores. De ahí la trascendencia de una profesión como el periodismo que exige mayor especialización y actualización sobre en la manera como funciona el método científico. Cabe mencionar que el trabajo de los reporteros no es posible sin el respaldo del trabajo de los investigadores quienes revisan previamente cualquier texto antes de ser publicado.

También hace falta la inclusión de materias relacionadas con las ciencias duras en los programas de comunicación y periodismo de las universidades públicas y privadas de nuestro país,

44. Los investigadores e institutos con mayor número de trabajos publicados en el suplemento *Investigación y Desarrollo* son el doctor Héctor López Aguado del “Centro de Investigación en Diseño Industrial” en 12 ocasiones, y el doctor Víctor Manuel Castaño Meneses del Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada *campus Juriquilla* con 7 menciones, ambos presentando avances patrocinados por el CONACYT.

Nuevamente con esta información se confirma que la divulgación de la *innovación* es prioritaria para la UNAM, la cual más tarde es comercializada por el Centro de Investigación en Diseño Industrial y se obtienen recursos propios.

Lo anterior, no significa que se le deban destinar mayores recursos a esta rama de la ciencia, sino por el contrario, debe haber mayor equilibrio en su distribución en donde exista también apoyo a otras disciplinas para así evitar que se queden rezagadas en la producción de conocimientos.

Perspectivas de la Investigación

Las perspectivas de investigación que pueden surgir a partir de este trabajo son las siguientes:

1. **ANÁLISIS DE CONTENIDO.** La información que ofrecen cada uno de los artículos sobre diversas temáticas hacen posible iniciar un análisis sobre el significado de la información así como las propiedades observables de cada uno de los texto para lograr una interpretación basada de acuerdo con su contexto.
2. **ANÁLISIS DEL DISCURSO.** Otra perspectiva de investigación es el análisis crítico y detallado de las estructuras semánticas, sintácticas y pragmáticas y cada uno de los 175 discursos elaborados por los investigadores sobre los avances científicos y tecnológicos en la UNAM. Incluidos los procesos y representaciones mentales, y sus relaciones con el contexto social, político, histórico y cultural.
3. **ELABORACIÓN DE REPORTAJES.** En primer lugar porque aquí se ofrece una definición de reportaje y sus características. Para todo aquel que quiera iniciar un reportaje como opción de titulación o no ya que se ofrece un panorama de no sólo de la divulgación de la ciencia en México sino de la situación en la que se encontraba durante el periodo 1999-2004 la investigación científica en los institutos de la UNAM. A su vez, cada uno de los textos recopilados ofrecen información valiosa sobre temas como Biotecnología, Inteligencia Artificial, informática, entre otros.

4. **REPLANTEAMIENTO DE LOS GÉNEROS PERIODÍSTICOS.** De acuerdo con los problemas enfrentados en la elaboración de esta base de datos, se puede asegurar que es necesario tomar en cuenta los nuevos planteamientos que han surgido respecto a la definición de los géneros periodísticos y por supuesto las modificaciones y adecuaciones que éstos han enfrentado y siguen enfrentando día con día ante los cambios vertiginosos que se presentan en la actualidad.

El autor de este trabajo apuesta porque exista la libertad para que a partir de los géneros tradicionales como: la nota informativa, reportaje, crónica, artículo, editorial, etc, sea posible hacer una mezcla de dos o más géneros periodísticos según convenga al periodista o autor ya que forma parte de un proceso creativo que enriquece la labor de servicio público y el compromiso social que un comunicador debe tener.

5. **EL FUTURO DE LA DIVULGACIÓN CIENTÍFICA EN LOS MEDIOS ESCRITOS.** A pesar de que se habla de la baja rentabilidad e incluso de habla de los riesgos de desaparición de la divulgación científica de los medios escritos de información por la escasa importancia que dan las empresas periodísticas a este tipo de información, por otro lado, también es cierto que existen y están surgiendo nuevos nichos de comercialización en donde laboratorios e instituciones públicas y privadas involucradas en la investigación y en la docencia tienen la necesidad de espacios para promover sus productos o sus avances.

Lo anterior, significa que la divulgación científica es vendible, existen empresas que pueden costear la inversión para producirla y además

hay público interesado en leerla. Sin embargo, con la crisis que enfrentan los medios de comunicación tradicionales y el empuje del internet ya es posible divulgar la investigación científica incluso de manera gratuita a través de blogs temáticos, por ejemplo, que pueden ser leídos por cualquier persona que cuente con conexión a la red mundial en donde quiera que se encuentre.

El reto hoy en día es buscar el modelo de comercialización que sea exitoso y permita ofrecer la información a través los espacios en internet ya sea mediante publicidad o acceso a cambio de una cuota, Para ello, se debe ofrecer un producto de calidad y con un *plus* que los demás no tengan.

6. LA DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA Y LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS. Si bien es cierto, que gracias a las nuevas tecnologías como el internet es posible que la información llegué a un mayor número de individuos, también se menciona la amenaza que representan para otros medios tradicionales como: los periódicos, la televisión y la radio.

En este caso, lo que los especialistas proponen es la integración de las nuevas tecnologías como los multimedia a través de internet o los teléfonos móviles que cada vez son un mayor número y que en vez de verlos como enemigos del periodismo tradicional debe haber un acercamiento entre ambos con el fin de sacarles el mayor provecho en la continua labor de dar a conocer la información y sobre todo el sentido que esta información tiene en nuestras vidas a un mayor número de personas.

7. **WEB 2.0 Y WEB 3.0.** El término **Web 2.0** se creó a partir de 2004 y se asocia con aquellas páginas que se basan en la interacción la cual se logra a partir de diferentes aplicaciones que facilitan el compartir información. Algunas de sus características son: la interpersonalidad, el diseño centrado en el usuario y la colaboración en la red. Algunos ejemplos son las comunidades o redes sociales (facebook, twitter), así como los servicios de alojamiento de videos (youtube), las wikis y los blogs, entre los de mayor popularidad.

En general, cuando mencionamos el término Web 2.0 nos referimos a una serie de aplicaciones y páginas de Internet que utilizan la inteligencia colectiva para proporcionar servicios interactivos en red dando al usuario el control de sus datos.

Así, podemos entender por Web 2.0, como propuso Xavier Ribes en 2007, "todas aquellas utilidades y servicios de Internet que se sustentan en una base de datos, la cual puede ser modificada por los usuarios del servicio, ya sea en su contenido (añadiendo, cambiando o borrando información o asociando datos a la información existente), bien en la forma de presentarlos o en contenido y forma simultáneamente".

Algunos servicios asociados:

- **Blogs:** es un espacio web personal en el que su autor (puede haber varios autores autorizados) puede escribir cronológicamente artículos, noticias (con imágenes y enlaces), pero además es un espacio colaborativo donde los lectores también pueden escribir sus comentarios a cada uno de los artículos (entradas/post) que ha realizado el autor. Hay diversos servidores de weblog gratuitos como por ejemplo: los más usados en América, blogger y wordpress.

- **Wikis:** En hawaiano "wikiwiki " significa: rápido, informal. Una wiki es un espacio web corporativo, organizado mediante una estructura hipertextual de páginas (referenciadas en un menú lateral), donde varias personas autorizadas elaboran contenidos de manera asíncrona. Basta pulsar el botón "editar" para acceder a los contenidos y modificarlos. Suelen mantener un archivo histórico de las versiones anteriores y facilitan la realización de copias de seguridad de los contenidos. Hay diversos servidores de wiki gratuitos: wikipedia, es el ejemplo más conocido de wiki y de creación colaborativa del conocimiento.

Todos estos entornos nos permiten almacenar recursos en Internet, compartirlos y visualizarlos cuando nos convenga desde Internet. Constituyen una inmensa fuente de recursos y lugares donde publicar materiales para su difusión mundial.

1. **Documentos:** podemos subir nuestros documentos y compartirlos, embebiéndolos en un Blog o Wiki, enviándolos por correo o enlazándolos a facebook, twiter, etc.
2. **Vídeos:** lugares donde compartimos nuestros vídeos. Youtube y MediaCampus (UNAM)
3. **Fotos de la web 2.0:** Flickr.
4. **Redes Sociales:** Facebook y Twiter: muy fáciles de usar en el que los usuarios participan, actualizan y comparten información.

Por otra parte, la **Web 3.0** es un neologismo que se utiliza para describir la evolución del uso y la interacción en la red a través de diferentes caminos. Ello incluye, la transformación de la red en una base de datos, un movimiento para hacer los contenidos accesibles por múltiples aplicaciones *non-browser*, el empuje de las tecnologías de inteligencia artificial, la web semántica, la Web Geoespacial, o la Web 3D.

El término Web 3.0 apareció por primera vez en 2006 en un artículo de Jeffrey Zeldman, crítico de la Web 2.0 y asociado a tecnologías como AJAX. Actualmente existe un debate considerable en torno a lo que significa Web 3.0, y cuál sea la definición más adecuada

En relación con la dirección de la inteligencia artificial, la Web 3.0 podría ser la realización y extensión del concepto de la “Web semántica”. Las investigaciones académicas están dirigidas a desarrollar programas que puedan razonar, basados en descripciones lógicas y agentes inteligentes. Dichas aplicaciones, pueden llevar a cabo razonamientos lógicos utilizando reglas que expresan relaciones lógicas entre conceptos y datos en la red.

Para cerrar es importante señalar que este trabajo es el resultado de un gran esfuerzo y dedicación, el cual significó una búsqueda intensa de los textos periodísticos, entrevistas, fuentes bibliográficas y hemerográficas que me permitió aplicar los conocimientos adquiridos durante la carrera de comunicación, sin embargo, me di cuenta que nunca es suficiente lo que uno sabe ya que con el paso del tiempo, van surgiendo nuevos conocimientos y técnicas que nos exigen a los comunicólogos estar en constante actualización y buscar otras herramientas para poder desempeñar nuestra labor de servicio público.

Espero también que esta investigación sea de utilidad para quien lo consulte y por lo menos logre despertar en los lectores el interés tanto por la divulgación científica que es una labor muy apasionante y que al mismo tiempo exige una gran preparación e imaginación, pero sobre todo demanda una ética profesional al tratar temas controvertidos como: el genoma humano, la clonación, el aborto y la eutanasia, entre muchos otros.

Asimismo, me gustaría que esta tesina sirva para que a partir de esta base de datos se construyan algunos trabajos similares, pero sobre otros temas, que sean de interés para el progreso y la democratización del conocimiento en nuestra sociedad.

BIBLIOGRAFÍA

- Bernal, John D. (1981) *La ciencia en la historia* (5ª ed. en español) Coedición UNAM-Nueva Imagen. Traducción: Eli de Gortari, México. pp. 76-77.
- Bustos, Rubén (2005) Conflicto de televisoras, Cni Canal 40 vs Tv Azteca, recopilación periodística. Tesis de Licenciatura. Fes Acatlán, México.
- Callon, Michel y Courtial, Jean Pierre. (1995) *Cienciometría. El estudio cuantitativo de la actividad científica: de la bibliometría a la vigilancia tecnológica*, Ediciones Trea, España. pp. 33, 34
- Calvo, Manuel. *Periodismo científico* Paraninfo, España. (1992): p 65
- Estrada, Luis. (Coord.). (2003) *La divulgación de la ciencia: ¿Educación, apostolado o...?* Dirección General de Divulgación de la ciencia, UNAM, p. 15
- Fernández, Rafael. (1999) *Inicio del Cómputo en México*. En Para conversar de Ciencia. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM, México. pp.216-223
- Ferrater, José. (1994) *Diccionario de Filosofía*. Tomo E-J, Editorial Ariel, Barcelona, España. pp 1141, 1142
- Fuentes, Raúl. (1995) *La emergencia de un campo académico: la continuidad utópica y estructuración científica de la investigación de la comunicación en México*. Tesis de Doctorado en Ciencias Sociales, Universidad de Guadalajara, México. p 107
- González, Rosa. (2002) *Responsabilidad ética y jurídica de los medios de comunicación en México*. Tesis de Licenciatura, Escuela Nacional de Estudios Profesionales Acatlán, UNAM, México. p. 46 y 125
- Grawitz, Madeleine. (1975) *Métodos y técnicas de las Ciencias Sociales*. Traducción de Enrique Muñoz Latorre. Tomo I Madrid, Hispano Europea. p. 308

- Hernández, Evangelina. (1990) *La Jornada: Reportaje*. Tesis de Licenciatura, Escuela Nacional de Estudios Profesionales Acatlán, UNAM, México. p. 13
- Jean, Pradal (1968) *La vulgarisation des sciences par l' écrit*. Consejo de Europa. p. 23
- Jorge, Lilia. (1997). *Géneros y estilos periodísticos*. En Alicia Entel (Comp.), *Periodistas: entre el protagonismo y el riesgo* Paidós, Estudios de Comunicación, Buenos Aires, Argentina, pp. 335-343. .
- Leñero Vicente y Carlos Marín. (1986) *Manual de periodismo*. Grijalbo, México. pp. 39, 40 y 58
- Maltras, Bruno. (2003) *Los indicadores bibliométricos. Fundamentos y aplicación del análisis de la ciencia*. Ediciones Trea, España. p. 158
- Marín, Carlos. (2003) *Manual de Periodismo*. (Reedición). Grijalbo, México. p. 63
- Martín, Vivaldi, Gonzalo. (1981) *Géneros periodísticos*. (3ª edición). Paraninfo, España. p. 65
- Morales, María Luisa. (2002) *El punto en la esfera (El periodismo especializado en la era de la globalización)*. Tesis de Maestría, UNAM, México. p. 47
- Moreno, Verónica. (2001) *La Jornada: recopilación de notas de la huelga 1999-2000*. Tesis de Licenciatura, Escuela Nacional de Estudios Profesionales Acatlán, UNAM, México. p. 56
- Pérez, Ruy. (2005) *Historia General de la Ciencia en México en el siglo XX*. FCE, México. p. 170
- Pimentel, Enrique. (2002) *Trazos llenos de sentido: propuesta para diseñar un perfil de estancia de la carrera de periodismo y comunicación colectiva a través de la perspectiva de investigación cualitativa*. Tesis de Licenciatura, Escuela Nacional de Estudios Profesionales Acatlán, UNAM, México. p. 78
- Román, José Antonio. (2003) *La Jornada, un diario deseado*. Tesis de Licenciatura, Escuela Nacional de Estudios Profesionales Acatlán, UNAM, México. p. 22
- Steimberg, Oscar. (1997). *La cuestión de géneros en los estudios llamados de comunicación*. En Alicia Entel (Comp.) *Periodistas: entre el protagonismo y el riesgo*. Paidós, Estudios de Comunicación, Buenos Aires, Argentina. pp. 313-322

- Viana, Laura Cecilia. (1998) *Memoria Natural y Artificial*. (3ª ed.). Colección Ciencia Para Todos, FCE, México. pp. 57, 58

HEMEROGRAFÍA

- Avilés, Karina. (2003) en La Jornada. Noviembre.
- Banaszak, Anastazia (2004) Ingeniosa forma para preservar arrecifes coralinos, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.181 Año XII México, p. 8
- Camacho, María (2001) Cráter de Chicxulub un reto científico, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.96 Año IX México, p. 3
- Camacho, María (2001) Un pionero de los trasplantes, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.104 Año IX México, p. 9
- Carrillo, José Luis (2000) Moléculas que transportan señales, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.81 Año VIII México, p. 8
- CONACYT (2000) Genere ganancias con instrumental médico, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.81 Año VIII México, p. 12
- CONACYT (2000) Dieta mejorada para cabras, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.85 Año VIII México, p. 20
- CONACYT (2000) Limpie sus aguas residuales, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.85 Año VIII México, p. 20
- CONACYT (2000) Homeopatía para vacas, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.86 Año VIII México, p. 19
- CONACYT (2000) Híbridos de maíz, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.86 Año VIII México, p. 19
- CONACYT (2000) El negocio de la sangre, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.88 Año VIII México, p. 16
- CONACYT (2000) Vacuna contra el cisticerco, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.88 Año VIII México, p. 16
- CONACYT (2000) Desespadoras mecánicas de nopales, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.90 Año VIII México, p. 16

- ❑ CONACYT (2000) Sanitario público con gran mercado, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.91 Año VIII México, p. 12
- ❑ CONACYT (2000) Novedoso equipo portátil de oficina, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.91 Año VIII México, p. 12
- ❑ CONACYT (2001) Venda caseta de amplio uso, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.94 Año IX México, p. 24
- ❑ CONACYT (2001) Vajilla cerámica de uso industrial, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.94 Año IX México, p. 24
- ❑ CONACYT (2001) Venda funcional mobiliario, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.95 Año IX México, p. 16
- ❑ CONACYT (2001) Negocie con vistosas exposiciones, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.96 Año IX México, p. 16
- ❑ CONACYT (2001) Redituable autobús para minusválidos, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.97 Año IX México, p. 12
- ❑ CONACYT (2001) Efectivos contenedores para basura, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.101 Año IX México, p. 12
- ❑ CONACYT (2001) Atractivo producto para expositores, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.101 Año IX México, p. 12
- ❑ CONACYT (2001) Un remolque ligero, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.107 Año IX México, p. 12
- ❑ CONACYT (2001) Novedoso puesto modular, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.109 Año IX México, p. 8
- ❑ CONACYT (2002) Negocie productos de alto uso, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.113 Año X México, p. 8
- ❑ CONACYT (2002) Eficaz caseta de seguridad, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.115 Año X México, p. 12
- ❑ CONACYT (2002) Línea de conservadores naturales, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.117 Año X México, p. 12
- ❑ CONACYT (2002) Secadores solares de aplicación agrícola, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.119 Año X México, p. 12
- ❑ CONACYT (2002) Extraiga de las plantas salud y dinero, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.125 Año X México, p. 12

- CONACYT (2003) Singular horno solar, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.137 Año XI México, p. 8
- Durán, Teodora (2000) Alternativas contra la arteroesclerosis, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.87 Año VIII México, p. 11
- Durán, Teodora (2002) Aprendiendo a vivir sin fumar, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.112 Año X México, p. 10
- Echeverría, Efrén (2002) Tecnología de la UNAM protege ductos marinos, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.125 Año X México, p. 4
- Echeverría, Efrén (2002) Cultivan setas con pañales, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.125 Año X México, p. 11
- Echeverría, Efrén (2002) El impacto de los rotavirus en la salud infantil, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.127 Año X México, p. 9
- Echeverría, Efrén (2002) Diagnóstico del dolor emocional, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.132 Año X México, p. 14
- Echeverría, Efrén (2003) Investigando a la diabetes, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.136 Año XI México, p. 13
- Echeverría, Efrén (2003) El impacto emocional de la disfunción eréctil, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.146 Año XI México, p. 4
- Echeverría, Efrén (2003) Galardona gobierno francés aportes de científico mexicano, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.147 Año XI México, p. 5
- Estrada, Luis y otros. Por una cultura científica; en La Jornada Semanal, Suplemento Cultural. p. 17
- Fierro, Julieta. (2001) Consolidar los museos Universum y de la luz, meta de Julieta Fierro. En La Jornada, Cultura. Año XVIII Núm. 6212. p. 2a
- Galarza, Karina (2000) En pos de una vacuna para la amibiasis, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.82 Año VIII México, p. 9
- Gallegos, Elvia (2002) Las peligrosas amebas, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.114 Año X México, p. 8
- González, Eduardo (2001) Biotecnología y salud infantil, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.94 Año IX México, p. 24

- González, Eduardo (2001) Un satélite mexicano, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.95 Año IX México, p. 12
- González, Eduardo (2002) Realidades del Maíz transgénico, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.117 Año X México, p. 4
- González, Eduardo (2002) Nuevo auricular para problemas de sordera, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.121 Año X México, p. 12
- González, Eduardo (2003) Aporte mexicano para telescopio español, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.139 Año XI México, p. 8
- González, Eduardo (2003) Participación mexicana en telescopio español, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.155 Año XI México, p. 12
- Guerrero, Verónica (2001) Robot para monitoreo de alto riesgo, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.103 Año IX México, p. 3
- Guerrero, Verónica (2001) Los escudos moleculares del organismo, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.103 Año IX México, p. 5
- Guerrero, Verónica (2002) Científicos de la UNAM crean pintura antigrafiti, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.111 Año X México, p. 5
- Guerrero, Verónica (2002) Al ritmo de las olas, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.113 Año X México, p. 7
- Guerrero, Verónica (2002) En la UNAM novedosa técnica en recuperación de fluidos, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.115 Año X México, p. 10
- Guerrero, Verónica (2002) Singular análisis genómico de una bacteria, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.117 Año X México, p. 7
- Guerrero, Verónica (2002) No me quieras matar, corazón, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.118 Año X México, p. 5
- Guerrero, Verónica (2002) Logran eliminación plena de patógenos en aguas residuales, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.119 Año X México, p. 9
- Guerrero, Verónica (2002) Antibiótico mexicano combate bacteria cancerígena, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.119 Año X México, p. 6
- Guerrero, Verónica (2002) ¡A la salud del agave!, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.121 Año X México, pp. 1, 6 y 7

- Guerrero, Verónica (2002) Biotecnología en México: promesa y desafío, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.125 Año X México, p. 8
- Guerrero, Verónica (2002) ¿Escarabajos para la cena?, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.127 Año X México, p. 10
- Guerrero, Verónica (2002) Cómo legislar la nueva ciencia, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.127 Año X México, p. 11
- Guerrero, Verónica (2002) Alimentos, un reto a científicos y tecnólogos, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.131 Año X México, p. 11
- Guerrero, Verónica (2002) Valiosa contribución a la biología evolutiva, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.131 Año X México, p. 14
- Guerrero, Verónica (2002) Para comprender la danza molecular, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.131 Año X México, p. 14
- Guerrero, Verónica (2003) Aplica la UNAM programa de cirugía extramuros, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.138 Año XI México, pp. 1 y 6
- Guerrero, Verónica (2003) Química forense para combatir crimen, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.139 Año XI México, pp. 1 y 4
- Guerrero, Verónica (2003) Enigmático mundo de las ondas cuasicristalinas, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.141 Año XI México, p. 7
- Guerrero, Verónica (2003) En pos de medicamentos mexicanos, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.142 Año XI México, p. 9
- Guerrero, Verónica (2003) El fantástico mundo de los nanotubos, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.145 Año XI México, p. 14
- Guerrero, Verónica (2003) Los animales de un laboratorio, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.148 Año XI México, p. 11
- Guerrero, Verónica (2003) Vehículo Eléctrico Puma, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.149 Año XI México, p. 5
- Guerrero, Verónica (2003) ¿Dónde está la antimateria?, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.151 Año XI México, p. 1
- Guerrero, Verónica (2003) La electricidad en un órgano del ser humano, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.152 Año XI México, p. 3

- Guerrero, Verónica (2003) Cerámica para reparar piel, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.154 Año XI México, p. 8
- Guerrero, Verónica (2003) Control del color de la grasa de ovinos, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.155 Año XI México, p. 10
- Guerrero, Verónica (2003) Moscas versus mal de Parkinson, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.158 Año XI México, pp. 1 y 3
- Guerrero, Verónica (2004) Leguminosa cooperativa, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.159 Año XII México, p. 4
- Guerrero, Verónica (2004) Programa de la UNAM que impulsa a los alumnos a crear empresas, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.159 Año XII México, p. 5
- Guerrero, Verónica (2004) Desierto como Marte, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.161 Año XII México, p. 2
- Guerrero, Verónica (2004) A la caza de un enigma cósmico, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.163 Año XII México, p. 4
- Guerrero, Verónica (2004) Ingeniería genética una alternativa, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.167 Año XII México, p. 9
- Guerrero, Verónica (2004) Crean alternativa para exportadores de carne, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.167 Año XII México, p. 10
- Guerrero, Verónica (2004) De la cornea al telescopio, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.168 Año XII México, p. 4
- Guerrero, Verónica (2004) Informática y biología, útil combinación, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.171 Año XII México, p. 5
- Guerrero, Verónica (2004) Educar con creatividad, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.173 Año XII México, p. 4
- Guerrero, Verónica (2004) Energía pero renovable, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.177 Año XII México, pp. 1 y 4
- Guerrero, Verónica (2004) Nano protección policiaca, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.177 Año XII México, p. 16
- Guerrero, Verónica (2004) Busca la UNAM desalar aguas marinas, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.179 Año XII México, p. 3

- Guerrero, Verónica (2004) Nanosoluciones para el medio ambiente, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.181 Año XII México, pp. 1 y 5
- Guzmán, Fernando (2001) Caracterizando a las huellas dactilares, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.104 Año IX México, p. 1 y 7
- Guzmán, Fernando (2001) Microfábricas automatizadas... pero mexicanas, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.105 Año IX México, p. 9
- La UNAM, la 74 mejor universidad del mundo. (2006) En Gaceta UNAM, Núm. 3,931. p. 3
- López, Patricia. (1999) ¿De veras es el 2000?, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm. 79 Año VII. México, pp. 1 y 15
- López Patricia (1999) Descubren nuevas aplicaciones para el plátano, garbanzo y amaranto, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm. 79 Año VII, México p. 7
- López Patricia (1999) Eficaz Aparato Universitario permite la Escucha, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm. 79 Año VII México, p. 9
- López Patricia (2000) Labsys, el laboratorio científico virtual, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm. 80 Año VIII México, p. 2
- López Patricia (2000) Irradiando Alimentos y Materiales, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.80 Año VIII México, p. 4
- López, Patricia (2000) Una microfábrica, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.81 Año VIII México, p. 11
- López, Patricia (2000) Los robots de una universidad mexicana, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.81 Año VIII México, p. 11
- López, Patricia (2000) Las matemáticas de la música, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.82 Año VIII México, p. 15
- López, Patricia (2000) Las conchas marinas, rompecabezas histórico, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.82 Año VIII México, p. 6
- López, Patricia (2000) El mapa de los suelos degradados, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.83 Año VIII México, p. 2
- López, Patricia (2000) Tecnología a la velocidad de la luz, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.83 Año VIII México, p. 7

- López Patricia (2000) El deterioro de nuestros recursos bióticos, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.84 Año VIII México, p. 2
- López, Patricia (2000) Marte, un planeta sin campo magnético, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.85 Año VIII México, p. 4
- López, Patricia (2000) La genética de nuestro entorno, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.85 Año VIII México, p. 8
- López, Patricia (2000) El reloj biológico humano, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.85 Año VIII México, p. 19
- López, Patricia (2000) El nuevo bioterio de la Universidad Nacional, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.86 Año VIII México, p. 7
- López, Patricia (2000) Ética y genoma, frontera de lo humano, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.87 Año VIII México, p. 2
- López, Patricia (2000) Descifrando el genoma humano, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.87 Año VIII México, p. 3
- López, Patricia (2000) Cemento dental mexicano que compite con los importados, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.88 Año VIII México, p. 15
- López, Patricia (2000) ¿Agua en el desierto de Chihuahua?, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.88 Año VIII México, p. 4
- López, Patricia (2000) Nueva fórmula contra incendios, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.88 Año VIII México, p. 15
- López, Suárez (2000) Investigadores de la UNAM descubren en Chiapas una flor única, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.89 Año VIII México, p. 5 y 6
- López, Patricia (2000) El Popocatepetl, monitoreo y fuente de investigaciones, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.90 Año VIII México, p. 2
- López, Patricia (2000) La quitina y su potencial industrial, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.90 Año VIII México, p. 8 y 9
- López, Patricia (2000) La biotecnología y su vigilancia en México, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.91 Año VIII México, p. 4

- López, Patricia (2000) Un guante... ¡para comunicarse!, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.91 Año VIII México, p. 5
- López, Patricia (2001) La propagación de plantas nativas, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.92 Año IX México, p. 4
- López, Patricia (2001) El universo enzimático de un científico, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.92 Año IX México, p. 5
- López, Patricia (2001) Al rescate de seis felinos mexicanos, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.93 Año IX México, p. 12
- López, Patricia (2001) Medicinas y diagnósticos con matemáticas, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.93 Año IX México, p. 5
- López, Patricia (2001) ¿Neuronas para robots?, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.94 Año IX México, p. 4
- López, Patricia (2001) Laboratorios modulares para enseñar las ciencias, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.94 Año IX México, p. 6
- López, Patricia (2001) Un robot ¡muy limpio!, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.95 Año IX México, p. 5
- López, Patricia (2001) Datos sísmicos que localizan petróleo, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.95 Año IX México, p. 7
- López, Patricia (2001) Los biofertilizantes de la UNAM, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.96 Año IX México, p. 1 y 4
- López, Patricia (2001) El lenguaje del cerebro, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.97 Año IX México, p. 1 y 7
- López, Patricia (2001) Ojos de largo alcance..., en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.97 Año IX México, p. 8
- López, Patricia (2001) En arte y arqueología... Miradas científicas, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.99 Año IX México, p. 4
- López, Patricia (2001) Nuevo observatorio para científicos... y principiantes, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.99 Año IX México, p. 11
- López, Patricia (2001) Negocie con aceite quemado, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.99 Año IX México, p. 12

- López, Patricia (2001) Vehículo subacuático para la investigación científica, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.101 Año IX México, p. 4
- López, Patricia (2001) El mundo de los núcleos atómicos, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.101 Año IX México, p. 5
- Martínez, Omar Raúl. Urge una especialización en periodismo científico. En Revista Mexicana de la Comunicación 12. p. 42
- Mohêlet, Vera (2001) Banco de pruebas de la Una para las industria automotriz, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.107 Año IX México, p. 4
- Morales, Pedro (2004) Sociología de los virus y células, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.168 Año XII México, p. 4
- Paul, Carlos. “Entrevista con Ruy Pérez Tamayo” en La Jornada, Mayo 2001. p. 3a
- Robleda, Blanca (2000) Tres tecnologías para aguas negras, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.83 Año VIII México, p. 4
- Rojas, Yolanda (2001) Qué sigue en el Popo, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.92 Año IX México, p. 6 y 7
- Rojas, Yolanda (2001) Vacuna contra el cáncer cérvico-uterino, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.93 Año IX México, p. 9
- Rojas, Yolanda (2001) Ciencia y Tecnología en la reforma fiscal, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.99 Año IX México, p. 1, 6 y 7
- Rojas Yolanda (2001) El mundo de las pequeñas estructuras orgánicas, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.107 Año IX México, p. 4
- Rojas, Yolanda (2001) Los aportes de un científico mexicano ante eventos sísmicos, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.109 Año IX México, p. 5
- Rojas, Yolanda (2002) Sistemas mexicanos de inteligencia artificial, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.111 Año X México, p. 4
- Rojas Yolanda (2002) Misterio y efecto de los rayos ultravioleta, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.113 Año X México, p. 4

- Rojas, Yolanda (2002) El veneno de los alacranes, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.115 Año X México, p. 6 y 7
- Rojas Yolanda (2002) La ciencia de un bioplaguicida, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.117 Año X México, p. 6
- Rojas, Yolanda (2002) Investigando el petróleo, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.119 Año X México, p. 2
- Rojas, Yolanda (2002) El universo de las partículas elementales, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.121 Año X México, p. 9
- Rojas, Yolanda (2002) ¿Qué oculta la pirámide del sol?, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.123 Año X México, pp. 1 y 5
- Rojas, Yolanda (2002) Toman desecho de arroz en oportunidad, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.125 Año X México, p. 6
- Rojas Yolanda (2002) Las nuevas tecnologías de llamada *corriente verde*, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.127 Año X México, p. 8
- Rojas Yolanda (2002) Productos patentables de jóvenes UNAM, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.129 Año X México, p. 6
- Rojas Yolanda (2002) Tras los secretos de una bebida ancestral, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.131 Año X México, p. 13
- Rojas, Yolanda (2002) Aeropartículas y sus efectos en padecimientos respiratorios, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.134 Año X México, p.5
- Rojas, Yolanda (2003) Centinela de los campos magnéticos, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.135 Año XI México, pp. 1 y 6
- Rojas, Yolanda (2003) Al rescate de los eucaliptos, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.137 Año XI México, pp. 1 y 4
- Rojas Yolanda (2003) Fármacos a partir de caracoles marinos, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.143 Año XI México, pp. 1 y 4
- Rojas, Yolanda (2003) Profundizan en los efectos terapéuticos del Matarique, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.146 Año XI México, p. 6

- Rojas, Yolanda (2003) Buscan atenuar daños por huracanes, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.147 Año XI México, pp. 1 y 6
- Rojas, Yolanda (2003) Modelación estelar para descifrar el cosmos, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.149 Año XI México, p. 3
- Rojas, Yolanda (2003) Atrapando a las esquivas fugas, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.153 Año XI México, p. 3
- Rojas, Yolanda (2003) Matemáticas para el Sida, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.157 Año XI México, pp. 1 y 3
- Rojas Yolanda (2003) Crean prometedora vacuna para la cisticercosis, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.157 Año XI México, p. 8
- Rojas, Yolanda (2003) Ensayan vacuna para cáncer de la piel, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.158 Año XI México, p. 10
- Rojas, Yolanda (2004) Los retos del puente Chiapas, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.159 Año XII México, pp. 1 y 6
- Rojas, Yolanda (2004) En la mente de un homicida, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.163 Año XII México, p. 7
- Rojas, Yolanda (2004) Viaje a las moléculas, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.165 Año XII México, pp. 1 y 6
- Rojas, Yolanda (2004) Contra inundaciones Paicret Ecológico, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.167 Año XII México, p. 8
- Rojas, Yolanda (2004) Volcanes de ¡asfalto!, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.168 Año XII México, pp. 1 y 4
- Rojas, Yolanda (2004) Aprovecha energía del oleaje para sanear algunas costeras, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.171 Año XII México, p. 5
- Rojas, Yolanda (2004) Cómo detectar derrames marinos de petróleo, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.173 Año XII México, p. 3
- Rojas, Yolanda (2004) Palinología como herramienta forense, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.177 Año XII México, p. 3
- Rojas, Yolanda (2004) Fuerza y efectos de los vientos, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.179 Año XII México, p. 7

- Rojas, Yolanda (2004) Las otras repercusiones de un sismo, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.181 Año XII México, p. 3
- Saad, Isabel (2001) Las potencialidades de la biotecnología, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.103 Año IX México, p. 6
- Solleiro, José Luis (2003) Biotecnología y algunos problemas de la agricultura mexicana, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.145 Año XI México, p. 5
- Vera, Héctor (2002) Estudian en niños los trastornos postraumáticos, en Investigación y Desarrollo, La Jornada Núm.124 Año X México, p. 3

SITIOS WEB

- Chavarría, Rosa María (2003) Por una Universidad más académica y rigurosa: De la Fuente, en Gaceta UNAM. Disponible en: <http://www.dgcs.unam.mx/gacetaweb/2003/27nov03.pdf>
- Dirección General de Divulgación de la Ciencia, UNAM. (2005, Diciembre) Disponible en: <http://www.dgdc.unam.mx>
- Elías, Carlos (2000) Flujos de Información entre científicos y prensa. Tesis de Doctorado. España, Tenerife La Laguna. (2011, Abril) Disponible en: <http://132.248.66.123:8991/tesis/53.pdf> pp. 37,38 y 172
- Estudio Comparativo de Universidades Mexicanas, ECUM, UNAM 2010.(2010, Diciembre) Disponible en: www.ecum.unam.mx
- Gaceta UNAM. (2010, Diciembre) Disponible en: <http://www.dgcs.unam.mx/gacetaweb/2006/061009/gaceta.pdf>
- La Ciencia en la UNAM a través del Subsistema de Investigación Científica (2007, noviembre) Coordinación de la Investigación Científica; México, septiembre. Disponible en: www.cicctic.unam.mx/publicaciones
- Museo de la Luz (2006, enero) Disponible en: <http://www.luz.unam.mx>
- Museo de las Ciencias Universum, UNAM. (2005, Septiembre). Disponible en: www.universum.unam.mx

- Organigrama de la UNAM (2005, Noviembre) Disponible en: <http://serpiente.dgsca.unam.mx/rectoria/htm/organiza.html>
- Reseña histórica de la UNAM (2005, Noviembre) Disponible en: <http://serpiente.dgsca.unam.mx/rectoria/htm/fremes.html>
- Sheridan, Guillermo (Marzo, 2010) “Saquémoslos de la UNAM”, en Letras Libres. Disponible en: <http://www.letraslibres.com/beta/blogs/saquemoslos-de-la-unam>
- Suplemento “Investigación y Desarrollo”, La Jornada. (2004, Junio) Disponible en: www.inves.com.mx/
- Pérez, José. “Una radiografía de la prensa en la ciudad de México”, (2004, junio). Disponible en: http://www.almargen.com.mx/medios/prensa/la_transparencia_no_llega.htm
- Unidades académicas de la UNAM, (2010, Noviembre) Disponible en: <http://www.unam.mx/pagina/es/9/investigacion-unidades-academicas>

OTRAS FUENTES

- ✓ Drucker, René. (2006) “Entrevista sobre la Ciencia Universitaria.
- ✓ Estudio General de Medios (EGM), IPSOS-BIMSA, México 2002.
- ✓ Foro Consultivo Científico y Tecnológico. *Elementos para el Plan Nacional de Desarrollo y el Programa de Gobierno 2006-2012*, en Manual Conocimiento e innovación en México: hacia una política de Estado (2006).
- ✓ Foro Consultivo Científico y Tecnológico. *Propuesta preliminar “Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación”*. (2007).
- ✓ Jaramillo, Judith. (2005) *Conferencia sobre “Seguridad en base de datos”*. En la Facultad de Estudios Superiores Acatlán, UNAM, México.
- ✓ Sánchez Mora, Ana María. (2005) *Apuntes del Diplomado de divulgación de la ciencia*, Casita de la Ciencia, Universum, UNAM, México.

- ✓ Reséndiz, José. (2005) Ciencia y Tecnología: enfoques y perspectivas; *Segundo Seminario en Comercio Internacional CONACYT*_Director de Normatividad del CONACYT.
- ✓ Rojas, Yolanda. (2004) *Entrevista sobre el suplemento Investigación y Desarrollo*. Coordinadora Editorial y Reportera.
- ✓ Velasco, Elizabeth. (2005, Enero) *Entrevista sobre el código de ética del diario La Jornada*. Ex secretaria del Sindicato de Trabajadores de La Jornada y reportera.

Anexos

ANEXOS

En la primer parte de los anexos se incluyen cuatro entrevistas, la primera realizada por el autor de este trabajo al entonces rector de la UNAM, Juan Ramón de la Fuente, en sesión conjunta con varios medios de comunicación durante la celebración del décimo tercer aniversario de la creación del Museo Universitario de Ciencias, UNIVERSUM, en diciembre de 2005.

Las otras tres conversaciones también fueron realizadas por quien escribe estas líneas pero de manera exclusiva. La segunda conversación corresponde a la doctora Julia Tagüeña, directora general de Divulgación de la Ciencia en la UNAM, también en 2005, igual en el marco del 13 aniversario de UNIVERSUM.

La tercera, entrevista fue con el doctor René Druker Colín, quien en encabezó la Coordinación de la Investigación Científica de la UNAM, durante ocho años, es decir, a partir del inicio del rectorado del doctor De la Fuente en 1999 y hasta su salida en 2007.

En tanto que la cuarta y última, fue con la reportera Verónica Guerrero Mothelet, una de las principales autoras del mayor número de textos recopilados en esta base de datos.

Cabe mencionar que todas las personas entrevistadas están o estuvieron involucradas en la administración, generación y divulgación de la investigación científica cuyas aportaciones son de gran relevancia para tener un panorama general del estado de la ciencia y su divulgación en México.

Mientras que, en la última parte de los anexos aparece la recopilación de los 175 textos periodísticos para que el usuario de esta base de datos los pueda

consultar. Como ya se mencionó cada texto cuenta con un folio en orden cronológico desde el 1 hasta el 175 para que pueda ser ubicado con mayor facilidad.

ANEXO 1. Entrevistas

1. Doctor Juan Ramón de la Fuente, Rector de la UNAM de 1999 a 2007, realizada en el marco el aniversario 13 del Museo Universitario de Ciencias UNIVERSUM. 12 de diciembre de 2005. (Rueda de Prensa)

Para la UNAM, ¿Qué significa tener un museo como Universum?

Es uno de los centros de divulgación más importantes del mundo. Han venido ya más de 8 millones de niños. Estamos haciendo una de estas tareas que va a dar frutos a mediano y a largo plazo.

Imaginen ustedes cuantas vocaciones seguramente se han estado despertando en estos años de niños que llegan por primera vez, se acercan a la ciencia y se dan cuenta que la ciencia es no solamente formidable, maravillosa, sino que puede ser divertida y que alguien puede vivir de la ciencia profesionalmente después de un largo camino de aprendizaje. Entonces ahora nos da mucho gusto son trece años los que lleva ya Universum.

Y desde luego la nueva sala de proyección tridimensional donde hemos visto una pequeñísima muestra pero que viene muy a cuento de cómo era y qué había hace 450 millones de años.

Vamos a seguir empujando muy fuerte las teorías científicas porque lo que no podemos permitir es que sigan avanzando otro tipo de planteamientos totalmente artificiales como el Creacionismo, como si tuvieran el mismo mérito y el mismo peso científico que tiene la teoría de la evolución. Que bueno que haya libertad de pensamiento pero tiene que ser una libertad sustentada en los hechos que se van constatando conforme avanza la ciencia. Aquí hay una diferencia muy importante entre la teoría evolutiva y otros esquemas artificiales que se han querido plantear que no tienen absolutamente ningún sustento y que están generando en algunos lugares del mundo una enorme confusión.

En México tenemos que ser cuidadosos para que le demos a la ciencia el lugar que debe tener en el proceso de desarrollo de todos y cada uno de los niños de nuestro país y en eso creo que Universum juega un papel muy importante.

En algunas universidades de EU se ha tratado de imponer este tipo de estudios y se están haciendo a un lado otro tipo de cuestiones que fomentan el pensamiento crítico.

Es inadmisibles que se pretenda que esquemas totalmente artificiales que carecen de sustento como el Creacionismo o diseño inteligente que le han llamado, pretender que pueden remplazar a la teoría evolutiva y a los trabajos que se han realizado desde Darwin y desde antes pero que él da un enorme soporte y que cada vez se va confirmando a lo largo del tiempo que esa es una teoría absolutamente científica que tiene bases que son verificables y no pueden ponerse en el mismo plano las teorías científicas con éstos otros esquemas que insisto, están generando una enorme distorsión en niños que están sujetos a ese tipo de planteamientos.

Por eso es importante también la ciencia como parte de la cultura, la ciencia como parte de la enseñanza, la ciencia como parte de un proceso que nos permita que los niños vayan entendiendo y descubriendo por sí mismos cómo es que

funciona la investigación científica, cuáles son las bases en las que se sustenta y cómo la ciencia nos da explicaciones para muchos fenómenos de la naturaleza siempre y cuando los estudiemos con rigor.

¿El Creacionismo es una corriente que surgió de grupos de Derecha?

No pueden estar en el mismo plano una teoría científica y un esquema totalmente artificial como el creacionismo que no tienen ningún sustento científico. Es querer poner en el mismo plano dos asuntos que son totalmente, no solamente diferentes sino diametralmente opuestos en su concepción.

Tenemos que hacer todo lo que esté a nuestro alcance para que sea el pensamiento científico el que determine la forma como queremos educar y formar a los niños en México y en todo el mundo.

¿Se requiere más presupuesto para la ciencia?

Miren lo que ha sido capaz de hacer Universum. Felicito a Julia Tagüeña y sus colaboradores que con un presupuesto relativamente pequeño pero que bueno que la universidad lo puede destinar. Vean como podemos armar exposiciones que cada vez son de mejor calidad, además todo lo que ven está hecho en Universum. Nuestros ingenieros, los jóvenes que trabajan con Julia cada vez más ingeniosos van cambiando y renovando estos verdaderos menús, que se vuelven muy atractivos. Si son atractivos para uno imaginen lo atractivo que resultan para los niños

Queda muy claro la posición de la universidad. Es una posición científica y en consecuencia se opone de manera tajante a esquemas tales como el creacionismo que no tienen absolutamente ningún lugar dentro de la educación y dentro del desarrollo de una sociedad que quiere ser una sociedad bien informada

para poder ser una sociedad que ejerza con plena libertad su sentido crítico y con plena responsabilidad su función democrática.

2. Doctora Julia Tagüena
Directora General de Divulgación de la Ciencia de la UNAM,
realizada por el autor de este trabajo el
12 de diciembre de 2005.

¿Cómo llega Universum a 13 años de su creación?

Trece años del museo. Creo que es una fecha ya de consolidación. Implica años de experiencia, indica fortaleza en una institución y además lo que quiero resaltar es que hemos llegado a 13 años innovando y haciendo cosas nuevas. En la expo de ciencia y arte enseguida notarás que es una museografía bastante revolucionaria diferente a la que solíamos hacer porque seguimos explorando nuevos espacios, nuevas formas de hacer las cosas. Entonces por un lado, consolidamos y por otro continuamos innovando.

¿Cuál es la principal labor de la Dirección General de Divulgación de la Ciencia de la UNAM (DGDC)?

Nuestra primera misión es ser una ventana para la UNAM. Somos parte de la UNAM y es una forma en la que le enseña a la sociedad lo que se investiga y produce en ella, pero por otro lado, la ciencia es universal y tocamos a los temas en su forma más completa. Nuestra primera misión es que somos el museo de la Universidad Nacional.

La DGDC pretende divulgar la ciencia a la sociedad a través de todos los medios, no únicamente a través del museo, éste es una de las ventanas. Tenemos

dos museos el Universum y el Museo de la Luz, pero también tenemos una revista para jóvenes, la revista ¿Cómo ves?, también tenemos páginas en la red que hacen divulgación de la ciencia. Somos una editorial que publicamos libros de divulgación de la ciencia. Tenemos productos de radio, tenemos una cabina de radio y producimos nuestros programas. Hacemos videos y pretendemos usar TV UNAM para transmitirlos. Lo que queremos es cubrir todos los medios que hay de comunicación de la ciencia. Para culminar nuestro papel en la UNAM somos ahora sede del posgrado en Comunicación de la Ciencia que tiene maestría y doctorado y que forman parte del Posgrado de Filosofía de la Ciencia y las clases se dan en la Casita de la Ciencias que está enfrente del museo. Cubrimos todos los diferentes aspectos de la comunicación de la ciencia.

¿Hace falta divulgar más las investigaciones que realizan los institutos de la UNAM?

Eso siempre puede mejorar porque realmente se puede hacer más. Somos parte de la Coordinación de la Investigación Científica, pertenecemos a ella. Somos la forma en que la coordinación divulga lo que se hace, por eso nuestra misión principal es divulgar lo que se hace en la UNAM. Además considero que desde luego representamos un lugar de divulgación de la ciencia pero de ninguna manera pretendemos ser el único. Sentimos que en todos lados lo hacen, como Radio UNAM, Gaceta UNAM. Representamos un esfuerzo importante de la universidad pero de ninguna manera pretendemos ser el único no tendría ningún sentido. Nos parece fantástico que haya otros muchos medios de comunicación donde se divulga la ciencia en los diferentes centros e institutos.

Existe en los institutos la necesidad de dar a conocer en mayor medida las investigaciones que se realizan en ellos. ¿Por qué sucede?

Ha habido un esfuerzo muy grande la UNAM de darlo a conocer, por ejemplo cada vez que hay un esfuerzo muy grande se ofrecen conferencias de

prensa con los investigadores. En resumen somos una dirección importante en Comunicación de la Ciencia pero no somos los únicos.

¿Cómo debe darse la Divulgación de la Ciencia?

Esta debe ser para el público en general porque además para los adultos es una forma de continuar la educación porque una vez que dejas de ir a la escuela muchas veces no tienes forma de seguir aprendiendo. La Divulgación de la Ciencia aunque tiene que variarse según el público que tengas, sí debe cubrirlos a todos.

Hay muchas manera de divulgarse, no existe una receta para hacerlo, sino que tienes que hacerla de calidad, profesional y escoger tu público, el medio adecuado para hacerlo, el tema. Hay todo un procedimiento para hacer una buena divulgación.

Siempre nos apoyamos en los expertos pero debes tomar en cuenta que un comunicador se forma como eso y no como un investigador por ello tenemos el posgrado en maestría y doctorado en Comunicación de la Ciencia. Puedes transmitir la ciencia por el camino de la comunicación, desde luego preguntando a los expertos y estudiando. Debe haber una relación cercana entre comunicador e investigador. En realidad la ciencia moderna y la divulgación moderna es un trabajo de equipo y eso se nota en todo lo que haces.

3. Doctor René Druker Colín
Coordinador de la Investigación Científica de la UNAM,
realizada por el autor de este trabajo el
12 de diciembre de 2005.

¿Cuál es la situación actual de la ciencia en México?

Es inadmisibile que en nuestro país se esté cambiando el rigor científico por creencias. Es un rigor porque modifica la forma de pensar de los jóvenes. Los quieren convertir en creyentes. En lo privado cada quien puede creer lo que quiera pero no se puede trasladar eso a las escuelas porque lo que ahí se enseña son hechos y ciencia que es lo que tienen que conocer los niños para que puedan tomar mejores decisiones.

La ciencia lo que hace es generar conocimiento nuevos del entorno, entonces mientras los niños conozcan mejor los fenómenos que los rodean tienen mejores capacidad de tomar decisiones. Pero si todo está basado en la creencia de que hay un ser superior que dice se hacer esto, a los niños se les trastoca la esencia de su vida misma y se vuelven seres poco pensantes porque finalmente creen lo que decide una mano divina. Eso no lo podemos permitir en el país.

La finalidad es el control del pensamiento de los jóvenes y sobre el desarrollo de sus mentes. Procurar introducir en las escuelas creencias religiosas es inadmisibile, eso no se puede dar, incluso se debe prohibir. Por eso las escuelas deben ser laicas, cada quien puede creer y hacer de la religión lo que quiera en lo privado, pero en las escuelas se tiene que enseñar las cosas científicas: los hechos y realidades.

¿Cuál es el futuro de la ciencia ante los bajos presupuesto que se le destinan?

Habrà muy poco. De hecho se volvió a bajar el presupuesto a la ciencia. Tenemos que contender con lo que tenemos. La UNAM hace grandes esfuerzos al igual que el rector. Vamos a tratar de sobrevivir y esperar que vengan mejores tiempos y programarnos y tratar de prepararnos para que con el nuevo gobierno, quien sea que llegue se puedan tomar medidas diferentes que en este sexenio que han sido terribles.

¿Sigue habiendo una gran incongruencia entre el discurso y las acciones por parte del gobierno en esta materia?

En los discursos ya ni siquiera el presidente dice que va apoyar a la ciencia. Creo que nunca le interesó realmente apoyar a la ciencia, solamente lo decía de boca para afuera. Ahora ya ni siquiera dice. Este sexenio ha sido malísimo en todos los rubros de la vida nacional. No hay un área de la vida nacional que no se haya visto trastocada por este pésimo gobierno.

¿Cuál es la labor del Museo Universitario de Ciencias (UNIVERSUM)?

Todos los museos tiene la función de enseñar de manera sencilla sobre todo a los jóvenes y a los niños lo fenómenos que se enseñan en la escuela y en UNIVERSUM sólo se refuerzan. Desafortunadamente en nuestro país muchas escuelas no tienen laboratorios ni manera de enseñar y transmitir los conceptos científicos.

¿Qué acciones realiza la UNAM para divulgar la ciencia?

Publicamos la revista ¿Cómo ves? En particular, la Coordinación de la Investigación Científica publica El Faro, programas de radio y televisión. Tratamos de estar presentes prácticamente en todos los medios de comunicación. “La dirección General de la Divulgación de la Ciencia hace un gran esfuerzo con el UNIVERSUM. Trae a los niños, les enseña y los entusiasma con los conocimientos científicos. Es una tarea a la que en realidad se debería abocar el gobierno federal, el Estado mexicano debería tener un museo nacional de ciencia como tiene el de Antropología e Historia, el cual dependiera del Estado y que tuviera un presupuesto mucho mayor para que tenga mayor alcance entre la gente del país.

Como el gobierno no lo hace, la UNAM sí lo hace porque aquí se hace todo lo que el Estado mexicano no hace. Se hacen todas las actividades para poder transmitir el conocimiento que se genera en México y fuera del país.

¿Se hace divulgación de la ciencia en cada uno de los institutos de la Universidad Nacional?

Los institutos están destinados a hacerla y los científicos que forman parte del personal de éstos, algunos de ellos participan en la divulgación de la ciencia o de sus propias actividades y de esa manea se da a conocer a la sociedad mexicana lo que se hace en los distintos institutos de la universidad.

4. Verónica Guerrero Mothelet
Reportera del suplemento “Investigación y Desarrollo” del
periódico *La Jornada*,
realizada por el autor de este trabajo el
5 de diciembre de 2005.

¿Cuándo inició su colaboración en el suplemento “Investigación y Desarrollo”?

Empecé a trabajar eventualmente en el 2001. Se publicó mi primer reportaje en agosto o septiembre de ese mismo año. Más tarde en febrero de 2002 entré de lleno a trabajar con ellos. Estuve hasta abril de 2005, cuando se publicó mi último reportaje en él.

¿Cómo fue su experiencia al trabajar en el suplemento?

Fue un gran aprendizaje porque la técnica que emplean en el suplemento, este sistema de trabajar lado a lado con los investigadores un reportaje, de permitir que ellos revisen el trabajo antes de que se publique, me pareció muy adecuado, sobre todo porque se trata de ciencia. No estamos hablando aquí de noticias sino de ciencia y si estábamos hablando de un desarrollo o una innovación era muy importante que el investigador que había participado pudiera revisar el texto y decirnos si estaba bien o si estábamos dando una idea no precisa. Entonces eso fue lo importante.

¿Esto de alguna manera enriquece tu trabajo?

No solamente lo enriquece y permite tener la seguridad de estar publicando digamos un descubrimiento o una investigación tal cual. Es importantísimo ser muy fieles a lo que realmente es. En lo personal es un gran aprendizaje porque uno aprende muchísimo de ciencia en general. Cada artículo y cada reportaje es como una clase de ciencia.

¿Cuáles son los parámetros requerido al momento de redactar un texto para esta publicación?

Los parámetros técnicos que se manejan normalmente son dos: reportaje de una plana y otro de media plana. La plana en el suplemento tiene las mismas dimensiones que el periódico *La Jornada*, es decir, tabloide. Más o menos trabajamos partiendo del número de caracteres con espacios, entonces media plana equivale a 4 mil caracteres y una plana 8 mil caracteres, aproximadamente. Se deja tamaño para ampliar el tamaño de la cabeza, para alguna imagen o fotografía.

¿Cuál es la importancia de la imagen que acompaña al texto?

En primer lugar, es parte de la atracción para que llame la atención un artículo nada mejor que agregarle una imagen atractiva y en segundo lugar, muchas veces era muy útil precisamente para explicar detalladamente un proceso por medio de diagramas o equivalencias, algo que remitiera en imágenes al tema del que estábamos hablando.

El uso de caricaturas para ilustrar los textos, ¿Resta seriedad al trabajo periodístico?

No desde luego que no. En este caso depende. Antes del caricaturista actual estuvo “Magú” una época colaborando para el suplemento y me parecía genial, no estaba yo trabajando ahí por desgracia, pero me parecía genial la capacidad que tiene para captar un tema y manejarlo de manera graciosa o ilustrativa. ¡Es genial! Entonces, no creo que una caricatura reste seriedad, al contrario una caricatura puede decir mucho y puede hacer incluso que sea más fácil recordar un asunto o dato, gracias a ese juego que tiene. Era difícil conseguir imágenes, si es difícil porque a veces son temas tan nuevos, cuestiones que apenas se están estudiando que resulta muy difícil encontrar una imagen específica, pero creo que ahí nosotros tenemos un poco de responsabilidad o “culpa” porque muchas veces se nos olvida solicitar al investigador que nos ayude porque creo que se esa forma sería mucho más fácil. Casi siempre tienen (imágenes), esto ya lo descubrí en otro lado después.

¿Hay algunas restricciones a la hora de escribir un reportaje y pretender publicarlo?

Déjame decirte que para mí “el suplemento es un vehículo muy útil, muy provechoso porque me enseñó mucho, sobre todo por su rigor porque para hablar de ciencia se necesita cierto rigor y esto ha hecho del suplemento uno de los medios de divulgación de ciencia más respetados en el país”.

¿En dónde se puede notar ese rigor?

Precisamente en que un artículo pasa por tres correcciones, contando la del investigador. Siento que es muy importante estar siempre, no sólo asesorado sino investigar. Había veces que el investigador no estaba pero de todas formas lo revisa una vez terminado. A la hora de redactarlo había que recurrir a libros de ciencia. Hay mucha información disponible en la redacción del suplemento e Internet. Existe esa facilidad y la exigencia de que si no estás seguro de un término o una explicación hay que buscar. Por ejemplo, lo interesante es que cada

vez que se emplea un termino que sabemos es complicado o nuevo, se pone la explicación de lo que se trata. Lo único que no me gustaba mucho es que me parece que a veces ese rigor que es positivo llevaba a una estructura un poco “cuadrada”.

Creo que es divertido cuando puedes jugar con un tema y cuando puedes escribir. O sea vas a ser serio y no vas a poner cosas que no son, pero es “padre” poder jugar un poco con un tema, bromear y ser juguetón con cuestiones científicas. Creo que eso también a la gente puede atraerle mucho y hacer que dejen de pensar en la ciencia como algo árido. Entonces, esto no era posible y “eso no me gustaba”. De pronto me les escape pero en general no lo permiten. Quieren un lenguaje serio y formal. Esto a veces le resta un poco de colorido e interés a algo que de por sí es interesante y que debemos exponerlo de manera interesante para que la gente se sienta atraída a la ciencia que es uno de los principales objetivos de la divulgación.

¿Para ti qué es la Divulgación Científica?

Para mí es una necesidad como decía Karl Sagan “la ciencia es como el amor, quien está enamorado quiere que todo mundo lo sepa”, entonces quien conoce la ciencia de cerca quiere que todo mundo comparta ese conocimiento porque hay cosas tan maravillosas. Para mi es atrapar el interés y asombro de las personas para que al momento de conocer uno o dos temas se den cuenta lo que hay más atrás y lo que lean les deje las ganas de investigar más sobre un tema determinado.

¿Es conveniente relacionar a la ciencia con la vida cotidiana de las personas?

He visto que existe esa posición. No lo puedo negar, pero para mí eso no es lo más importante. Para mí lo más interesante es la parte maravillosa de la ciencia, a lo que me he dedicado por más de 10 años que llevo como divulgadora, “descubrir que la ciencia va más allá de cualquier fantasía”. Como células madre, micropartículas, la supercuerdas. La ciencia es increíble, es maravillosa. Hay más misterios y magia de la que la gente busca en la pseudociencia o en la ciencia ficción, y en la fantasía.

¿Cuál es el panorama de la divulgación científica en la prensa mexicana?

Muy, muy triste de verdad. “Creo que en su gran mayoría los periódicos no están interesados en divulgar ciencia y cuando lo hacen es porque uno empezó a hacerlo y entonces los otros también tienen que incluirla, pero muchas veces es como llenar un espacio nada más. No se ve que haya un interés real por innovar en la divulgación científica sino que lo único que están haciendo es poner notas que salen de las agencias relacionadas con ciencia y sobre todo casi siempre coinciden porque son las notas lo que llama la atención cuando en el fondo o atrás de cualquier descubrimiento que nos esté impactando ahora hay todo un proceso de trabajo y eso yo lo defendí mucho en el suplemento y por fortuna muchas veces me hicieron caso”.

La investigación básica es la base de la investigación aplicada y del desarrollo tecnológico, sin investigación básica no va haber tecnología ni investigación aplicada. Entonces, de pronto un día nos encontramos con una noticia de algún desarrollo farmacéutico, y ¡oh qué maravilla! Pero durante todo ese tiempo que tardaron los investigadores en hacer un trabajo nadie los peló, nadie les hizo caso a nadie le interesó. Por eso no es nada más lo que afecta a nuestra vidas o sus resultados sino todo ese proceso al que la gente debería

encontrarle el gusto porque eso es lo bonito e interesante. Es gracias a esos procesos que tenemos resultados.

El hecho de que no haya espacios en la prensa nacional para la ciencia, ¿Se debe a que no es rentable o no vende?

Se nos ha hecho creer, pero no es cierto, la ciencia sí es rentable. Otros países como Estados Unidos hay muchas más revistas especializadas y tienen éxito, de hecho hay hasta canales de televisión dedicados a ciencia y tienen éxito. A la gente sí le interesa y está deseosa por conocer, pero hay que atrapar el interés de esas personas desde varios ángulos de la ciencia. No solamente la nota del día, no solamente la relación en la vida diaria sino ayudarlos a encontrar el gusto por la ciencia. Las revistas en México, salvo maravillosas excepciones, entre ellas, ¿Cómo ves?, empezaron con un proyecto de ciencia y he visto muy de cerca como se han desviado. Por ejemplo, *Conozca Más*, está perdida; *Muy Interesante*, iba muy bien y de pronto cambió su cabeza editorial y dio un giro espeluznante. Creo que se van por lo fácil, lo que vende como la pseudociencia o algo que ni siquiera tiene que ver con ciencia. Se trata de algo distinto pero ya no podemos llamarlas revistas de divulgación.

¿Existe algún Código de Ética dentro de la empresa que publica “Investigación y Desarrollo”?

Digamos que sí existe, no sé si sea tácito o algo que compartíamos todos los que hemos estado allí, pero creo que es muy importante que todos los datos que uno pone esté absolutamente seguro de que son ciertos. No podemos inventar. Muchas veces hablábamos de cifras, que se deben investigar y tener toda la certeza o cuando menos las bases y las fuentes que te indiquen que es una cantidad determinada. Es muy riguroso.

Entonces, en primero lugar, vamos a tener que estar seguros, absolutamente seguros de lo que estamos poniendo. Segundo, cuando estamos hablando de procesos o desarrollos explicar de manera que quede muy claro, lo más claro posible explicar el asunto de manera que los lectores no se queden en el aire. Tercero, cuando estemos en esa colaboración con el investigador para que él constante que todo sea lo que dijo para no estar inventando cosas. No es otra su injerencia, para nada. Los investigadores, personas muy rectas y responsables se limitan a revisar la cuestión del proceso y lo que tenga que ver con su desarrollo e investigación para que quede bien explicado.

¿Cómo es la relación entre el divulgador y el especialista?

No sé si ha habido un cambio o soy yo porque recuerdo que cuando empecé y aún no estaba en el suplemento sentía mucha renuencia por parte de los investigadores mexicanos. Curiosamente tuve una época mucho contacto con algunos investigadores del extranjero y a ellos los veía mucho más abiertos a los trabajos de divulgación, pero probablemente porque en otros países sea más común y en México tiene poco tiempo que se le ha dado importancia.

Sin embargo, durante mi periodo en el suplemento me di cuenta que los investigadores están muy dispuestos a colaborar, en general les interesa a ellos también, como que están adquiriendo conciencia de que es importante que la gente esté enterada. Se han dado cuenta que la divulgación es una forma de dar conocer su trabajo.

Creo que le tienen más confianza a la divulgación escrita porque a ellos les importa muchísimo que no cambien las cosas, que no se magnifique una situación, que no sean notas amarillistas o alarmistas, o por el contrario que se diga que se descubrió la *panacea*. Siempre están insistiendo en que sea la cuestión muy cuidadosa y bueno en el suplemento ese era otro de los puntos porque el mismo rigor nos llevaba a no exagerar en ningún sentido, ningún tipo de

información, todo muy claro como es. Los investigadores están más dispuestos y la relación siempre es muy cordial y la mayoría están dispuestos a explicarte las cosas con “manzanitas” si es necesario para que puedas escribir el artículo como debe ser y llegue a la gente. Como que ya les interesas más.

¿Qué tal es la UNAM como fuente de información?

Es un problema porque tiene mucho de donde y uno no se da abasto. Es muy difícil a partir de entonces sigo en contacto con la investigación que se hace la UNAM, me interesa mucho divulgarla, que la gente se de cuenta de las cosas importantes que se están haciendo en la universidad. Cuando colaboraba con el suplemento era un problema porque tenía que ir de laboratorio en laboratorio para preguntar que estaban haciendo porque no hay forma (de saber). En ninguna oficina había información, aunque no esperaba que ninguna oficina ni siquiera la coordinación la tuviera.

La Dirección General de Divulgación de la Ciencia se encarga de ciencia externa, de afuera hacia adentro de la universidad. En cambio, la Coordinación de la Investigación Científica por ejemplo, debería tener y se supone que tiene un departamento ya más orientado a esto y desgraciadamente no tienen datos completos, no tienen listas. Deberían tenerlas, yo entiendo que es muchísimo lo que hay pero que de algún modo los investigadores supieran que aquí ellos pudieran avisar lo que están haciendo.

Entonces, las hay pero todas están fraccionadas y repartidas por todos lados. Ni siquiera a veces en un instituto determinado sabían con toda precisión que se estaba haciendo en general en todos sus laboratorios. A lo mejor tener una lista de diez o quince cosas pero no sabían exactamente qué se estaba haciendo en sus laboratorios. Deben tener alguna forma de centralizar esto, de tener acceso con mayor facilidad.

Lo que yo hacía y me funcionaba es que buscaba por todos lados. Recurría a las páginas de Internet de cada instituto y ahí más o menos sabía en términos generales qué estaban trabajando y me comunicaba directamente cuando algo me interesaba para preguntar en qué iba o bien algunos que ya me conocían y cuando tenían algo me hablaban y así era más fácil. Pero sí es un problema enorme sobre todo los que están fuera de Ciudad Universitaria. Recuerdo que la FES de Cuautitlán todavía tenían un poco más de orden y me hacían llegar algunas informaciones eventualmente, pero en otros lugares tenía que estar preguntando.

¿Cuál es la labor de la Dirección General de Divulgación de la Ciencia?

Siento, aunque no sé si es su cometido, es tener un panorama general de ciencia y actualidad científica que incluye todo lo que se está haciendo en el extranjero, lo más importante. Lo que tienen específicamente y que es muy importante es el museo *Universum*, ese es importantísimo y tienen el objetivo de atraer a los niños desde pequeños al gusto por la ciencia y no el rechazo de ésta como algo árido.

Recientemente la revista *¿Cómo ves?* que también depende de esa dirección, lo que hacen es manejar temas de actualidad o interesantes para hacerlos del conocimiento de los jóvenes, a partir de preparatoria, es como una herramienta extra para la enseñanza de la ciencia desde el nivel preparatoria en adelante. He tratado de llevarles información que esté relacionada con cosas que se estén haciendo dentro de la UNAM, porque en general no lo hacen. Es curioso porque muchas de las firmas en la revista son de investigadores que podrían llevar la información para trabajarla, pero no hacen esto. Ellos se orientan por temas y por cosas que ya estén funcionando. Por ejemplo, no dan seguimiento a la investigación básica como lo logré en el suplemento.

¿Cuál es la labor primordial del suplemento?

Está orientado a jóvenes de preparatoria en adelante pero ahí está la diferencia clara. Mientras que la revista ¿Cómo ves? se orienta más a divulgación en sí porque habla de cualquier tipo de fenómeno que no sea noticia, estamos hablando de la luz, el agua, etc. Da las explicaciones para que la gente que lo lea entienda bien alguna cuestión relacionada sea o no actual que sirva de pretexto para explicar cuestiones de física, química, etc. Es más como más cercano a la escuela, es ayuda a libros de texto y además de una manera muy padre porque tiene unas imágenes divinas y hay libertad para escribir.

En cambio, el suplemento es más serio y se orienta más a cuestiones actuales, no a la nota porque son reportajes pero a cuestiones actuales con dos propósitos: el primero, dar a conocer lo que se está haciendo no sólo en la Universidad Nacional Autónoma de México, sino también en la Universidad Autónoma Metropolitana, el CINEVESTAV del Instituto Politécnico Nacional, institutos y centros de investigación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Para dar a conocer lo que se está haciendo porque muchas veces no nos imaginamos y hay cosas muy interesantes y en segundo lugar, yo creo para atraer incluso a la iniciativa privada a invertir en alguno de estos desarrollos hablando de investigación aplicada y desarrollos tecnológicos. Esta orientado y para ellos es muy importante servir como un eslabón de vinculación entre academia y empresa y desde hace dos años se ha ido orientando cada vez más a ese objetivo, lo cual es muy útil. Los empresarios lo leen y pueden encontrar cuestiones interesantes para invertir.

¿Cuáles fueron los géneros periodísticos que utilizaste?

Se acerca mucho a un reportaje porque se cubren todos los puntos que se puedan cubrir en ese espacio, incluye entrevistas cuando menos la del investigador o investigadores involucrados y toda la explicación incluyendo antecedentes para contextualizar un descubrimiento o alguna innovación. Aunque llegué a escribir un par de veces artículos, uno sobre *La sonda Galileo* cuando termino su ciclo y otro sobre el aniversario del ADN. Algunas veces lo hice pero no era mi función principal.

¿Cuál es la especialización de los divulgadores en México?

La empresa en la que trabajas puede ser de apoyo porque la dificultad es encontrar tiempo y dinero, porque no creo que los que se dedican a ciencia no estén interesados en actualizarse y prepararse, creo que sí y ahí lo difícil es encontrar ambas cosas para hacerlo.

La UNAM tiene a través de la Dirección General de Divulgación, desde diplomados hasta posgrados de divulgación científica. La Facultad de Filosofía tiene un posgrado en divulgación también. No hay mucho pero existen formas. Hay becas internacionales y nacionales para preparar a periodistas en ciencia. Hay forma pero somos pocos los que realmente estamos en ciencia porque nos gusta. Creo que muchos están ahí porque no encontraron espacio en otras áreas o porque fue ese el momento y la oportunidad. A lo mejor algunos también estando ahí les gusta y se orientan a eso.

¿Es necesario tener más divulgadores de la ciencia en México?

Antes de que podamos interesar a más personas en la divulgación es necesario asegurar que existan espacios para que esas personas puedan trabajar porque sino no tienen caso y ese es un problema porque en “los periódicos han

reducido luego de un *boom* que hubo de que todos querían publicar ciencia de pronto redujeron al mínimo el espacio para la ciencia. Está muy limitado sobre todo cuando hay articulistas o columnistas son personas con más trayectoria, pero a chavos y chavas nuevas es muy difícil porque hay muy pocos espacios”.

Claro que se necesitan y habría que haber más pero es obvio que primero debe haber espacios donde se puedan desarrollar. No se que vaya a pasar con TV UNAM ojalá implica una apertura de espacios para la divulgación de ciencia, pero como está el panorama es muy triste en el sentido de que no se le da atención a la divulgación científica.

La UNAM y otros institutos posiblemente si le dan más importancia pero la iniciativa privada solamente a lo que vende y cuando hay nota. Se acuerdan de los científicos en general cuando hay un descubrimiento o alguna noticia que llame la atención. Para los dueños de los medios solamente cuando hay una nota importante se acuerdan que hay científicos y que hay divulgadores porque muchas veces acuden a un científico directamente porque hay algunos que son magníficos divulgadores pero es muy difícil que recurran a un periodista sobre todo cuando se trata de explicar algo.

Uno se encuentra en una posición más difícil porque no somos científicos aunque tengamos cierto conocimiento en algunas cosas pero cuando buscan lo hacen directamente con el científico y nos saltan. En general no hay un departamento en televisión y radio que se esté dedicando constantemente a la divulgación científica y que esté coordinado o dirigido por periodistas científicos .Hay un par de asociaciones de divulgadores. Una es la Asociación de Periodistas Científicos.

¿Qué preparación recibían los periodistas de “Investigación y Desarrollo” para actualizarse?

Eventualmente si había oportunidad y tomarla . No me pusieron trabas. Sí había y fueron varias veces algún curso o seminario.

¿Qué cambiaría del suplemento?

Sugeriría que fuera más flexible en el sentido de permitir un poco más de sentido del humor. Creo que el humor no está peleado con el rigor. Puede ser muy exacto y puntual, además de darte el lujo de meter un poco de humor para atraer a las personas. Para que las personas se den cuenta que la ciencia no es árida ni aburrida, que puede ser muy divertida y que podemos encontrar cosas muy interesantes, asombrosas y bellas. Darle ese sentido porque si seguimos en la seriedad y la aridez por evitar cualquier mal entendido se está perdiendo mucho de todo lo que se puede dar en divulgación.

¿Hay que crear lectores que lean los avances científicos o ya existen?

El humor es una forma. Si ves desde una cabeza que sea atractiva o chistosa eso atrae al lector aunque este de pasada se detiene un poco, pero si todo el texto es congruente en ese sentido con la cabeza el lector lo va a leer. En cambio si le ponemos un plana de puras explicaciones serias, sí muy realistas, técnicas o exactas, lo va abandonar a la mitad. Se necesitan muchas formas para atraer a la gente hacia la lectura de ciencia.

¿La publicación cumple con esta función?

Más bien se ha orientado a un sin quererlo aunque es leído dentro del mismo medio de investigación, o sea los investigadores lo leen pero tampoco es el caso que sea un medio de investigadores para investigadores. Siento que no mucho,

sólo cuando hay algo atractivo si lo leen. No debiéramos limitarnos a ellos sino a “atraer más jóvenes de preparatoria precisamente para que se den cuenta que la ciencia puede ser un camino también para ellos. Eso sería para mí uno de los objetivos de la divulgación”.

Sé que no todos van a ser científicos pero cuando menos que desde chicos se enseñe a los niños que la ciencia es uno más de los elementos de su desarrollo como la es la música, o algunas otras artes o los deportes para otros.

La ciencia como elemento de desarrollo de la personalidad de un niño es muy importante. Vuelvo a Sagan “no sólo es un cuerpo de conocimiento sino es una forma de pensar y ver el mundo”. La ciencia hace personas escépticas. Si algo necesita nuestra sociedad es eso. Cierta grado de escepticismo en el sentido de que un niño que se le enseña a cuestionar de manera racional no sólo va a cuestionar los anuncios de golosinas o cualquier charlatanería sino que va a empezar a cuestionar los sistemas sociales y religiosos. Eso es lo que realmente para mí hace un ciudadano. La ciencia es su elemento no solo de tener información sino de “generar una forma de pensar” que es importante.

¿Cuál es la principal competencia del suplemento? ¿Han surgido publicaciones parecidas?

Ha habido intentos. Había en Milenio Diario una sección de salud parecido a *Ciensialud* que no es mi favorito por eso me limité al otro, *Ciencia y Tecnología*, me encanta. Hubo intentos en ese diario pero no pegó. La página de reforma no tiene nada que ver porque ellos principalmente manejan nota de agencia sobre información internacional. Sobre todo en otra época llegaron a publicar cuestiones que se hacen en la UNAM o algún otro instituto pero normalmente se trata de cosas que son nota. “Siempre ha sido muy superficial su perspectiva”.

El suplemento de ciencia como tal (*Ciencia y Tecnología*) no tiene competencia en los medios. Por eso también la fama que tiene entre los mismo científicos. Se da uno cuenta cuando solicita una entrevista con ellos porque comentan que lo leen. Eso nos habría las puertas también para conseguir una entrevista. Como tiene fama positiva el suplemento, los científicos confían. A veces los especialistas desconfían de otro tipo de medios. Me lo han platicado porque dicen: “Yo dije tal cosa y pusieron tal otra que no es”.

Platicando con una investigadora que realizó un descubrimiento que puede aplicarse en un futuro para el estudio y manejo de la diabetes, me decía que muchos medios dicen: “Descubren cura par la diabetes”. Los científicos son muy cuidadosos siempre. Un verdadero científico es muy cuidadoso en decir las cosas porque es parte esencial de su formación. Siempre se limitan a lo que tienen. Ellos saben que el suplemento lo maneja con ese mismo rigor y cuidado porque en esta publicación no se inventa o infla una noticia.

¿En *La Jornada* se da la suficiente importancia al suplemento?

Aunque *La Jornada* tiene su propia sección de ciencia (Los Lunes en la Ciencia) últimamente no la he visto. La leí mucho tiempo. El suplemento no es parte del diario, tengo la idea de que se compra el espacio, se paga la impresión y el material porque se imprime en el mismo lugar que *La Jornada* y el espacio como un inserto.

El dueño es parte de la comunidad del periódico pero no se maneja igual, desafortunadamente. Está bien que haya vinculación y promoción pero a veces lo sentía muy orientado a la cuestión privada. Lo bueno es que hablamos de ciencia en el suplemento y pocas veces se prestaba para que hubiera algún problema porque nos limitábamos a lo nuestro.

Alguna vez me sucedió que en el suplemento de salud (Ciensalud) había más ingerencia de los patrocinadores, entonces ahí alguna vez me molesté por algún cambio en mi reportaje y sencillamente les dije publíquenlo pero no lo firmo y no lo firmé. Tampoco me la hicieron de emoción. Por eso no me gusta casi nada el de salud porque sentía que había muchísima ingerencia de patrocinadores en su mayoría laboratorios y por otra parte institutos como el IMSS, ISSSTE, etc.

Trabajé un tiempo con la fuente del ISSSTE y muy a gusto porque no hubo ingerencia y me dejaban trabajar. Presentaba los temas y me iba no por la propaganda política porque para mí no tienen nada que ver con la ciencia ni con la divulgación sino con lo que estaban haciendo porque además me di cuenta estando ahí que estaban haciendo cosas muy interesantes en el hospital 20 de Noviembre, por eso me orienté por ahí y era lo que me dedicaba a sacar ese tipo de noticias.

¿Cuáles era sus fuentes informativas?

Mis fuentes eran la UNAM, UAM y algunos centros de investigación del CINVESTAV a lo largo de la república pero también hacen cosas interesantes. Maneje una época también reportajes sobre Biotecnología.

¿Quién propone los temas que desarrollas?

Tenía que buscar temas y de una lista de diez la pasaba y la revisaban con el Editor y me decían que temas les resultaban interesantes y me ponía a trabajar sobre eso. Otras veces el personal del suplemento los sugerían.

ANEXO 2. Recopilación de textos periodísticos del suplemento
***Investigación y Desarrollo* periodo 1999-2004**

¿De veras es el 2000?

Patricia López Suárez

Los calendarios son creaciones humanas imperfectas y arbitrarias. Al revisar con detalle, se puede descubrir que el calendario que nos rige tiene defectos que podrían hacer de la triunfal llegada del primero de enero del 2000 un día cualquiera, sin importancia. Y es que el espectacular año que se avecina, a la par frontera de siglo y de milenio, ocurrirá en el mismo tiempo y espacio de lo que para los chinos es el año 4637, los hebreos el 5761, los mahometanos el 1421 y los japoneses el 2660. Así que sugerir que nuestro año 2000 será más relevante que los de otras culturas es, al menos, petulante.

Vivimos en un transcurrir de horas y días, de meses y años. Dependientes de la fórmula que alguien inventó para organizar por ciclos fijos nuestra vida y con el fin de ubicarnos en un tiempo y un espacio. Somos esclavos de los calendarios, parámetros que orientan nuestras actividades cotidianas.

Algunas civilizaciones han observado el Universo en busca de marcadores para asirse. Han volteado su mirada a los astros, para ubicar enormes puntos de orientación que nos han guiado de una generación a otra. "El calendario es un modelo humano para describir la observación periódica de algunos cuerpos celestes brillantes. Cada civilización ha escogido un tipo de calendario, con sus propias características. Ninguna versión calendárica es la mejor o la más adecuada para todos; cada una es un conjunto de reglas convencionales que facilita organizativamente la interacción de las personas de un grupo social dado", explica el **doctor Jesús Galindo Trejo, investigador del Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)**, quien encuentra en la creación de calendarios un tipo de "astronomía humana", donde el comportamiento de la bóveda celeste, del Sol y de la Luna sirvieron a los hombres antiguos para entender la sucesión del tiempo en el espacio. Esto explica en parte por qué ninguna catástrofe caerá sobre nosotros con la llegada del nuevo milenio, y deja claro que el comportamiento del Universo se rige por sus propios ciclos, y no tiene por qué acoplarse a las convenciones humanas.

El equívoco gregoriano

En la actualidad, en la mayor parte del mundo rige el calendario gregoriano, que impuso en 1582 el papa Gregorio XIII y con el cual se sustituyó y reformó el calendario juliano, instaurado por el emperador romano Julio César en el año 46 antes de Cristo. "La base de ambos calendarios es el movimiento aparente del Sol observado desde la Tierra. Pero el hecho de que el periodo de rotación de la Tierra en torno al Sol no pueda expresarse en un número entero de días, hace que los calendarios solares tengan dificultades que implican la necesidad de aplicar correcciones en ciertas etapas, lo que permite que dichos calendarios queden de nuevo en concordancia con el movimiento solar", comenta Jesús Galindo, quien explica que los años bisiestos son un ajuste para sumar las seis horas más que cada año necesita el Sol para ocultarse desde nuestro horizonte. El arreglo fue sumar las seis horas anuales cada cuatro años, para sumar 24 horas, equivalentes a un día extra los años bisiestos, que resultan siempre múltiplos de cuatro (como sucederá en el 2000). El astrónomo añade que "cada modelo es sólo una aproximación y en tanto producto humano, está sujeto a muchas correcciones".

A mediados del siglo VI el abad romano Dionisio Exiguus utilizó por primera vez el año de nacimiento de Cristo como punto de referencia para contar los años de acuerdo con este tipo de calendario. Fue así como se instauró la era cristiana, cuya contabilidad arrastra algunos errores.

"Al año uno después de Cristo le antecede el año uno antes de Cristo, es decir, el año cero no existe en esta cuenta cronológica. Por lo anterior, se puede establecer que el primer siglo de la era cristiana terminó el 31 de diciembre del año 100 después de Cristo, cuando transcurrieron los primeros 100 años: del 1 dC al 100 dC. De igual manera, el siglo XIX terminó el 31 de diciembre de 1900, y el siglo XX empezó el 1 de enero de 1901. Siguiendo este razonamiento, el segundo milenio de la era cristiana concluirá el 31 de diciembre del año 2000, y el tercer milenio empezará el 1 de enero del año 2001, cuando hayan transcurrido

dos mil años de la era cristiana", comenta el doctor Galindo, que hace cuentas y continúa.

"La explicación de la sucesión de los milenios parecería convincente de no ser por ciertas imprecisiones sin aclarar: cuando Dionisio Exiguus hizo empezar la era cristiana el 1 de enero del año 754 *ab urbe condita*, es decir, desde la fundación de Roma, aparentemente ¡se equivocó! Fijó la fecha del nacimiento de Cristo cuando el rey Herodes tenía cuatro años de haber muerto. Ya que Cristo y Herodes tuvieron que haber coincidido en el tiempo, resulta que Cristo debió haber nacido en el año 4 a.c, si no es que antes", precisa Galindo Trejo.

El astrónomo comenta que "no empezar la era cristiana con el año cero puede entenderse a partir de que en el siglo VI las matemáticas europeas no habían alcanzado aún el concepto de cero. Alrededor del año 1000 el Papa Silvestre II promovió la instauración del sistema arábigo que incluye el cero, pero fue demasiado tarde para remediar el error calendárico original".

El especialista comenta que el mismo tiempo ubicado como el año 2000 en nuestro regidor calendario gregoriano es una fecha intrascendente para los chinos que festejarán el año 4637, o para los judíos que conmemorarán el 5761 (a pesar de que Cristo era judío). "Simplemente, otras culturas han elaborado otras cuentas calendáricas, que tienen como inicio diferentes fechas que la nuestra. Por eso cada año en una tradición cultural no coincide con el año en otra", añade Galindo.

Calendarios prehispánicos, relojes vivos

Experto en arqueoastronomía, la disciplina con la cual los antiguos mesoamericanos orientaron sus pirámides y demás templos dedicados a deidades de acuerdo con los señalamientos de brillantes astros como el Sol, la Luna y Venus, Jesús Galindo encuentra sorprendentes ejemplos de "relojes vivos" en las pirámides de Teotihuacan, Cholula y Cuicuilco, que aún hoy expresan cada año en equinoccios y solsticios su orientación astronómica. Además, escribe sus resultados luego de diez años de investigación científica indagando la orientación astronómica del Templo Mayor, en el centro de Tenochtitlan, hoy ciudad de México.

Sobre el preciso calendario mesoamericano, Galindo comenta: "si los mexicas hubieran continuado su cuenta calendárica, el año 2000 sería el año *Ce Tecpatl* o Uno Pedernal, que corresponde al nombre calendárico de su dios principal, Huitzilopochtli, deidad de la guerra, con atributos solares. Por las características del sistema calendárico mesoamericano, ese año se

repetía cada 52 años (el mismo número de semanas que tiene un año occidental), de modo que sería en el año 2027 cuando habrían de festejar la décima vez en que encendieran el Fuego Nuevo después de la conquista europea".

"Para los mayas -continúa Galindo Trejo- el 1 de enero del año 2000 estaría expresado a través de los coeficientes 12.19.6.15.0, con los que indicarían los factores que multiplican, en orden descendente, las potencias de 20, modificadas para proporcionar el número de días transcurridos desde un punto de referencia temporal en el lejano pasado (el 13 de agosto de 3114 a.c). Los coeficientes pueden tomar un valor entre 0 y 9. En la notación maya no parece ser ningún día especial. En cambio, el 23 de diciembre de 2012 se tendría una peculiar fecha maya expresada así: 13.0.0.0.0, que, como sucede con el año 2000, no implica ningún desastre natural".

Arbitrarios y equívocos, pero reveladores de que seres ancestrales se guiaron por los astros para ubicarse entre tiempo y espacio, los calendarios son una característica de las civilizaciones humanas y una muestra de la más primitiva expresión astronómica: la de la observación directa sin más instrumentos que nuestros ojos.

"De acuerdo con las cuentas explicadas sobre el calendario gregoriano que nos rige -dice Jesús Galindo-, durante el año 2000 deberíamos celebrar el hecho de vivir los últimos días del segundo milenio. Así, el 1 de enero del año 2001 asistiríamos al comienzo del tercer milenio, un evento que no se repetirá en los próximos mil años de nuestra era".

Descubren nuevas aplicaciones para el plátano, garbanzo y amaranto

Patricia López Suárez

Investigadores que proponen novedosos usos del plátano, el amaranto y el garbanzo fueron reconocidos con el Premio Nacional de Ciencia y Tecnología en Alimentos 1999, que en su vigésima tercera edición otorgó 240 mil pesos para tres categorías, y con la cual la Industria Mexicana de Coca Cola estimula trabajos de primera calidad de académicos y tecnólogos mexicanos en el área de alimentos.

La embotelladora ha reconocido a lo largo de 23 años a más de 600 científicos mexicanos, cuyos aportes han favorecido la mejor alimentación de nuestra población. En esta ocasión, la ceremonia de entrega se llevó a cabo el 22 de noviembre en el auditorio Manuel Moreno torres, del Instituto Politécnico Nacional a cuyo evento asistieron, entre otras autoridades, el licenciado Carlos Bazdresch, director general del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología; el doctor Alejandro Polanco, director del Programa Universitario de Alimentos de la UNAM, y el licenciado Jesús Rodríguez Anaya, presidente ejecutivo de la Asociación de Embotelladoras Mexicanas de Coca Cola, AC.

Maltodextrinas a partir de plátano

Los almidones se usan en la industria de alimentos como ingredientes que imparten propiedades funcionales y endulzantes. Tradicionalmente se utiliza el almidón hidrolizado para producir glucosa y sus derivados, pero la biotecnología introdujo al uso de enzimas, catalizadores naturales que reemplazan el uso de reactivos químicos, logrando procesos más económicos y seguros.

El edulcorante más utilizado en la industria de alimentos ha sido la sacarosa. En la actualidad existen en el mercado nuevos productos obtenidos enzimáticamente a partir del almidón, como las maltodextrinas, polisacáridos que además de endulzar son nutritivos. Las maltodextrinas son ingredientes útiles en la industrialización de alimentos para bebé, bebidas, productos cásmicos, confitería, lácteos, en la preparación de mezclas secas, postres, productos congelados, panes, botanas y como sustitutos de grasa en alimentos bajos en calorías, Además de controlar el dulzor, sirven para dar cuerpo, estabilizar la espuma y retardar el crecimiento de cristales de hielo, entre otras funciones.

El Premio Nacional de Ciencia y Tecnología en Alimentos en la categoría única estudiantil correspondió a la ingeniera bióloga química Laura Sánchez Hernández, del Instituto Tecnológico de Acapulco, quien con la asesoría del doctor Luis Alberto Pérez Bello desarrolló un procedimiento tecnológico para producir maltodextrinas a partir de almidón de plátano. Debido a los problemas de manejo poscosecha, este fruto cada año tiene pérdidas considerables que podrían convertirse en ganancias con esta nueva aplicación.

En su estado verde, el plátano tiene un alto contenido de almidón, hasta de 70 por ciento en base seca, pero aún es escasa la información que se tienen sobre este hidrato de carbono, la principal reserva sintetizada por las plantas superiores y fuente esencial de energía para muchos seres vivos, incluido el ser humano.

En el laboratorio, se aisló almidón de plátano macho verde, utilizando un proceso conocido como molienda húmeda, de la que se obtuvo un rendimiento de 44 por ciento de base seca. Del plátano molido, centrífugo y destilado se obtuvo el almidón que, con 0.01 por ciento de la enzima α -amilasa y una hidrólisis de 15 minutos a 72 grados centígrados de temperatura, se obtuvieron maltodextrinas, que analizadas resultaron dentro de los estándares de los polisacáridos comerciales.

El estudio microscópico de las maltodextrinas provenientes de plátano mostró diferencias estructurales con las comerciales debido a su distinto origen, pero al aplicarlas en la elaboración de panqués y evaluar sus características sensoriales sólo hubo variantes en tres de los once atributos, por lo que las maltodextrinas provenientes del almidón de plátano resultaron una excelente opción en la industria de alimentos. Además, este estudio incrementa el uso biotecnológico con la enzima α -amilasa, lo que garantiza productos de calidad a bajo costo.

La estructura tridimensional del amaranto

Las proteínas de almacenamiento de las semillas juegan un papel importante en la nutrición de los seres humanos debido a su acumulación en las semillas. Nuestra cultura se asocia con el maíz y con el amaranto, un cultivo netamente mexicano

que fue catalogado por la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos entre los 38 cultivos más provisorios como alimento para la humanidad.

El 20 por ciento del contenido de las proteínas en la semilla de amaranto corresponde a las globulinas, que son ricas en lisina y en aminoácidos azufrados, combinación que cumple con los requerimientos recomendados por la Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) para una óptima nutrición humana.

Conocer la estructura tridimensional detallada de las proteínas es muy importante para introducir cambios específicos bien dirigidos en el diseño de mutantes, con los cuales se pueda entender la relación entre estructura, función y estabilidad, sin causar alteraciones en su función biológica, y para diseñar proteínas con funciones específicas de acuerdo con nuestras necesidades nutricionales, farmacológicas, medicinales o de procesos industriales.

En la categoría profesional, el Premio Nacional de Ciencia y Tecnología en Alimentos fue para los **doctores Nora Lilia Vasco Méndez y Manuel Soriano García, del Instituto de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)**, quienes lograron la cristalización de una globulina de amaranto para elucidar su estructura tridimensional por difracción de rayos X.

El logro cobra importancia ya que permite conocer a nivel molecular las interacciones entre proteínas, mecanismos de acción y transporte, la relación entre estructura y propiedades funcionales, así como su relación filogenética y evolutiva. Este tipo de investigación básica permitirá en el corto plazo avances prácticos, como la introducción de cambios en las proteínas para beneficio humano.

Para conocer la estructura tridimensional de una proteína de amaranto, los investigadores la purificaron, cristalizaron, sometieron a difracción por rayos X y, mediante el análisis computacional de las difracciones, obtuvieron la estructura tridimensional real.

La investigación se dividió en dos partes fundamentales: la bioquímica, que abarcó la extracción y purificación casi al ciento por ciento de la globulina manteniendo su estado nativo, en cantidad suficiente para realizar los ensayos de cristalización, caracterizarla parcialmente de forma bioquímica y estudiar su comportamiento en solución por dispersión dinámica de luz, y la parte cristalográfica, que comprendió los ensayos de cristalización. Crecimiento de cristales, experimentos de difracción, captura, y procesamiento de datos para obtener parámetros.

El principal mérito de este trabajo fue haber cristalizado y difractado la primera proteína de almacenamiento de amaranto a nivel mundial, con lo cual se dan las bases para elucidar en el mediano plazo su estructura tridimensional, en la cual se está trabajando. Debido a que la estructura de la globulina guarda una estrecha relación con su función y estabilidad, este estudio servirá para conocer los mecanismos básicos de estas sustancias, pero también sus propiedades funcionales, tales como gelación, formación y estabilidad de espuma, elementos relevantes en la industria de alimentos.

Al obtener y conocer la estructura tridimensional y con las técnicas de ADN recombinante, se abre un amplio panorama de estudio de la ciencia de alimentos a nivel mundial, comenzando desde la relación entre estructura, función y estabilidad hasta la ingeniería de proteínas.

Nueva tecnología de extrusión cocción para el garbanzo

El garbanzo (*Cicer arietinum* L) es una leguminosa de importancia comercial en el noreste de México (Sinaloa, Sonora y Baja California Sur son los principales estados productores). Esta semilla es una buena fuente de energía y proteínas, y representa un suministro importante de vitaminas como la niacina, la tiamina y el ácido ascórbico, así como de los minerales calcio, fósforo, hierro, potasio y magnesio. Sin embargo, tiene como desventajas largos tiempos de cocción, inhibidores de enzimas y sustancias como polifenoles que deben ser reducidos o eliminados antes de su consumo.

El manejo y almacenamiento de garbanzo a temperatura y humedad altas causa su endurecimiento, fenómeno que reduce su calor nutricional, incrementa los tiempos de cocción y deteriora sus características sensoriales.

Con otros alimentos como la soya, el frijol, el maíz y el trigo se ha popularizado (sobre todo en Indonesia) el uso del tempe, un producto obtenido a través de la fermentación en estado sólido, que con una infraestructura simple produce cambio de químicos profundos que mejoran el valor nutricional y disminuye la presencia de factores antinutricionales. La eliminación de la parte externa de la semilla (llamada testa) disminuye el tiempo de cocción, reduce el contenido de taninos e incrementa la digestibilidad de las proteínas. El remojo de leguminosas en disoluciones salinas disminuye el tiempo de cocción y el nivel de algunos factores antinutricionales.

En la categoría profesional en tecnología de alimentos, el Premio Coca Cola fue otorgado al

doctor Cuauhtémoc Reyes Moreno y a los maestros en ciencia Cecilia de los Ángeles Romero, Jorge Milán Carrillo y Eduardo Armienta Rodelo, de la Universidad Autónoma de Sinaloa, asó como al doctor Benjamín Ramírez Wong, de la Universidad Autónoma de Sonora, y a la doctora Rosalba Mora Escobedo, de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional (IPN), quienes trabajaron en la fermentación en estado sólido y en el descascarillado, suavización y extrusión como una alternativa tecnológica para la utilización del garbanzo.

Este grupo de científicos aplicó alternativas tecnológicas como fermentación en estado sólido,

el descascarillado, temojo en disoluciones salinas y extrusión mediante un extrusor de tornillo, lo que permitió obtener harinas utilizando garbanzo endurecido. El proceso de fermentación en estado sólido mejoró la digestibilidad del garbanzo fresco y endurecido, incrementando los niveles de proteína (cruda y verdadera) y lisina disponible. Además, los niveles de factores antinutricionales se redujeron y en consecuencia, la digestibilidad proteica *in vitro* se incrementó, demostrando que estos procesos son excelentes alternativas tecnológicas para el posterior consumo del garbanzo.

FOLIO 3

Ciencia y Tecnología

Eficaz aparato universitario permite la escucha

Patricia López Suárez

Le llaman ayuda auditiva y fue creado para asistir a personas con problemas de sordera, especialmente a niños que, sin el sentido del oído, pierden con frecuencia la capacidad de hablar y reducen notablemente su aprendizaje. Desarrollada por investigadores de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), este aparato comparte eficiencia y bajo costo: pronto podrá obtenerse en el mercado por un precio cercano a 500 pesos, en lugar de los más de cinco mil que hoy se pagan por uno importado. Además, utiliza pilas convencionales tipo AA de 1.5 voltios, que se venden en cualquier comercio, a diferencia de las pequeñas baterías de reloj, inaccesibles a usuarios de zonas rurales del país, para quienes la ayuda auditiva se agota al terminarse una pila que no pueden reponer.

Este aparato "es una tecnología de punta, no tanto por lo novedoso de sus partes electrónicas o de su diseño, sino porque resuelve un problema nacional y es accesible para personas con recursos limitados", explica su creador, **el maestro en ciencias José Luis Pérez Silva, coordinador del Laboratorio de Ingeniería de Producto y secretario técnico del Centro de Instrumentos de la UNAM**, donde se diseñó, construyó y probó el prototipo, el cual fue transferido a una empresa nacional para su fabricación en serie.

Como un reproductor de audiocassettes

Habitados a pequeños aparatos que se instalan directamente en el oído, los usuarios de mecanismos para combatir la sordera encontrarán en esta ayuda auditiva (que comercialmente se llamará "Ayu" o Axu") un diseño comparativamente grande, del tamaño y forma de un reproductor portátil de audiocassettes (más pequeño que un *walkman*), que pueden instalar en su cinturón y hacer llegar a sus oídos mediante un cable y audífonos convencionales de este tipo de equipos para oír cintas grabadas.

"Una ventaja de este diseño de caja es que los usuarios, especialmente los niños, parecen estar usando un reproductor de audiocassettes como muchos de sus amigos, y no un aparato para atender una deficiencia auditiva", explica el maestro Pérez Silva, quien destaca como principal virtud de esta tecnología el uso de tres pilas AA, lo que hace accesible el aparato a cualquier usuario "en un país donde la falta de baterías para reloj significa que un niño de la sierra deje de tener una ayuda auditiva, aún teniendo el aparato". Los micrófonos son convencionales, iguales a los que utiliza una grabadora portátil, lo que reduce costos y facilita las refacciones.

El diseño de "Ayu" incluye una caja de acrílico transparente, dividida en dos partes: una para intercambiar las baterías y otra sellada, que no puede abrir el usuario, en donde se encuentra una tarjeta electrónica, diseñada en el Laboratorio de

Electrónica del Centro de Instrumentos, que controla las funciones del mecanismo.

Este desarrollo biomédico tiene una baja distorsión armónica (de sólo 0.1 por ciento), lo que se traduce en pocos "ruidos" y "brincos" de sonido en el oído. Esto se logra "mediante un control automático de ganancia, que regula un sonido muy fuerte en intensidad sonora, el cual llega ya modulado al oído del paciente, evitando cualquier alteración o distorsión acústica", explica el maestro Pérez Silva.

"Ayu" cuenta con un pequeño ecualizador, del tamaño de un microchip, "que funciona mediante cuatro filtros ajustables, ubicados en puntos fijos de la frecuencia de sonido, para lograr regular el sonido antes de que llegue al oído". Estas bandas de frecuencia son ajustables, y el médico o el audiometrista las ecualiza de acuerdo a las necesidades del paciente.

Esta tecnología incluye un sistema para ajustar la respuesta del aparato a la demanda del usuario, lo que personaliza el aparato para los pacientes, que varían su deficiencia auditiva entre los sonidos graves y los agudos. Este sistema opera luego de que el audiometrista da la pauta auditiva del

paciente, con la cual se ajusta el aparato, del mismo modo que una graduación de anteojos.

Actualmente, esta ayuda auditiva está en proceso de comercialización. Desde su diseño, concluido en enero de este año, la doctora Nydia Lara Zavala, responsable de Vinculación del Centro de Instrumentos, presentó y logró el apoyo de Eltec, S.A., una empresa mexicana de electrónica ubicada en Naucalpan, Estado de México, y dedicada a la elaboración de la caja electrónica que logra el encendido de hornos y estufas. Gracias a este nexo y al interés social de empresa y universidad en este proyecto, "Ayu" llegará del laboratorio al mercado, seguramente en el transcurso del año 2000.

Concluido "Ayu", el siguiente paso, indica el maestro José Luis Pérez Silva, será desarrollar en el Centro de Instrumentos de la UNAM un equipo de audiometría computarizado, que incluye el *software* y el *hardware* por menos de 20 mil pesos mexicanos, a diferencia de los equipos importados que se cotizan entre 50 mil y 60 mil pesos, lo que aventajará en tecnología propia y precios más bajos.

FOLIO 4 Ciencia y Tecnología

Labsys, el laboratorio científico virtual

Patricia López Suárez

Se llama Labsys y es un laboratorio universitario por computadora, una herramienta virtual que permite realizar experimentos de física y medir variables con la misma o más precisión de como se haría en un laboratorio real. Así, posibilita la enseñanza de la física y la medición precisa de cuatro parámetros al mismo tiempo. Incluye 18 instrumentos para calcular factores tan diversos como temperatura, voltaje, intensidad del ruido o la luz, la corriente eléctrica o la concentración de hidrógeno.

Fue creado en el Centro de Instrumentos de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), y diseñado inicialmente para la enseñanza de la física a nivel bachillerato y licenciatura. Sin embargo, con algunas adaptaciones para convertirlo en un laboratorio de alta precisión, puede usarse en diversas áreas industriales, motivo por lo que la Universidad ya trabaja en su transferencia tecnológica.

"Labsys es un laboratorio computarizado orientado a la realización de prácticas de física, que se ubica entre los novedosos sistemas de instrumentación por computadora creados totalmente por investigadores universitarios, tanto en sus partes electrónicas como en el *hardware* y el *software*", explica el **maestro en ciencias José Luis Pérez Silva, titular del proyecto y coordinador del Laboratorio de Ingeniería de Producto en el Centro de Instrumentos de la UNAM**. Gracias a su accesibilidad, Labsys puede conectarse a cualquier computadora personal del mercado, agrega.

Una ventaja del equipo es que está desarrollado con tecnología hecha en y para México, lo que significa un considerable ahorro económico. "Calculamos que un equipo Labsys se venderá en el mercado en alrededor de tres mil pesos, lo que permitirá equipar a muchos estudiantes en las

escuelas. En cambio, un equipo similar importado cuesta hoy unos 37 mil pesos, que lo hacen inaccesible para la mayoría de estudiantes del país", comenta este inventor, preocupado por crear nuevas tecnologías que lleguen fácilmente a todos.

Experimentos escolares, científicos e industriales

Como laboratorio escolar y universitario, Labsys es muy útil para entender y ensayar experimentos de física cuyos datos mide la computadora. "Los aparatos de medición son intercambiables y se utilizan según el tema de estudio. Así que al mismo Labsys se le puede cambiar un fotómetro que mide la intensidad de la luz, por un decibelímetro para conocer el nivel de ruido; o bien cambiar un medidor de acidez y alcalinidad por un cronómetro que mide el tiempo o un capacitómetro que revela la capacidad eléctrica", ejemplifica el maestro Pérez Silva.

Los cuatro instrumentos de medición simultáneos en un laboratorio virtual con imagen hacen de este equipo de cómputo una eficiente y atractiva herramienta en la que el intercambio de 18

instrumentos de medición posibilitan al alumno a estudiar diversos temas de física.

Además de experimentos escolares, Labsys se usa en investigaciones científicas muy variadas. "Al interior de la UNAM, en el Instituto de Ecología lo utilizan en un estudio sobre germinación de semillas, para simular su crecimiento y medir con exactitud la humedad y temperatura del proceso. En la Facultad de Medicina se usó en una investigación básica midiendo pulsaciones cardiacas de ajolotes, y en los buques oceanográficos del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología podría adaptarse e incluirle un ictiómetro, aparato para medir y pesar peces, trabajo que habitualmente se realiza en altamar", comenta el maestro Pérez Silva.

La precisión y flexibilidad de Labsys le ha abierto las puertas de la industria. Actualmente, el Centro de Instrumentos trabaja en su transferencia tecnológica a una empresa de alimentos que requiere un detallado control de temperatura, y está en pláticas para la futura comercialización del equipo de cómputo orientado a la enseñanza.

FOLIO 5

Ciencia y Tecnología

Irradiando alimentos y materiales

Patricia López Suárez

Preserva alimentos y alarga su almacenamiento. Esteriliza cosméticos y biomateriales. Modifica el metabolismo de diversos microorganismos y degrada plásticos de forma limpia. Es la irradiación, una técnica de la energía nuclear cuyas aplicaciones científicas e industriales se multiplican en el mundo.

Cuando una fuente irradia energía significa que desprende de sí luz, calor u otro tipo de energía como la emitida por los rayos X o gamma. La emisión de estos dos últimos pertenece al campo de la energía nuclear, que utiliza material radiactivo para generar en otros cuerpos diversas reacciones físico-químicas que se usan, por ejemplo, en la mezcla de materiales, al detener la descomposición de una fruta o bien lograr que una planta sea más resistente al daño ambiental.

En México existen tres irradiadores con material radiactivo: uno industrial, instalado en el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ) en Salazar, Estado de México; otro ubicado en Tapachula, Chiapas, que utiliza la Secretaría de

Agricultura para esterilizar y detener la reproducción de moscas del Mediterráneo que emigran a México y América del Norte dañando las cosechas; y el tercero, de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), en funcionamiento desde 1986. Este último es el único diseñado y funcionando en tres áreas: investigación básica y aplicada; docencia y formación de estudiantes; y prestación de servicios industriales, ligados a empresas mexicanas y los cuales le permiten autofinanciarse, a pesar de los gastos que implican los rigurosos controles de seguridad y mantenimiento en sus instalaciones.

La fuente radiactiva del aparato universitario es el cobalto 60, material contenido en barras que, sumergidas en el irradiador de tipo alberca, con casi cinco metros de agua pura y deionizada (es decir, sin iones ni carga eléctrica), se ve a simple vista irradiando un luminoso e intenso color azul debido al efecto Cherenkov.

"Para satisfacer las necesidades de irradiación en el país necesitaríamos al menos otros cuatro

irradiadores de mediana capacidad, pero uno sólo cuesta hoy en día más de cuatro millones de dólares", explica el físico y **maestro en ciencias nucleares Epifanio Cruz Zaragoza, coordinador de la Unidad de Irradiación y Seguridad Radiológica del Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM**, dependencia académica responsable del irradiador. Este es una herramienta de primer nivel que se utiliza al 90 por ciento de su capacidad durante todo el año y que en los últimos tiempos ha visto crecer la demanda para irradiar los más diversos productos de investigación e industria.

Seguridad y mantenimiento, las claves

"Aquí no se pueden romper las reglas", dice Epifanio Cruz, mientras toca el grueso muro de un metro y medio de espesor, construido de concreto reforzado para impedir que pase alguna radiación de la alberca que guarda al cobalto. "La irradiación abre muchos caminos en la investigación científica y también sirve para mantener esterilizados y en óptimas condiciones alimentos, medicinas y biomateriales. Pero la clave de su eficiencia es la estricta seguridad, el mantenimiento de las instalaciones y la formación de expertos humanos que entiendan y respeten los manuales, basados en los estrictos reglamentos de la Agencia Internacional de Energía Atómica y de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias", señala en entrevista antes de entrar al laberinto de ingeniería en el que se encuentra el irradiador Gammabeam 651 PT, al cual resguardan 14 sistemas de seguridad, siete alarmas audibles y electrónicas y una consola de control remoto. El irradiador fue construido e instalado por una empresa canadiense, en un edificio anexo del Instituto de Ciencias Nucleares, en pleno corazón de Ciudad Universitaria (México).

El material radiactivo del aparato está ensamblado en una doble barra de acero inoxidable sellada, lo que evita el contacto directo con el agua deionizada (que funciona como un blindaje biológico) y con las muestras de laboratorio o los productos industriales que se someten al proceso. El manejo de las barras de cobalto 60 se opera de manera remota a través de una consola y una llave clave de acceso. Los productos o muestras a irradiar se colocan por tiempos predeterminados de entre 30 minutos y doce horas, y pueden obtenerse dosis variables de irradiación seleccionando la posición, altura y número de las 15 fuentes radiactivas que pueden moverse independientemente en el irradiador-alberca, recubierta de acero inoxidable para evitar la corrosión.

Además del irradiador-alberca y la cámara en que se encuentra, la instalación tiene un cuarto de compresores de aire, filtro de aire, planta

purificadora del agua de la alberca, una alberca extra para emergencias, tableros de control y una planta de luz. Cuenta con diversos dosímetros (aparatos que miden la radiación), luz de advertencia sobre alto nivel de radiación e interruptores de las funciones.

Servicios de irradiación industrial

La Unidad de Irradiación cuenta con 34 clientes industriales y más de 50 productos comerciales distintos que se someten a esta técnica. Empresas cosméticas mexicanas, de complementos alimenticios, de shampoo y jabones, así como de diversos materiales son usuarios del irradiador de la UNAM, en el que se esterilizan los productos y se someten a un riguroso control de calidad para asegurarse de que lleguen al consumidor libres de gérmenes u otros microorganismos.

Varias empresas de alimentos, semillas, hierbas y condimentos acuden al Instituto de Ciencias Nucleares para irradiar productos alimenticios deshidratados, logrando una conservación a temperatura ambiente que alarga su vida de anaquel. Así, empresas de condimentos naturales llevan a la zona de irradiación olores de canela, orégano y otras especies, insumos guardados en costales cerrados herméticamente antes de someterse a la irradiación de cobalto. Después de exponerse al material radiactivo, los alimentos conservan durante más tiempo su calidad y alargan su periodo de descomposición, aún sin someterse a refrigeración. Ya irradiados, los productos alimenticios sólo requieren estar bien empacados y en un sitio limpio en la industria, antes de su venta sin efectos colaterales y con un estricto control de calidad. La leyenda "producto irradiado" es sinónimo de esterilización y control.

Investigaciones científicas

Al interior de la UNAM, son usuarios del Gammabeam diversas Facultades (Ciencias, Ingeniería, Medicina, Veterinaria), Institutos (de Investigaciones en Materiales, Biomédicas, Biotecnología, Ingeniería, Física) y Centros (de Ecología, Ciencias de la Atmósfera), que utilizan el irradiador para enseñanza e investigación.

"Con el Instituto de Investigaciones en Materiales trabajamos en pruebas para irradiar prótesis de ojos y de senos. En el irradiador se esteriliza el material y se producen reacciones físico-químicas para favorecer un injerto", señala el maestro Epifanio Cruz, quien documenta: "para la Facultad de Odontología irradiamos injertos biológicos para encías y otros para sustituir piezas molares, además de trabajos en alimentos, como la esterilización de cisticercos en carne de puerco, realizados con la Facultad de Medicina y Veterinaria, y un anteproyecto actual con la

Universidad de Sonora para irradiar semillas y condimentos, y evitar así que se descompongan miles de toneladas de alimentos, que irradiados quedarán libres de gérmenes e insectos que los contaminan. También estamos probando e investigando propiedades ópticas y de luminiscencia de nuevas mezclas de materiales cristalinos sometidos a la radiación gamma del cobalto, así como reacciones en gases, degradación de polímeros e injertos", señala el maestro Cruz.

A su vez, las Facultades de Ciencias, Ingeniería, Medicina y Química introducen a los alumnos en esta eficiente técnica de energía nuclear. El maestro Cruz inició contactos con el Instituto Tecnológico de Zacatepec, Morelos, interesado en mezclar, --mediante irradiación-- polietileno, poliuretano y un aditivo para hacer tabiques más

resistentes, pero a la vez mayormente flexibles, que podrían usarse en construcciones en zonas sísmicas del país.

Así, están en marcha otros proyectos para fortalecer plantas ante la contaminación ambiental y acelerar el crecimiento de pinos mediante reacciones metabólicas. El objetivo, en fin, es hacer de la irradiación una herramienta poderosa en el área científica de la que aún hay mucho por explorar.

FOLIO 6

Ciencia y Tecnología

Una Microfábrica

Patricia López Suárez

Microcircuitos que dominan los aparatos electrónicos. Pequeñísimos tornos, engranes y tornillos que hacen cada vez más eficientes y compactos lo mismo automóviles, teléfonos y computadoras, que diminutos sistemas de control y aparatos que indagan o mejoran disfunciones dentro de nuestro organismo. Son miniaturas, una tendencia de la ingeniería moderna que fusiona calidad y vanguardia tecnológica.

"Las tecnologías tienden a miniaturizar. De hecho una tecnología madura se mide según su nivel de compactación", dice el **ingeniero Leopoldo Ruiz Huerta, del Laboratorio de Ingeniería Mecánica del Centro de Instrumentos de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)**, quien junto con su **colega Alberto Caballero Ruiz** forma parte del equipo del doctor en ciencias Ernst M. Kussul, un destacado científico ruso que desarrolla en México desde hace un año su investigación sobre componentes miniatura.

El primer resultado de su trabajo ya está a la vista: se trata del diseño y manufactura de dos prototipos de una microfábrica de diminutas herramientas y componentes, cuyo objetivo es producir nuevas tecnologías de pequeña talla, hechas en México y a bajo costo, pues se trata de una fábrica autónoma, que con su menor tamaño reduce drásticamente los consumos de energía y otros insumos.

Una fábrica de ¡seis pulgadas de altura!

Al ver este pequeño aparato, es difícil imaginar que es una fábrica completa con gran capacidad de producción. Mide apenas seis pulgadas de alto, cinco y medio de ancho y cuatro pulgadas de fondo, pero es capaz de manufacturar, por ejemplo, diez mil microanillos de plástico o acero inoxidable para poner en marcha un novedoso filtro de alta eficiencia.

Experto en robótica, el doctor Kussul señala que para tener al alcance de nuestras manos máquinas autónomas y gradualmente más pequeñas, primero se necesita la infraestructura para construirlas. Por eso su investigación inicial se centró en crear una microfábrica que pueda manufacturar las herramientas y dispositivos que conforman un robot.

Los dos modelos de esta primera generación de la microfábrica fueron construidos totalmente en el Centro de Instrumentos de la UNAM, "lo que significó que utilizamos maquinaria de tamaño convencional para hacer piezas excepcionalmente pequeñas", nos dice el ingeniero Leopoldo Ruiz, mientras nos muestra un estuche del tamaño de una caja de cerillos, conteniendo más de diez engranes y otros componentes metálicos, cada uno más pequeño que la cabeza de un cerillo.

El manufacturar este tipo de pequeñas herramientas en una fábrica especializada permitirá obtener gran cantidad de componentes de alta precisión y con volumen, características primordiales para pasar, en el futuro, del laboratorio a la producción en serie.

"La meta --señala el **doctor Ernst M. Kussul--** es crear este año una segunda generación de microfábricas de la mitad de tamaño (o sea de tres pulgadas de alto y dos y media de ancho) para tener en este mismo laboratorio varias fábricas que funcionen simultáneamente, multiplicando la producción de piezas pequeñas, livianas y de alta precisión, en un proceso que reduce drásticamente los costos de operación de una fábrica convencional".

Los expertos del Centro de Instrumentos han diseñado y puesto en marcha un *software* propio para manejar las dos microfábricas prototipo desde una computadora personal, la cual automatiza al 100 por ciento el trabajo de la fábrica y permite hoy a los ingenieros y en un futuro a los usuarios, un manejo a larga distancia. Se espera que con el nuevo esquema de control una sola computadora ordene a 50 micromáquinas.

Microfiltros, ropa térmica y pantallas para ciegos

Algunas tecnologías miniatura que se crearán en la microfábrica del Centro de Instrumentos ya son diseñadas en el laboratorio del doctor Kussul. Por ejemplo, un microfiltro para agua, aire o combustible de diez por dos centímetros, que sustituye a los tradicionales filtros de papel o tela por un mecanismo de alrededor de diez mil anillos cuyo diámetro se mide en micrómetros, unidad que representa la milésima parte de un milímetro. Estos anillos en vez de absorber, dejan pasar entre ellos el agua o sustancia a filtrar, reteniendo en minúsculos depósitos los sedimentos. Un pequeñísimo filtro de este tipo podría incluirse, por ejemplo, en el escape de un automóvil para retener contaminantes sólidos provenientes del combustible.

Otra tecnología que podrá desarrollarse con la microfábrica es un aire acondicionado capaz de portarse en una chamarra o traje especial (por ejemplo para bomberos o alpinistas), creando un clima térmico o refrigerante según las necesidades. Una versión más grande de esta tecnología serviría como equipo portátil de aire acondicionado, de sólo tres a cinco kilogramos de peso.

FOLIO 7 BIOTECNOLOGÍA

En torno a la biotecnología

Blanca Robleda

La biotecnología frecuentemente se asocia con el mundo moderno. Parecería ser una fórmula secreta que los científicos tienen para hacer jitomates gigantes, producir plátanos con sabor a limón o bien reconstruir dinosaurios utilizando muestras de sangre almacenadas por miles de años en una pieza de ámbar. En realidad, esta tecnología es más antigua y común de lo que nos imaginamos.

La biotecnología es la utilización de materiales biológicos para la producción de bienes y servicios, y a la cual acuden muchas disciplinas, de acuerdo con el doctor Enrique Galindo, presidente de la Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería. Así, sin saberlo, desde tiempos remotos el ser humano echaba mano de la biotecnología cuando cazaba un

mamut, lo desollaba y usaba la piel del animal, su grasa y otros elementos. El hombre moderno, también sin saberlo, consume y usa productos biotecnológicos como medicinas, edulcorantes dietéticos, consomé de pollo, ablandadores de carne, saborizantes, refrescos, o detergentes con poder "biológico". La gran diferencia es que ahora los científicos pueden modificar organismos o utilizar partes de ellos, como los genes.

Los especialistas consideran que hay tres generaciones en biotecnología. La primera está formada por los productos obtenidos por un uso empírico de la fermentación, antes de los descubrimientos del biólogo francés Luis Pasteur: bebidas alcohólicas como vino y cerveza, y derivados lácteos como quesos y yogur.

La segunda generación comenzó con la obtención de antibióticos, aminoácidos, enzimas y ácidos orgánicos. La tercera generación está formada por aquellos microorganismos que son modificados genéticamente, es decir, los que se han desarrollado con base en la ingeniería genética, también llamada ADN recombinante.

La ingeniería genética ha permitido que la biotecnología moderna evolucione y tenga alcances mucho mayores, comenta el **doctor Edmundo Calva, jefe del departamento de Microbiología Molecular del Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional Autónoma de México (Instituto de Biología --IB--)**.

En el ámbito internacional, la biotecnología es ya una industria pujante que ha generado riqueza y empleos, señala el doctor Galindo, quien también es jefe del departamento de Bioingeniería del IB. Además, esta tecnología ha resuelto y resolverá problemas fundamentales en tres áreas: agricultura, medio ambiente y salud.

En el área agrícola, la biotecnología se ha usado para propagar y mejorar plantas tanto de ornato como frutales. Asimismo, ha dado paso a la producción de alimentos balanceados para ganado y bienes de consumo humano. En años recientes, algo que ha causado preocupación es el surgimiento de las llamadas plantas transgénicas, es decir, en las que se han hecho modificaciones genéticas. Uno de los casos más publicitados ha sido el del maíz Bt, una variedad que genera su propio insecticida gracias a un gen que se le ha añadido. Hay quienes señalan el riesgo de que la información genética de este maíz pueda transferirse a otros productos agrícolas o que las malezas se vuelvan resistentes. Otros más argumentan posibles daños a la salud de la población.

Para el doctor Galindo, es muy aventurado decir que este tipo de cultivos represente un riesgo. A su parecer, la controversia es similar a la que surgiera cuando los antibióticos comenzaron a comercializarse. La gente se preocupaba de la aparición de microorganismos resistentes a ellos; no obstante, los científicos han desarrollado mecanismos para evitar que los agentes dañinos sean resistentes a los nuevos antibióticos.

Por lo pronto, los beneficios de la biotecnología en este rubro han sido esencialmente para el agricultor quien, en el caso del maíz Bt, invierte menos en insecticidas y logra un mayor rendimiento.

En pro de la salud

En el área de salud es donde la biotecnología quizá ha tenido más éxito. Un ejemplo claro es la insulina humana, que por muchos años los científicos obtuvieron del páncreas del cerdo. Sin embargo, dado el crecimiento de la población de diabéticos se buscaron otras opciones, y ahora los pacientes diabéticos pueden consumir insulina recombinante. La biotecnología también ha aportado diferentes métodos para el diagnóstico de enfermedades como el Sida, pruebas de embarazo, vacunas y diversos medicamentos.

En el área ambiental, la biotecnología ha permitido el tratamiento de aguas y gases residuales. Asimismo, ha dado paso a la producción de plaguicidas y fertilizantes no contaminantes. Es en este renglón donde esas técnicas se encuentran más avanzadas en México. Esto, dice el doctor Galindo, se debe a que una rigurosa legislación obligó a las empresas a mantener sus niveles de contaminación dentro de ciertos límites.

Esfuerzos insuficientes

En México, cerca de 500 personas de diferentes niveles se dedican de tiempo completo al desarrollo de biotecnologías, y unas diez instituciones hacen investigación de frontera en esta especialidad. También se estima que en el país hay cerca de cien productos biotecnológicos de las diferentes generaciones. Sin embargo, la mayoría de las compañías prefieren no relacionarse con estas innovaciones debido a la negativa publicidad han tenido.

Así, mientras se genera biotecnología de primer nivel, está por resolverse la manera en que la información generada en las universidades se traslade a las empresas. Hay esfuerzos de vinculación academia-industria, pero son insuficientes, señala el doctor Galindo. Entre las limitaciones que existen, se encuentra la falta de financiamiento a la investigación que las empresas realizan y la obtención de incentivos fiscales para competir.

Sin embargo, las herramientas que emplea la biotecnología son cada vez más poderosas, y se prevé que representarán la revolución tecnológica de mayor envergadura en el siglo XXI. Por ello, dice el doctor Galindo, no podemos aislarnos de este proceso y debemos considerar que sus riesgos no son mayores ni menores respecto a los de otras innovaciones. "Las tecnologías no son intrínsecamente malas o buenas, sino su uso", concluye.

Un interesante desarrollo tecnológico miniatura es una pantalla para ciegos, que permitirá a usuarios con deficiencia visual acceder por computadora a

servicios básicamente visuales, como Internet o animaciones informáticas. Gracias a unas microflechas que se pondrán en el sistema electrónico de la computadora, se podrá "leer" cada pixel (o punto electrónico que genera una imagen tal como lo vemos en una pantalla de televisión) y "traducirlo" a una señal táctil, que las personas con deficiencia visual pueden interpretar de la misma forma que leen en sistema Braille.

Aunque estos desarrollos aún son diseños, se harán realidad gracias a las microfábricas de la UNAM, capaces de producir todos los componentes que estas novedosas tecnologías requieren.

FOLIO 8

Ciencia y Tecnología

Los robots de una universidad mexicana

Patricia López Suárez

Un robot del tamaño de un juguete que vigila complicados sistemas de tuberías y detecta fallas en diversos sistemas industriales. Y una máquina autónoma con brazo propio, de gran potencial para sustituir el trabajo humano en ambientes peligrosos. Son los robots móviles de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), dos proyectos tecnológicos con los que la más grande casa de estudios del país participa en la robótica.

Diseñados por el **Centro de Instrumentos**, uno de ellos con apoyo del **Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y Sistemas**, estos dos proyectos están en diferentes fases: uno cuenta con un prototipo, y el otro está en espera de financiamiento para construirlo.

Un robot móvil para aplicaciones industriales

Creado inicialmente en el Centro de Instrumentos de la UNAM para medir los niveles de irradiación y prever fugas en la planta nucleoelectrónica de Laguna Verde, Veracruz (México), el robot móvil tiene un gran potencial en sus aplicaciones industriales, y es un prototipo listo para ensayarse especialmente en ambientes peligrosos de la industria, que puede adaptarse a las variadas y crecientes necesidades de automatización en las empresas. Sus creadores, comandados por el **doctor Ernst M. Kussel**, han detectado que muchas industrias requieren de sistemas móviles robóticos con un gran nivel de autonomía. El robot debe ser capaz, por ejemplo, de adquirir información del medio ambiente y de determinar la trayectoria a seguir para alcanzar el punto de su destino.

Este aparato de la UNAM tiene la capacidad de movimiento que se produce paso a paso con motores de potencia, los cuales, mediante un procesador, controlan la navegación desde su

punto inicial hasta su objetivo, con todos los medios necesarios de control y conexión inalámbrica.

También se le puede controlar de forma remota a través de un puesto de control inalámbrico, en el cual se reciben datos informativos del medio ambiente que rodea a una sonda que lleva el robot. Una ventaja es que su trayectoria de desplazamiento puede ser grabada en computadora como parte de una base de datos de caminos, a la cual se puede acceder si se requiere un uso similar del aparato.

Este robot tiene un diseño electrónico de control de su movimiento, que le permite ser autónomo en los sitios de riesgo. Para desplazarse, utiliza sensores que le permiten detectar y evadir obstáculos en el camino. Basado en la matemática aplicada, utiliza algoritmos (lenguajes numéricos que dirigen sistemas informáticos) para controlar sus movimientos de navegación, de detección y de evasión de obstáculos.

El diseño está basado en un procesador con comunicación inalámbrica para lo que los expertos llaman el telecontrol. El robot está creado para que, si se requiere, pueda guiarse a cierto lugar, ordenar al manipulador, tomar un sensor y realizar una muestra de una cierta región específica. Además, cuenta con una tarjeta de video y pequeñas cámaras que permiten registrar su trayectoria.

Su gran virtud es sustituir a personal humano en zonas de riesgo, vigilando los diversos sistemas de control de forma automática e incluyendo una cámara de video para seguir su rastreo a larga distancia.

Gracias a que se trata de una tecnología mexicana, el robot móvil para aplicaciones

industriales es una alternativa para las empresas que quieren acceder a estándares de modernización y automatización en sus procesos industriales reduciendo sus costos de producción.

Un inspector que se pega a la tubería

La llamada "sonda robot de inspección" es una línea de investigación ansiosa por convertirse en prototipo. Según su diseño de ingeniería, es parecida a un carro militar de juguete, de esos que usan unas bandas ranuradas para avanzar y que se conocen como vehículos "oruga".

Este será un pequeño robot, capaz de introducirse en una tubería industrial cuyo diámetro puede variar de seis a 30 pulgadas de diámetro. Totalmente automatizado, este singular mecanismo podrá ascender hasta 30 metros y seguir funcionando en tramos de tubería seca o húmeda.

Como las tuberías industriales tienen muchos caminos en "y", los expertos del Centro de Instrumentos decidieron hacer un robot que pueda "pegarse" a la tubería por medio de un sistema de vacío mediante el cual este "inspector" tenga acceso a cada tramo de la tubería, y que pueda regresar al detectar una falla o fuga.

FOLIO 9 Ciensalud

Moléculas que transportan señales

José Luis Carrillo Aguado

Los investigadores mexicanos Beatriz Xoconoztle Cázares y Roberto Ruiz Medrano divulgaron en la reconocida internacionalmente revista *Science* un artículo que mereció la portada de esa publicación, en el número correspondiente al 1 de enero de 1999. La investigación desarrollada por Cázares y Medrano, auxiliados por otros seis científicos adscritos a la Universidad de California (EU), versa sobre la forma cómo moléculas de ácido ribonucleico (ARN) pueden transportar señales a larga distancia en plantas.

El hallazgo es el primer atisbo al mecanismo de un sistema de transporte que puede controlar la expresión genética a larga distancia. La idea de esta "supercarretera" podría ayudar a resolver algunos puntos oscuros de cómo la información viaja entre partes de plantas tales como hojas y flores, según acotan los investigadores.

La investigación de los biólogos mexicanos tiene relación con el trabajo del doctor Gunter Blobel, acreedor al Premio Nobel en Fisiología o Medicina 1999, quien formuló la "hipótesis señal" esgrimida por primera vez en 1971, según la cual una señal intrínseca emitida por ciertas proteínas permite su transporte a través de la membrana del retículo endoplásmico, un tejido celular interno del ser humano. Se ha demostrado que este proceso es universal y opera por igual en levaduras, plantas que en células animales, de ahí su proximidad con el trabajo de los mexicanos publicado en *Science*.

Desarrollo de la investigación

El descubrimiento del grupo de la Universidad de California en Davis posibilita una aproximación a una situación muy compleja de regulación por macromoléculas a través de grandes distancias. Los investigadores hicieron sus descubrimientos

después de extrapolar el comportamiento de ciertos virus de plantas que deben movilizar

moléculas mayores de ácidos nucleicos para infectar la corteza, sitio al que penetran en una corriente de alta presión que los lleva hacia tejidos distantes. Para entrar a esta corriente, una molécula debe pasar a través de canales estrechos que alimentan a determinadas células llamadas elementos criba, que forman el tubo de la corteza. Los canales son por lo general demasiado pequeños para dejar pasar ácidos nucleicos grandes, pero los virus se las arreglan para ensancharlos mediante las llamadas proteínas de movimiento viral.

El grupo de investigadores con participación mexicana intuyó que las proteínas de movimiento viral estaban imitando proteínas de plantas que hacen lo mismo. Para encontrar esta parte de la planta, los investigadores aplicaron un anticuerpo que es específico de la proteína de movimiento viral llamada CmPP16 encontrada en la savia de la corteza de una planta de calabaza. Después detectaron esta proteína y el ácido ribonucleico (ARN) que la codifica en los elementos de criba, que por sí solos no tienen núcleo y por lo tanto no producen ARN o maquinaria para hacer proteínas. Eso sugiere que tanto la proteína como el ARN habían venido de las células adyacentes de la corteza de la calabaza. Para probar la idea, inyectaron CmPP16 y una variedad de moléculas de ARN dentro de células de plantas y encontraron las moléculas en células vecinas.

Finalmente, mediante el injerto de un pedazo de planta cucurbitácea (maleza) en una de calabaza, los investigadores mostraron que la CmPP16 y su ARN molecular pueden trasladarse grandes distancias. ¿Cómo? En la savia de la corteza del

injerto de la curcubitácea encontraron la CmPP16 de la calabaza y su ARN molecular, lo que indica que esta molécula gigante se trasladó al injerto.

Ambos hallazgos, el de la proteína y ARN en células vecinas y el del traslado al injerto, sugiere que la CmPP16 actúa como una proteína de movimiento viral, trasladando el ARN hacia que ha sido hallado, sentencian los investigadores.

Sin embargo, a decir de algunos científicos el trabajo no muestra que la CmPP16 y su ARN molecular atraviesan los canales que penetran a la corteza, y por lo tanto no significa necesariamente que la proteína y su ARN mensajero encontrados en los elementos de criba son remanentes de elementos de criba inmaduros, células que sí contienen núcleo.

Quizá sea necesario utilizar marcadores nucleares para rastrear la ruta de la proteína y su ARN mensajero. Sin embargo, el desarrollo de estos fármacos nucleares supondría un dominio de la tecnología tan vasto como el que se ha logrado en medicina. En lo que si no tiene cabida la duda, es que un sistema de ARN mensajero podría resolver misterios de difícil resolución hasta ahora sobre cómo diferentes partes de plantas se intercomunican. Por ejemplo, los científicos han sabido desde hace tiempo que algunas sustancias

viajan de las hojas a los brotes, transportando la señal para convertirse en flor como respuesta a estímulos tales como la duración del día, pero nadie sabe la identidad de este mensajero.

Los nuevos resultados inspiran especulaciones, en torno a que se trata del ARN, dice el doctor estadounidense Winslow Briggs, fisiologista de plantas. Para aquellos que estudian el tráfico en la supercarretera de la información de plantas, la nueva molécula transportadora de ARN puede augurar un buen "aventón".

México también aporta

En una investigación paralela realizada en el Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM, el doctor Alfonso González Noriega y colaboradores han encontrado las primeras evidencias sobre la existencia de sistemas alternos de transporte intracelular para enzimas lisosomales, que se separan compuestos entre sus diferentes constituyentes. El hallazgo refuerza la sospecha sobre la existencia de rutas alteARNs para la transportación de este tipo de enzimas. De todo lo anterior se desprende que los mexicanos somos buenos transportólogos (que no transportistas).

FOLIO 10

PARA EMPRESARIOS

Ganancias con instrumental médico

CONACYT

Un diagnóstico confiable y oportuno puede no sólo corregir malformaciones en los pies, sino también prevenirlas. Por ello, investigadores **del Laboratorio de Física Aplicada y Técnica Avanzada, del Campus UNAM-Juriquilla**, en Querétaro (México), han desarrollado un plantógrafo digital de precisión que sustituye con éxito los costosos aparatos de importación: se trata de un sistema computarizado muy confiable, económico, versátil y moderno que pesa sólo cinco kilogramos.

Piense en sus posibles clientes: un médico puede diagnosticar el inicio de malformaciones con exactitud o atender aquellas que ya son muy notorias, y así proponer el uso del material ortopédico adecuado. En deportes de alto

rendimiento se utiliza para detectar alteraciones ocasionadas durante la práctica, y estimar cómo salta o pisa un atleta y corregir sus movimientos. También la industria del calzado disfrutaría de sus beneficios, no sólo en la fabricación de zapatos y plantillas, sino también en el mejoramiento de sus productos.

Industrialice un sistema único en el mercado nacional, hable con el **doctor Víctor M. Castaño Meneses**, jefe del Laboratorio de Física Aplicada y Técnica Avanzada, del Campus UNAM-Juriquilla. Teléfonos: (5) 623-41-50 y 623-41-51, o a la dirección electrónica meneses@servidor.unam.mx.

Las matemáticas de la música

Patricia López Suárez

Una idea musical se convirtió en una nueva tecnología de matemáticas, ingeniería y computación. Es una herramienta que une arte y ciencia, con la cual se pueden conocer nuevos sonidos entre las siete notas musicales que, con sus sostenidos, se convierten en los doce tonos que conocemos. Se llama Sistema de Análisis y Composición Musical (Saycomus) y es un logro de dos dependencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Todo empezó cuando el músico Julio Estrada, académico del Instituto de Investigaciones Estéticas, recurrió al **Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y Sistemas (IIMAS)** para buscar la forma de analizar un espectro musical, una secuencia de notas que se producen a intervalo intermedio. Él quería saber qué pasaba entre cada nota, y los ingenieros Mario Peña Cabrera y Román Osorio Comparán, investigadores del IIMAS, crearon el aparato que le daría la respuesta: una tecnología para componer "música informática".

La computadora, un instrumento musical

La música electrónica y computarizada tiene un gran auge en nuestros días. En general, se divide en dos categorías: la producción de métodos de sonido, lo que conocemos como sintetizadores comerciales, y los métodos de composición, en los que centraron su investigación los ingenieros del IIMAS.

El sistema de análisis y composición musical fue diseñado "con el propósito de tener una herramienta en una versión de computadora personal compatible, que permitiera analizar obras musicales de forma automatizada, así como contar con una base de datos para la clasificación de acordes al alcance de usuarios músicos e investigadores en el área", explica el **ingeniero Román Osorio, del Departamento de Ingeniería en Sistemas Computacionales y Automatización del IIMAS.**

Para trasladar notas musicales a un sistema computarizado, lo ideal fue recurrir a un sistema numérico. "Se trata de un análisis matemático de las secuencias de notas y de su ordenación numérica en forma de nodos, es decir, de anexar

una serie de notación musical para producir una armonía, y saber cómo se comporta esa unión", comenta el ingeniero Osorio. Añade que la "teoría del potencial interválico", original del músico Luis Estrada (y cuya inquietud principal era saber cuáles son esos sonidos intermedios entre cada nota), fue trasladada por los ingenieros a un lenguaje de algoritmos matemáticos, gracias al cual los sonidos intermedios entre cada nota se localizan en una gráfica de computadora y luego pueden escucharse.

Así, **Mario Peña y Román Osorio** crearon el sistema Saycomus, diseñado en torno a tres funciones: aplicar la teoría del "espectro interválico" creada por Julio Estrada; construir un instrumento en el que se pudieran introducir datos al sistema en forma de trayectorias tridimensionales en un espacio definido de trabajo, e interactuar con programas secuenciadores para poder componer música y obtener todas las ventajas que representa la tecnología musical actual desarrollada con base en la interfase MIDI, un aparato que hace la función de un "traductor" entre la electrónica del cómputo y la acústica musical, logrando producir los sonidos intermedios que antes eran sólo números en una gráfica.

Saycomus incluyó el desarrollo de tecnología en forma de *hardware* y *software*, integrados en un solo sistema que se opera basándose en listados o menús.

Entre el sonido y la electrónica

Para desarrollar la secuencia de notas que se producen a intervalo intermedio, los ingenieros comenzaron analizando lo que llamaron "módulo doce", es decir, la escala desde un Do a un Do en una octava, incluyendo sus cinco sostenidos. Esto es fácil de apreciar en un piano: una octava incluye las notas Do, Re, Mi, Fa, Sol, La, Si y de nuevo un Do, es decir, ocho sonidos (que son las teclas blancas); asimismo, en el "módulo 12" se incluyen los sonidos se incluyen los sonidos intermedios, conocidos como "sostenidos o bemoles" (teclas negras y cortas).

Al introducir en forma numérica los datos del módulo doce en la computadora, la representación gráfica que aparece es una especie de árbol de Navidad acostado, cuya estructura respeta una

disposición geométrica. En el espectro interválico que aparece en el árbol, cada nodo es una "asociación interválica", es decir, una reducción al mínimo que representa la manera de sonar de cada una de las posibles combinaciones, desde uno hasta doce.

"Solamente del diseño matemático del módulo doce se obtuvieron 77 nodos, cada uno de los cuales corresponde a una composición de sonidos diferentes", explica Román Osorio, quien en la gráfica muestra además cuáles nodos son compatibles con otros, "es decir, cuáles sonidos intermedios son armónicos entre sí y pueden ser utilizados por los músicos para crear nuevas composiciones".

Además de composición con novedosos sonidos, esta gráfica de nodos puede servir para analizar obras ya conocidas, por ejemplo de los grandes clásicos de la música, e identificar en qué rangos acústicos trabajaban.

El espectro interválico presenta en la computadora la clasificación de acordes, de una manera gráfica y ordenada, y dentro de este sistema es posible navegar por un conjunto de combinaciones de acordes, para diferentes módulos (divisiones iguales dentro de una octava) y pudiendo en cada uno de ellos hacer una visita de información particular, que permite al músico usuario conocer cuál es la notación de ese acorde en el pentagrama, cuál es su asociación interválica y en qué nivel del espectro acústico se encuentra.

Además de esta "radiografía musical", cada uno de los acordes puede ser sonorizado por medio de una liga al programa "Adagio", que se auxilia, para lograrlo, de la interfase MIDI (siglas de Musical Instrument Digital Interfase).

La interfase MIDI es un aparato fundamental en este proceso, pues por su conducto la representación numérica del espectro musical puede trasladarse a sonido. Creado en 1982 y adaptado en el sistema Saycomus, es una especie de traductor entre la computadora y el sintetizador, entre la electrónica y la acústica, entre el lenguaje abstracto de las matemáticas y el lenguaje concreto de las notas musicales. La interfase MIDI utiliza formatos particulares para sus comunicaciones, manejando primordialmente los parámetros básicos de la música: frecuencia, amplitud, timbre y ritmo.

"La parte sustancial del trabajo se refiere al análisis que se realiza de los datos obtenidos, los cuales para su comprensión se organizan y presentan en forma gráfica en la pantalla de la computadora para su análisis rápido y continuo de la información que sea necesario procesar", comenta el ingeniero Román Osorio, quien profundiza:

"La interfase se encarga de realizar la producción del sonido analizado en el método de composición musical. Esto lleva al músico a interpretar y examinar los datos obtenidos y así determinar el tipo de investigación que le convenga. Nuestra idea es que esta tecnología sea una herramienta para el músico aplicable en el campo de la composición musical, en la educación y en la investigación de nuevos sistemas armónicos en el análisis de los microtonos". Como la matemática permite ir siempre a lo más pequeño, en el Saycomus es posible estudiar medios tonos, cuartos, sextos y hasta octavos de tono.

Como el vuelo de una mosca

Para poder explorar estructuras musicales y realizar composiciones en diferentes módulos interválicos (diferentes al módulo doce) que incluyan microtonos, los ingenieros del IIMAS-UNAM crearon un instrumento de entrada de datos que representa los parámetros musicales de frecuencia, amplitud y timbre para diferentes resoluciones y para el caso extremo del "módulo 36".

Este instrumento digitalizador de posiciones tridimensionales es un cubo, en cuyo espacio se mueve una especie de bolígrafo, con una esfera en la punta. Se llama "Eua Ollin", nombre náhuatl que significa "vuelo de mosca", pues el ejercicio del usuario dentro del cubo consiste en realizar su propio "vuelo" dentro del espacio que determina el cubo. Como si fuera la batuta de un director de orquesta, la herramienta con punta de esfera puede ser movida al gusto del usuario dentro del cubo.

La dimensión de la esfera dentro del cubo representa la digitalización de un punto en el espacio, cuyas coordenadas tridimensionales son los parámetros musicales de amplitud, frecuencia y timbre.

La digitalización para lograr de este "vuelo de mosca" un sonido, se logra por medio de una cámara de televisión que puede formar archivos de las coordenadas de los movimientos tridimensionales, utilizando algoritmos matemáticos que transforman esa información a formatos MIDI compatibles, para que el músico pueda escuchar su ejercicio de "vuelo".

El Saycomus representa una herramienta muy útil para analizar y componer obras musicales por medio de computadora, pues mediante datos matemáticos puede crear, a voluntad del artista, nuevas estructuras musicales desde el punto de vista sonoro, rítmico, melódico y armónico.

Conchas marinas, rompecabezas histórico

Patricia López Suárez

Son pequeños envases de moluscos que existieron hace millones de años. Han recorrido mar y tierra guardando secretos muy difíciles de revelar, pero fundamentales para conocer cómo ocurrieron diversos eventos geológicos del pasado, cómo se modificaron con el paso del tiempo y en qué se parecen a lo que sucede hoy en las costas del país. Son conchas marinas, frecuentes testigos que aparecen en cuevas y sitios arqueológicos, más discretas que los restos humanos y las vasijas talladas, pero tan reveladoras que la física nuclear desentraña en ellas interesantes datos que permiten localizar su procedencia y compararlas con conchas marinas recientes de los mismos sitios geográficos.

Interesada en la arqueología y especialista en técnicas de física nuclear, la doctora Corina Solís Rosales, del Instituto de Física de la Universidad Nacional Autónoma de México (IF-UNAM), trabaja en la fusión de dos áreas aparentemente separadas: la arqueología, que deduce eventos del pasado a veces con pocos elementos y la física nuclear, con estudios capaces de desentrañar la materia hasta las partículas subatómicas. La idea central de esta científica es utilizar modernas técnicas de la física nuclear para aportar análisis rigurosos a otras ramas del conocimiento, en su caso, a la arqueología.

Arqueometría, entre la arqueología y la física nuclear

La arqueometría es una ciencia moderna que intenta romper fronteras entre las ciencias sociales y las exactas. Por ello se dedica a utilizar algún método científico para estudiar material arqueológico e histórico y obtener información útil para el especialista del área.

"El estudio de las conchas marinas puede proporcionar a los científicos información muy valiosa acerca de procesos geológicos ocurridos hace millones de años", señala la doctora Corina Solís, investigadora del Departamento de Física Experimental del IF-UNAM, quien durante cinco años de investigación demostró que las "huellas isotópicas" de las conchas marinas encontradas en la antigua cueva conocida como La Pintada, en Baja California Sur, permiten ubicar la procedencia de esos materiales.

La cueva La Pintada está ubicada en la sierra y el desierto central de Baja California. Tiene en sus paredes de piedra pinturas rupestres y ahí se encontraron vestigios de civilizaciones antiguas, entre ellos, conchas marinas de la época. Para conocer si los materiales localizados eran del sitio y saber en qué se parecía a las conchas actuales de la región, la doctora Corina Solís sometió los materiales a una técnica de isótopos estables.

Las huellas de los isótopos

El comportamiento químico de un átomo está determinado por sus electrones, porque son éstos los que intervienen en la formación de enlaces químicos con otros átomos. El número de electrones de un átomo es igual al número de protones de su núcleo, y esta cifra o número atómico determina el elemento químico (por ejemplo el núcleo de hidrógeno tiene un protón y el de helio tiene dos).

Sin embargo, los átomos de un mismo elemento pueden ser diferentes por el número de neutrones que hay en su núcleo, de modo que aunque se tengan dos átomos químicamente idénticos, estos pueden tener distinta estructura física. Estas formas diferentes de un mismo elemento se llaman isótopos, y permiten a los científicos profundizar en el conocimiento de la estructura atómica y encontrar diferencias entre átomos de un mismo elemento químico.

Con los isótopos como herramienta, la doctora Corina Solís estudió las conchas fósiles de la cueva La Pintada, materiales marinos compuestos por carbonato de calcio, presentes como calcita o aragonita, o por capas superpuestas de ambas. Con las conchas fósiles en su laboratorio, las sometió a un análisis isotópico y multielemental "para conocer su procedencia y su estado de preservación".

En su estudio, detectó la abundancia isotópica del calcio de las conchas, es decir, la cantidad de un material existente con respecto de otro de su misma especie, así como la existencia de elementos traza, o sea, la composición química de metales en las muestras, que forman parte de la estructura de los moluscos.

"La evolución química e isotópica del agua de los mares a lo largo de la historia de nuestro planeta

puede ser seguida a través del análisis del carbonato que compone a las conchas marinas fósiles", explica la especialista, quien añade que, para una interpretación correcta de los datos isotópicos es necesario determinar si las muestras han sufrido alteración en su composición química durante el periodo de sepultamiento.

Este diagnóstico se hace generalmente determinando las variaciones en los isótopos estables de carbono y oxígeno, así como las variaciones de las concentraciones de ciertos elementos traza, como hierro y magnesio.

La doctora Solís considera que la técnica de isótopos estables, es decir, de elementos que tienen diferente masa, como son el oxígeno y el carbono, está muy bien establecida en la

reconstrucción de paleoclimas de hace millones de años. Luego de cinco años de investigación, la física encontró que las conchas fósiles eran de una temperatura coincidente con la de la región bajacaliforniana, y demostró que las "huellas isotópicas" del material encontrado en la cueva permiten ubicar la procedencia de esos materiales. "Estos estudios sobre la alteración de la composición química de las conchas marinas por procesos ambientales puede servir como base para estudios en arqueología y restauración, además de que estas técnicas de física nuclear mediante isótopos aportan datos para estudios geológicos y ambientales, ya que es importante conocer las temperaturas de los mares en el pasado para reconstruir cómo ha ido evolucionando nuestro planeta y su clima en los últimos millones de años", concluyó.

FOLIO 13
Ciensialud

En pos de una vacuna para la amibiasis

Karina Galarza Vázquez

La prevalencia de amibiasis en México es considerada alta, y ahora una investigadora desarrolló una vacuna que en pruebas de laboratorio con animales ha alcanzado resultados positivos. A su vez, otro investigador diseñó una nueva técnica de diagnóstico en individuos con riesgo de sufrir aterosclerosis, padecimiento también significativo en el país. Ambos científicos obtuvieron el premio de investigación que cada año otorga la Cámara Nacional de la Industria Farmacéutica (Canifarma) en sus versión "Línea Humana".

El premio cubre las categorías de Ciencia Básica y Desarrollo Tecnológico. La acreedora a la primera fue la doctora Esther Orozco Orozco, del Centro de Investigación y Estudios Avanzados (Cinvestav), por su trabajo "Adhesinas y proteasas de *Entamoeba histolytica*: candidatos para una vacuna contra la amibiasis". En la segunda el ganador fue el **doctor Jaime Mas Oliva en colaboración con la maestra Lucía Alonso García del Departamento de Bioquímica del Instituto de Fisiología Celular de la Universidad Nacional Autónoma de México**, por su trabajo "Sistema para diagnóstico de riesgo de aterogénesis".

La vacuna

La doctora Orozco Orozco y su equipo científico iniciaron el estudio del microorganismo causante de la amibiasis, *Entamoeba histolytica* desde hace 15 años, y detectaron en él ciertas moléculas candidatas para desarrollar una vacuna, hasta el momento experimental.

Cuando las amibas ingresan al organismo se adhieren a las células que cubren al intestino grueso y las destruyen, lo cual produce diarrea (con sangre regularmente) y estreñimiento intermitentes, gases y dolor abdominal. Para ello la amiba se presenta de dos maneras, en forma de trofozoítos y de quistes. Los primeros se movilizan en el intestino para adherirse a un tejido del cual se alimentan; ya adheridos se reproducen y colonizan la mucosa del intestino grueso, algunos pueden enquistarse en el intestino y ser expulsados con las heces fecales. Los quistes son resistentes al ambiente y por tanto, los diseminadores de la infección al contaminar agua y alimentos.

La doctora Orozco Orozco y su equipo se abocaron a detectar y caracterizar las proteínas y genes de los trofozoítos involucrados en la adhesión y destrucción celular, con el fin de bloquearlos. Para detectar los genes y las

proteínas buscadas, la investigadora puso en contacto anticuerpos con la superficie de los trofozoítos. Estos contienen unas moléculas denominadas adhesinas y proteasas. Las primeras le permiten unirse a los tejidos y las segundas degradar células, invadir la pared intestinal e ingerir tejidos. Al sintetizarse dos de estas moléculas se unen entre sí y forman una proteína denominada 112 kDa, que es la responsable de la virulencia. Los investigadores lograron inhibir la acción de la proteína 112 kDa y en una primera fase experimental, la adhesina se inyectó en animales brindando protección hasta en un 70 por ciento.

Sistema de diagnóstico

Las enfermedades que dañan al corazón constituyen una de las principales causas de muerte en México y otros países del mundo. Entre ellas se encuentra la aterosclerosis, padecimiento que se caracteriza por el engrosamiento de las arterias, debido a la formación de placas de lípidos (colesterol) dentro de esos conductos, lo que reduce u obstruye el flujo sanguíneo.

Los síntomas iniciales de la enfermedad son flujo circulatorio deficiente, lo que puede derivar en un infarto. Los factores de riesgo que llevan a un individuo a desarrollar la formación de esas placas

(aterogénesis) son la elevada concentración de colesterol en plasma sanguíneo (sustancia que brinda nutrientes a los tejidos) aunado a un aumento en la cantidad de las llamadas lipoproteínas de baja densidad (proteínas grasas), consumo de cigarrillos, diabetes, obesidad y antecedentes familiares de aterosclerosis prematura.

La obstrucción arterial inicia muchos años antes de su detección y para poder localizarla, en primera instancia se evalúan los factores de riesgo en los individuos, quienes al no tener un diagnóstico temprano pierden años de prevención, y al presentarse los síntomas, los daños llegan a ser irreversibles.

Ante ello, el doctor Mas Oliva y la maestra Alonso García desarrollaron un parámetro útil para establecer el riesgo de aterogénesis de manera más confiable, a través del análisis de los niveles de una proteína transferidora de colesterol en el plasma. Dicha proteína interviene en la regulación, equilibrio y metabolización de lípidos y por tanto, es determinante en el desarrollo de la enfermedad aterósclerótica. Entonces, este sistema de diagnóstico permite evaluar cualitativa y cuantitativamente a dicha proteína en muestras de plasma sanguíneo y con ello detectar a los individuos con riesgo de sufrir el daño.

FOLIO 14

Ciencia y Tecnología

El mapa de los suelos degradados

Patricia López Suárez

Más que lo que pisamos todos los días en el campo y la ciudad, el suelo es la parte más superficial de la corteza terrestre, que implica un complejo sistema que nutre de vida a millones de seres vivos. A pesar de su importancia para el mantenimiento de tierras fértiles, sostenimiento de acuíferos subterráneos y de vegetación, más del 80 por ciento del suelo mexicano padece una degradación grave.

Para evaluar el estado de los suelos del país, un grupo de expertos del **Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)** elaboró el primer mapa sobre degradación de suelos, un documento único que explica qué tipo de suelos hay en el territorio, cómo se formaron y cómo se han degradado por el inadecuado uso humano que se ha hecho de ellos.

Como una gigantesca radiografía cuyo sujeto de estudio es este importante recurso natural del

país, al mapa se le denomina *Visión sinóptica de la problemática de los suelos*, y constituye un primer acercamiento, en una escala general de uno a cuatro millones, de este recurso básico. El mapa forma parte del *Atlas Nacional de México*, una exhaustiva compilación de datos científicos realizados por especialistas de diversas áreas de la UNAM. La idea de los especialistas en suelos es continuar con nuevas evaluaciones a escalas menores para profundizar la información técnica, científica y territorial sobre los suelos mexicanos, la cual se logró mediante registros de fotografía satelital remota que luego se cotejó con muestras obtenidas en campo en diversas regiones del país.

Un recurso agredido y degradado

"El suelo es prácticamente un recurso no renovable, si tomamos en cuenta que, dependiendo del tipo de suelo que se trate, tarda cientos, miles o millones de años en formarse,

siempre que haya las condiciones propicias para ello", explica el **maestro en ciencias Sergio Palacios Mayorga, investigador del Departamento de Edafología del Instituto de Geología de la UNAM**. Hay casos en que la formación de dos centímetros de suelo requiere de 300 años, lo que significa que veinte centímetros de suelo tardan hasta seis mil años para constituirse. De ahí la importancia de conservar este recurso, en el que la profundidad del suelo es un síntoma de salud.

El suelo es un sistema en el que entra y sale energía, nutrientes y agua, y es el medio que sostiene a millones de seres vivos. "Está íntimamente ligado con la vegetación, ambos se necesitan para sobrevivir. Sin vegetación el suelo se queda desnudo y la lluvia lo arrastra, acabando paulatinamente con él y eliminando la posibilidad de nueva vida vegetal y animal sobre la corteza terrestre", explica el edafólogo (es decir, el geólogo especializado en el estudio de suelos). Por supuesto, sin un suelo fértil la vida de plantas, animales, la formación de nuevos acuíferos y la posibilidad de tener cosechas resulta imposible.

Algunos resultados

El mapa de degradación de suelos describe once clases de suelos, asociados por zonas climáticas árida y semiárida, subhúmeda y húmeda. Por ejemplo, en el país existen suelos minerales poco evolucionados, otros con evolución incipiente, los ricos en calcio, magnesio y humus o los arcillosos. También hay suelos desarrollados en superficies planas y pobremente drenadas, suelos orgánicos, algunos salinos y/o sódicos, otros tropicales, los propios de zonas áridas y los arcillosos desarrollados.

Esta información que parece muy especializada es fundamental para quien explota los suelos, pues si no sabemos la "vocación natural" del suelo su inadecuada explotación es casi un hecho.

"La gran evaluación que hacemos en este mapa es el inadecuado uso que se ha hecho de este recurso vital. En México hay ejemplos muy graves: ciudades sobre suelos agrícolas en los que se podría cosechar, amplias regiones de selva húmeda tropical (muy frágiles pues se destruyen con la falta de árboles) convertidas en regiones agrícolas o ganaderas y suelos áridos, profundos y útiles amortiguadores que están desocupados y servirían para construir viviendas", explica el maestro Sergio Palacios.

El mapa identifica cuatro tipos de degradación de los suelos: la erosión, que ocurre cuando el suelo se pierde porque lo arrastra el agua o el viento; la erodabilidad, que describe a suelos que por su origen son susceptibles de erosionarse; la degradación física, que se logra al compactar o comprimir los suelos con tractores y pesada maquinaria agrícola; y la degradación química, que puede ser de varios tipos. Por ejemplo, la salinización, que se ocasiona cuando se riega con agua no tratada y con alto contenido de sales que luego se concentran en el suelo y lo hacen no apto para el cultivo; o la desbasificación, que ocurre cuando un suelo se riega en exceso y pierde su base de sales indispensables, pues el agua las arrastra desequilibrando sus condiciones físico-químicas.

Además de datos científicos, este mapa de degradación de suelos es una llamada de atención acerca de que el suelo podrá surgir dentro de millones de años si hay las condiciones necesarias.

FOLIO 15 BIOTECNOLOGIA

Tres tecnologías para aguas negras

Blanca Robleda

Hace muchos años, cuando la población era menor, las industrias pocas y, por lo tanto, los desechos que llegaban a los lagos y ríos eran escasos, la propia naturaleza se hacía cargo de los contaminantes. Las bacterias que se encuentran en las aguas se comían los residuos, depurando así el preciado líquido. En la actualidad, los altos índices demográficos y las numerosas fábricas hacen imposible a la

naturaleza la tarea de eliminar la inmensa cantidad de impurezas.

En un intento por contrarrestar la contaminación del medio ambiente y de ofrecer opciones al cada vez más serio problema de la escasez de agua, el **doctor Adalberto Noyola** y un grupo de científicos del **Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México**,

desarrollaron tres tecnologías para el tratamiento de aguas negras. Estos sistemas emplean bacterias o microorganismos para degradar contaminantes de tipo orgánico como grasas, azúcares y proteínas, entre otros. Así, en condiciones controladas, las bacterias crecen dentro de reactores biológicos o tanques de tratamiento, y se alimentan con las sustancias orgánicas contaminantes hasta degradarlas.

Para comercializar la aplicación de estas tecnologías y otras diseñadas por ellos, este grupo del Instituto de Ingeniería fundó la empresa IBTech, dirigida por el doctor Noyola y poseedora de las patentes de esos tres métodos. Uno de esos procedimientos es el anaerobio, el cual fue ideado para tratar aguas residuales industriales y municipales.

Como su nombre lo indica, las bacterias que se encargan de limpiar las aguas no requieren de oxígeno para subsistir. El procedimiento tiene lugar en un reactor biológico en cuyo fondo entra y se distribuye el agua residual. Durante su trayecto hacia la parte superior del dispositivo, la corriente atraviesa un lecho de lodo biológico, es decir, una capa de bacterias que se agrupan en pequeñas pelotitas por el movimiento que se da al interior de la propia cama. El lodo alcanza una alta densidad que evita que las bacterias sean arrastradas por el flujo ascendente del agua y, cuando la materia orgánica contaminante lo traspasa, se degrada porque los microorganismos se la comen. Como resultado del propio metabolismo de los microorganismos, se produce un biogás que contiene gas metano y dióxido de carbono, el cual es captado por unas campanas colocadas en la parte superior del sistema, en la llamada zona de sedimentación.

La recolección del biogás evita que haya turbulencia en la parte superior del tanque de tratamiento y, de esta manera, los microorganismos que llegan a ser empujados a esa área regresan al fondo. Finalmente, la corriente depurada sale por la parte superior del reactor. Con este proceso se remueven las sustancias orgánicas entre 60 y 80 por ciento, dependiendo del tipo de agua residual tratada, la cual puede reutilizarse en riego. Además, el gas recolectado puede emplearse como una fuente de energía o simplemente ser quemado. A través de IBTech, el método anaerobio ha sido adquirido por empresas como Bimbo, Tereftalatos Mexicanos y cervecías en Chile y en Argentina. Adicionalmente, estas tecnologías de la UNAM ya habían sido aplicadas en tres industrias del Grupo Cervecería Cuauhtémoc, Moctezuma y en Barcel.

Una segunda tecnología es la llamada anaerobia-anóxica-aerobia para la eliminación de materia orgánica y nitrógeno de aguas residuales de tipo

municipal o doméstico, que emplea tres reactores para cumplir con su tarea. La eliminación del nitrógeno del agua es necesaria para controlar el crecimiento desmedido de algas y lirio acuático en ríos, lagos y presas. En este sistema, el primer tanque, por el cual se introduce el agua libre de sólidos gruesos, arenas y material flotante, es el anaerobio con lecho de lodos. En este reactor, el flujo lleva una mezcla de sustancias orgánicas contaminantes y nitrógeno tanto orgánico como amoniacal.

Las bacterias que forman el lodo se encargan de degradar entre 60 y 70 por ciento de las sustancias contaminantes y, como resultado de su metabolización, el nitrógeno orgánico se transforma en amoniacal, incrementando sus niveles ligeramente. La corriente sigue su curso al segundo reactor, que es uno desnitrificador con lecho de lodo. En esta etapa, el flujo entrante lleva nitrógeno amoniacal, nitratos aportados por una corriente de recirculación y sustancias orgánicas contaminantes, muchas de las cuales serán digeridas por los microorganismos del lodo, en conjunto con los nitratos.

Este segundo reactor cumple con la labor de eliminar el nitrógeno del agua. Para lograrlo, el nitrógeno amoniacal que recibió debe transformarse en nitrógeno oxidado o nitratos, la forma adecuada para convertirlo en nitrógeno molecular (gaseoso), inofensivo al ambiente y abundante constituyente de la atmósfera.

Sin embargo, como este segundo dispositivo no cuenta con la circulación de aire necesaria para transformar el nitrógeno amoniacal en nitratos, la corriente pasa al tercer tanque, es decir, al reactor nitrificador. En esta última fase, el nitrógeno amoniacal se convierte en nitratos gracias a la aereación que mantiene un compresor. Una vez que esto se ha logrado, la corriente con nitratos regresa al desnitrificador, el segundo reactor, en donde aquéllos se transforman en nitrógeno molecular y se libera al ambiente, eliminándose así del agua.

El agua de salida recircula de dos a tres veces entre los tanques nitrificador y desnitrificador. El procedimiento hace posible que el líquido tratado sea nuevamente usado en el sector industrial para sistemas de enfriamiento, descarga de sanitarios y riego de jardines. Pese a sus aportes, esta tecnología no ha tenido una gran demanda, pues aunque la Norma Oficial Mexicana 001-ECOL-1996 ya contempla la necesidad de eliminar el nitrógeno de aguas residuales, lo exige solo en algunos casos. Conforme la Norma se haga más estricta, el sistema tendrá mayor demanda, comenta el doctor Noyola.

La tercera tecnología es una microplanta paquete de tratamiento para pequeños flujos de agua residual. Su funcionamiento es muy similar al del proceso anaerobio-anóxico-aerobio antes descrito, pero en un arreglo compacto y con ciertas características que le permiten tolerar las variaciones en la corriente que se dan en casas-habitación hasta de 10 personas.

En esta planta, las bacterias están adheridas a un filtro anaerobio, es decir, a un material plástico en forma de trozos de tubo que evita que sean arrastradas por el agua. Así, la corriente recorre el filtro anaerobio en donde la materia contaminante

es degradada. Después pasa de dos a tres veces por las zonas anaerobias desnitrificantes y la aerobia nitrificante para poder obtener la forma gaseosa molecular del nitrógeno y, finalmente, lograr su separación del agua. Un pequeño compresor silencioso de 60 watts permite que el nitrógeno amoniacal se transforme en nitratos y que el agua se recircule para que más tarde salga depurada y pueda ser empleada, una vez más, para regar áreas verdes, lavar pisos o autos y descargar sanitarios previa desinfección, entre otras cosas. La comercialización de esta planta ya comenzó, aunque de manera limitada.

FOLIO 16

Ciencia y Tecnología

Tecnología a la velocidad de la luz

Patricia López Suárez

Si el siglo XX fue el de la electrónica, el XXI será el de la fotónica, el de cambiar chips por cristales capaces de almacenar y transmitir en una computadora mayor cantidad de información en un tiempo más corto. ¿Cómo? Utilizando fotones en lugar de electrones, teniendo a favor de la tecnología partículas que se desplazan a la velocidad de la luz!, es decir, a 300 mil kilómetros por segundo.

La fotónica es un área de la física óptica que se basa en el estudio de los fotones, minúsculos cuantos o granos de energía luminosa que se propagan como una partícula material a la velocidad de la luz. Los fotones son los vehículos más rápidos para transmitir señales o información y por eso están revolucionando a la tecnología con herramientas tan dinámicas como el rayo láser y la fibra óptica, y con aplicaciones tales como los discos compactos, los endoscopios para estudiar el cuerpo humano, los códigos de barras y los hologramas o calcomanías plateadas que aparecen en credenciales y tarjetas de crédito guardando códigos confidenciales.

"Sacudidas" con rayos láser.

Para poder crear y mejorar tecnología, lo primero es investigar desde la experimentación cómo se comportan los átomos de los diversos materiales. "Todo material tiene una distribución atómica que no podemos ver con nuestros ojos, pero que estamos indagando a través de la fotónica", explica el **doctor Roberto Ortega Martínez**, investigador del **Centro de Instrumentos de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)**.

Experto en óptica aplicada, este universitario estudia ciertas propiedades ópticas no lineales en diversos materiales, entre ellos plásticos y cristales. Con un laboratorio de espectroscopía láser y otro de pulsos ultracortos, este físico experimenta con impulsos luminosos las reacciones de diversos materiales que podrían propagar, almacenar y transmitir información en una forma sorprendentemente rápida. "Si en un experimento generamos un impulso a partir de una luz muy poderosa, como la del rayo láser, ocasionamos en el material que se estudia una nueva distribución atómica. Esto es un efecto fotónico, pues utiliza los fotones y refracta o redistribuye las cargas eléctricas de los átomos dentro del material que se estudia", explica el especialista.

A este tipo de experimentos el doctor Ortega los describe "como una sacudida similar a la que ocurre al cernir harina o como la reacción al golpear con un palo las bolas de billar en una mesa de juego". Son reacomodos en la estructura atómica que la energía luminosa puede capturar. Así, los fotones se convierten en "luces" que iluminan el comportamiento atómico. Sólo que esta redistribución o efecto fotónico es sumamente rápido: por ejemplo, en su laboratorio, el doctor Ortega utiliza impulsos luminosos (con rayo láser) de nanosegundos, es decir, con una duración mil veces más reducida que un segundo.

Fibras ópticas y rayos láser, ejemplos fotónicos

Las populares fibras ópticas, útiles en telecomunicaciones y en endoscopios de

diagnóstico médico, son delgados filamentos de vidrio o de plástico que pueden transmitir haces de luz a distancia. Se construyen revistiendo un hilo de un material de gran refracción con otro material de escasa refracción. Así, la luz que se propaga por el material interior es reflejada por la superficie de separación entre ambos materiales. La luz sufre una reflexión total y se propaga a lo largo del hilo.

Actualmente, las fibras ópticas se utilizan para transmitir información digital a lo largo de cientos de kilómetros por medio de rápidas variaciones de una señal láser que se propaga por el hilo. Otra vez, en el láser, son los fotones quienes están conduciendo la información. De hecho, "láser" significa por su nombre en inglés "amplificación de la luz por emisión inducida de radiación". Hoy, con rayos láser se puede hacer cirugía, soldadura o lectura de discos compactos, además de investigación científica.

"Las técnicas electrónicas utilizadas en la computación, en las telecomunicaciones y en otras áreas tecnológicas utilizan dentro de los chips electrones que se mueven dentro de conductores. Los electrones tienden a disipar su energía y eso los hace limitados en la velocidad de transmisión y en el almacenaje de las memorias. En cambio, el uso de cristales con información grabada con láseres y presentada en forma de holograma permite leer a rapidísimas velocidades que se traducen en una ventaja tecnológica", señala el doctor Roberto Ortega Martínez, quien vaticina que en diez o quince años más, para almacenar información de computadora se utilizarán memorias de cristales, y en vez de chips electrónicos habrá un cristal con un holograma producido por rayo láser que podrá contener millones de datos.

FOLIO 17

Ciencia y Tecnología

El deterioro de nuestros recursos bióticos

Patricia López Suárez

México padece un grave deterioro de sus recursos naturales debido a inadecuadas prácticas agrícolas, a incendios, sequías, inundaciones, mal manejo del agua y el suelo, a la excesiva urbanización y a la actividad industrial, así como a un turismo que no protege los recursos que explota.

Constatar la devastación en Veracruz y Chiapas, la sequía en Zacatecas o Sonora y la urbanización en el bajío y el centro del país, no es suficiente para evaluar los daños que han sufrido la naturaleza de nuestro país. Para los expertos, fue necesario hacer un diagnóstico pionero que, en un solo mapa, detecta los principales problemas que ocasionan la degradación de los recursos bióticos terrestres de México.

Este estudio lo elaboraron las **maestras María Concepción García Aguirre y Graciela Pérez Villegas** en el **Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)**, quienes seleccionaron a la vegetación como principal indicador para evaluar la destrucción de estos recursos, "ya que el daño infringido a ésta generalmente afecta a la fauna y al suelo de manera directa", explican quienes tuvieron como primera tarea la creación de una base de datos a partir de información estadística,

que incluyó datos oficiales y académicos con número de incendios, cabezas de ganado, hectáreas afectadas y volumen de contaminantes emitidos, entre otros. Esta información se complementó con datos cartográficos y bibliográficos que se cotejaron y actualizaron con los datos obtenidos en campo.

Un diagnóstico

Por la magnitud del territorio nacional, el diagnóstico, dirigido a la degradación de flora, fauna y suelos, se dividió en tres partes: los problemas ambientales causados por actividades ganaderas, agrícolas y forestales; los problemas ambientales ocasionados por la industria y los servicios; y la evaluación de los factores causales como una síntesis del grado de alteración de los recursos bióticos.

Como mucha de la información estaba fragmentada y la visión debía ser integral, las científicas recurrieron a los sistemas de información geográfica que permiten, por ejemplo, digitalizar un mapa en la computadora para analizarlo y cotejarlo con otro mapa u otros parámetros de estudio. También utilizaron la percepción remota, con la que se obtienen, a través de un satélite, fotografías "panorámicas" de

diversas regiones para estudiar en ellas las condiciones precisas de un sitio.

La evaluación de este estudio es cualitativa y no cuantitativa, pero incluyó el deterioro de la cubierta vegetal del país desde 1965 hasta 1994. Esta tendencia se sumó a información ganadera que comparó la carga animal existente contra el número de cabezas de ganado recomendado para no alterar el hábitat, y para evaluar el deterioro de la fauna se tomó en cuenta la extinción de especies, el grado de endemismo y el porcentaje de hábitat afectado.

Las especialistas encontraron que el principal daño de los recursos bióticos está en el centro y en el sureste del país, en el primer caso relacionado con la creciente urbanización y en el segundo por la explotación petrolera, su industrialización y contaminación.

Algunos resultados

Las maestras María Concepción García Aguirre y Graciela Pérez Villegas consideran que los recursos naturales del país están muy afectados por un inadecuado manejo, lo que podría resolverse con programas de manejo sustentable que tomen en cuenta la vocación de los suelos, la racional explotación del agua, la reforestación en los bosques y selvas y el compromiso de renovar los recursos bióticos que se exploten.

Señalan a las actividades agrícolas y ganaderas, a la tala excesiva y a los incendios forestales como las causas principales de la deforestación en México, y subrayan que la reciente alteración de las selvas tropicales puede provocar una mayor ocurrencia de incendios, debido a variaciones en el microclima selvático y a la acumulación de residuos vegetales en el suelo.

Consideran a la ganadería como uno de los factores más devastadores de alteración de los recursos bióticos, sobre todo en las regiones tropicales, por lo que es necesario adoptar nuevos

sistemas de aprovechamiento ganadero que permitan una mayor producción en superficies más reducidas de terreno.

Señalan como necesario evaluar el nivel de deforestación nacional, y sugieren incluir en esos estudios los niveles de regeneración natural así como la superficie reforestada cada año. Además, urgen a incrementar las investigaciones sobre los suelos y sus niveles de erosión. Consideran que la percepción remota y los sistemas de información geográfica son herramientas muy útiles para realizar inventarios de bosques y suelos, que incluyan su deterioro e incidan en la toma de decisiones a nivel gubernamental y social para cuidar los recursos que nos estamos acabando con un uso inadecuado.

En lo referente a la fauna, encontraron que los estados del sureste del país tienen una gran susceptibilidad de daño por la cantidad de especies animales que habitan en Chiapas, Oaxaca y Veracruz, tres estados muy deteriorados en sus recursos naturales. En tanto, en Guanajuato y Guerrero encontraron que la contaminación producida en ríos y presas han contribuido a la muerte masiva de aves acuáticas y señalan que se debe priorizar el cuidado de especies endémicas o en peligro de extinción.

Evaluaron que la ciudad de México tiene el problema más agudo de contaminación atmosférica, debido a la elevada concentración demográfica, las innumerables industrias y la diaria circulación de un gran número de vehículos, lo que hace de la capital del país una zona que merece cuidado especial, sobre todo respecto a los daños a la salud de sus habitantes.

Además de urgir a incrementar los diagnósticos sobre el deterioro de los recursos bióticos, las especialistas consideran indispensable tomarlos en cuenta para estimular políticas de conservación en las que se puedan usar los recursos sin devastarlos.

FOLIO 18
Ciencia y Tecnología

Marte, un planeta sin campo magnético

Patricia López Suárez

Quizá fue hace muchísimo tiempo parecido a la Tierra. Hay teorías que sostienen que hubo agua, y por consecuencia vida. Quienes lo han visto le dicen el planeta rojo, como al nuestro el planeta azul. Además de vecinos en un mismo Sistema

Solar, la Tierra y Marte son para los científicos dos sitios de atractiva exploración, laboratorios vivos de la geología y la geofísica que los compone.

Interesado en analizar y generar nuevo conocimiento acerca de la conformación, características y desarrollo de los planetas, el **maestro Antonio Hernández Barosio**, del **Proyecto Universitario de Ciencias Espaciales y Planetarias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)**, está formando en el país el primer grupo de investigación sobre "planetología comparativa", una disciplina sin antecedentes en América Latina. Para ello, dedicó sus estudios de maestría a Venus y los de doctorado a Marte, trabajo que concretó luego de una estancia de dos años en el Centro de Vuelos Espaciales Goddard, organismo de la NASA ubicado en Washington, Estados Unidos, cuya función es recopilar información sobre el Sistema Solar. Con esta investigación sobre Marte, el académico se titulará en los próximos meses como doctor en Ciencias de la Tierra en la UNAM.

¿Qué pasó en Marte?

Explorado por científicos desde 1975 hasta 1979 con las misiones *Viking 1* y 2, y en años recientes con la misión *Mars Global Surveyor* (Examinador total orbital de Marte), ese planeta comienza a ser para los expertos un sitio conocido. "Un logro de las misiones *Vikingo* fue su mapeo, que se consiguió orbitando un satélite a su alrededor, tomando imágenes de radar y fotografías de la superficie marciana", explica el maestro Hernández Barosio, y añade que el mapa de su superficie reveló que Marte era similar a la Tierra, con los mismos procesos geológicos. Tuvo canales, ríos, montañas y hay huellas de desecación que indican que tuvo mares.

Pero Marte también tiene diferencias. Allá los volcanes son gigantes. Su monte Olimpus es el más grande del Sistema Solar, con 27 kilómetros de altura y 500 kilómetros de diámetro en la base. Además, en Marte hay una división en dos partes, es decir, una dicotomía planetaria. "El hemisferio sur tiene un terreno elevado cuatro kilómetros por encima del radio medio del planeta. Y el hemisferio norte está hundido de 1.5 a dos kilómetros por debajo del radio medio del planeta. Esto sugiere que el hemisferio norte fue un océano, mientras que gran parte del hemisferio sur está golpeado por impactos de meteoritos, entre ellos el impacto más grande del Sistema Solar, de 2 mil 400 kilómetros de diámetro, y otro de mil 600 kilómetros", explica.

Respecto a la teoría de vida pasada en Marte, el investigador comenta que esta idea inició en 1996, después de dos años de la misión *Mars Global Surveyor*, una sonda que orbitó al planeta 916

veces de manera elíptica y lo midió con un reflector de electrones.

"Científicos de la NASA encontraron meteoritos en la Antártida y en África, los cuales se sometieron a estudios radiométricos que encontraron microfósiles provenientes de Marte. Análisis bioquímicos sugirieron que los microfósiles tenían rasgos de vida. Los restos de meteoritos llegaron a la Antártida debido a un fuerte impacto, y se conservaron ahí gracias a la nieve y el frío", comenta y agrega que, a pesar de sus semejanzas geológicas, Marte tuvo un desenlace distinto al de la Tierra. ¿Por qué? Él busca la respuesta en la ausencia de un campo magnético en el planeta rojo.

El campo magnético, un escudo protector

La Tierra tiene un campo magnético, "un gran escudo protector que impide la llegada directa de las radiaciones solares, las cuales son tan intensas que sin el escudo romperían los enlaces moleculares de lo vivo", indica el científico. El campo magnético se genera en el núcleo del planeta, es invisible, pero se puede medir y percibir. Al encontrarse con el campo magnético de la Tierra, las radiaciones solares chocan y se desvían reduciendo su intensidad sobre nuestro planeta.

Al estudiar el desenlace de Marte, el científico mexicano se preguntó ¿qué pasó con su campo magnético? Y argumenta: "Una teoría señala que la destrucción del vecino planeta se debió a dos gigantescos impactos meteoríticos: el de *Hellas*, con una cuenca de impacto de mil 600 kilómetros de diámetro, y el de *Argyre*, cuyo rastro en Marte mide de 800 a 900 kilómetros de diámetro. Estos impactos ocurrieron hace 3 mil 800 a 4 mil 500 millones de años. Si hubo vida en Marte fue antes de esos impactos, que destruyeron su campo magnético". La hipótesis del maestro Antonio Hernández contempla que "si en Marte hubo vida, debió haber un campo magnético como el de la Tierra, que se destruyó con esos impactos de meteoritos". Esta hipótesis sostiene que, destruido el campo magnético, desapareció cualquier rasgo de vida a falta del escudo protector.

En su estancia de dos años en la NASA, este mexicano sustentó su hipótesis, pues no localizó el campo magnético planetario de Marte, "sólo campos regionales ubicados en la corteza, que indican que en el pasado remoto hubo un campo magnético global similar al de la Tierra."

La genética de nuestro entorno

Patricia López Suárez

Una muestra cualquiera, lo mismo del intestino de un insecto, del agua de mar o de un tipo de suelo, contiene cerca de un 99 por ciento de microorganismos desconocidos para la ciencia. En una muestra más compleja existe todo un zoológico microbiano, y en cada bicho hay una enorme diversidad con miles de genes y enzimas que elaboran las funciones biológicas básicas y que son capaces de crear sustancias nuevas.

Para la biotecnología, el análisis y aislamiento de diversos entornos microbianos significa la posibilidad de indagar acerca de nuevos materiales genéticos que, además de generar nuevo conocimiento científico, podrían utilizarse para algún fin médico, farmacéutico o agrícola en el futuro, como lo lograron en el pasado las investigaciones sobre levaduras, hongos y antibióticos.

Con esta visión, el **Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)** estableció un convenio con la empresa estadounidense Diversa, con sede en San Diego, California, una compañía de prestigio internacional fundada en 1994 y dedicada a la biotecnología. Hoy, los científicos de Diversa han identificado 700 nuevas enzimas, más del doble de las comercialmente disponibles, materiales con potencial para beneficiar a las industrias farmacéutica, agrícola y química. La empresa tiene actualmente acuerdos con Costa Rica, Islandia, Indonesia, el Parque Nacional Yellowstone de Estados Unidos y, desde octubre de 1998, con la UNAM.

Una colección de nuestro entorno

El acuerdo de colaboración entre el Instituto de Biotecnología de la UNAM y la empresa Diversa puso en marcha la recolección, aislamiento y extracción de ácidos nucleicos de muestras del entorno mexicano, y significa para esa universidad mexicana el acceso a los más novedosos sistemas utilizados a nivel internacional para la extracción de ADN y su clonación a partir de dichas muestras.

"La idea fundamental de este convenio es recolectar muestras del entorno de nuestro país, es decir, de suelos, agua y ambientes extremos, por ejemplo salinos, alcalinos y de zonas tropicales. En esos ambientes hay microorganismos que no conocemos, y que ahora

podemos analizar desde una bioprospectiva, es decir, saber qué componentes tienen las muestras de acuerdo a análisis genéticos moleculares", explica el director del **Instituto de Biotecnología de la UNAM, doctor Xavier Soberón Mainero**. Aclara que son los investigadores del Instituto quienes recolectan las muestras exclusivamente en terrenos federales de parques nacionales del país, dentro de las áreas naturales protegidas y conforme a los permisos y disposiciones legales en vigor, coordinados por la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (Semarnap), cuyo Instituto Nacional de Ecología también colabora en el convenio.

"La formación de la primera colección de muestras ambientales de entornos de nuestro país está en su etapa inicial. Estamos recolectando en el norte del país muestras de la reserva de El Vizcaíno, con un suelo salino, y en el sur en los Pantanos de Centla", refiere y explica que las muestras se recolectan con una cuchara y se vierten en un bote que luego se lleva al laboratorio, donde se realiza un análisis de los genes, que se mantienen estables en la muestra.

Las herramientas biotecnológicas

En el laboratorio, las muestras se someten a un sistema de extracción de ADN, que a grosso modo consiste en licuar, desnaturalizar y romper las células de la muestra, para luego someterlas a purificación y eliminar las sustancias inhibitorias que ocultan a los genes.

Posteriormente se someten a un sistema de ampliación, para ver, identificar y analizar los genes de la muestra. "Lo que se hace es sacar la firma molecular de las bacterias que se encuentran y con ellas se va generando un catálogo de nueva información genética", indica el especialista, quien trabaja en esta colección microbiana junto con un alumno de posgrado, para abrir brecha y crear una nueva línea de investigación sobre materiales biotecnológicos desconocidos.

En tanto, en Estados Unidos la empresa Diversa se encarga de proveer al Instituto de Biotecnología de insumos, equipo y capacitación para coleccionar y procesar las muestras. La capacitación incluye el aislamiento de ADN y ARN a partir de las muestras, con lo que nuevos estudiantes se

forman en esta área. La empresa paga a la UNAM por cada muestra, y pagará regalías a las autoridades mexicanas y a la Universidad si en una de ellas se identifica alguna sustancia con aplicaciones en el agro, la farmacéutica o la medicina. Estas regalías se integrarán al mexicano Fideicomiso Fondo para la Biodiversidad, que administra la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Actualmente, la empresa Diversa clona los genes que ha caracterizado, incluso clonan vías metabólicas completas con la reproducción de varios genes a la vez. Y en alguna de ellas podría surgir la sorpresa de una nueva sustancia de aplicación científica. En tanto, en el Instituto de Biotecnología de la UNAM se crea a nivel genético un primer catálogo de muestras microbianas de nuestro entorno ambiental, y se prepara a nuevos biotecnólogos del más alto nivel.

FOLIO 20 BIOTECNOLOGÍA

El reloj biológico humano

Patricia López Suárez

Así como la vida social está regida por el tiempo que dictan calendarios y relojes, dentro del organismo múltiples funciones vitales son dirigidas por el ritmo de nuestros relojes biológicos, complejos sistemas bioquímicos en donde la actividad de ciertas células y sustancias obedece, como las manecillas y la cuerda de un reloj, a un mecanismo preciso y constante que, cuando presenta alguna falla, ocasiona en las personas trastornos de sueño, depresión o esfuerzos especiales a fin de ajustarse, por ejemplo, al horario de otro país cuando se viaja de un continente a otro, e incluso para adaptarse al horario de verano que hoy nos rige.

Aunque los ritmos biológicos son conocidos desde hace 300 años, generalmente se les ha relacionado con eventos geológicos como la noche y el día, o el verano y el invierno, ligados a la rotación de la Tierra. Sin embargo, para la fisiología la ocurrencia de eventos temporales dentro del organismo fue una curiosidad, hasta que hace 30 años se descubrió que la alteración o desaparición de un pequeño sitio del cerebro, llamado núcleo supraquiasmático, altera los ritmos del organismo. Este hallazgo fue la primera evidencia de que en el cerebro hay un reloj maestro que rige muchos de nuestros mecanismos básicos.

Incansable buscador de relojes biológicos, el **doctor Raúl Aguilar Roblero**, del **Instituto de Fisiología Celular de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)**, estudia los mecanismos del núcleo supraquiasmático en ratones de laboratorio. Con varios experimentos realizados en el Departamento de Neurociencias, este científico y sus colaboradores han demostrado que las ratas con alteraciones en ese sitio del cerebro presentan algunas disfunciones

que también ocurren en el ser humano. Aunque se cree que no es el único reloj biológico que hay en el organismo, el núcleo supraquiasmático rige buena parte de los fenómenos temporales ligados al sueño, a la adaptación en el tiempo y a la depresión; en tanto, su adecuado manejo podría servir en la medicina clínica para suministrar medicamentos en ciertas horas del día, cuando puedan atacar con mayor eficiencia a una enfermedad.

Cada célula, un ritmo

Todos los seres vivos tienen una relación y una respuesta al ambiente en el que viven, pero en algunos organismos complejos, formados por muchas y variadas células, las funciones celulares se desarrollan de forma independiente al medio ambiente que rodea al organismo, explica el doctor Aguilar Roblero, y añade que las distintas células están rodeadas por un microambiente acuoso con características fisicoquímicas muy reguladas, de las que depende el funcionamiento celular. Este microambiente o medio interno, permite un continuo intercambio de materia y energía con el medio que lo rodea. El fino y dinámico equilibrio que relaciona a las células con el exterior se llama homeostasis. Junto a este equilibrio ocurren los ritmos celulares propios que funcionan independientemente pero en coordinación con el ambiente externo.

"Creemos que cada célula es un pequeño reloj biológico, que tiene su propio ritmo y se adapta de forma precisa al ritmo de otras células con las que comparte ciertas funciones", explica el investigador, que describe como los principales fenómenos ligados a los relojes biológicos la vigilia y el sueño, la reacción ante luz y oscuridad y la menstruación femenina, entre otros.

Especialista en los trastornos del sueño, el doctor Aguilar Roblero reconoce que la luz puede influenciar al reloj biológico, y encontró en el núcleo supraquiasmático del cerebro un regulador de los ritmos internos que luego se acoplan al medio externo.

Un reloj de 15 mil neuronas

Pequeñísimo en tamaño, de aproximadamente 0.8 milímetros cúbicos y muy escondido en la región del hipotálamo, en la base del cerebro, el núcleo supraquiasmático tiene la cualidad de sincronizarse instantáneamente gracias al preciso mecanismo de las 15 o 16 mil neuronas que lo componen. Por eso cuando este reloj neuronal se desacopla, las personas recorren involuntariamente su ciclo de sueño, o durante un viaje transmeridional padecen un tipo de depresión llamada *Jet Lag*, directamente ligada a cambios de horario muy drásticos.

A nivel experimental, el doctor Aguilar Roblero ha ensayado en ratas de laboratorio transplantes de hipotálamo (con el núcleo supraquiasmático incluido) que han logrado en el animal alterado en sus ciclos temporales la recuperación de su ritmo

circádico, es decir, una mejora en su ritmo fisiológico o conductual que actúa independiente a los estímulos ambientales.

Hasta ahora, esta investigación ha demostrado que el núcleo supraquiasmático tiene tres conexiones: una con la retina de los ojos, que es sensible a la luz y que lo relaciona con el ambiente exterior al organismo; otra con la hojuela intergenicular, que lo vincula con la actividad neuronal dentro del cerebro; y una tercera conexión que liga a la retina y a la hojuela entre sí, logrando un equilibrio.

Este mecanismo utiliza alrededor de 15 o 16 mil neuronas, "y cada una de ellas podría ser un reloj autónomo, por ello ahora las estamos estudiando a nivel molecular, para profundizar más en su funcionamiento", explica el científico, quien considera que el conocimiento de los ritmos circádicos es útil para combatir trastornos de sueño, depresión y para optimizar el uso de medicinas cuando las enfermedades están en su máxima actividad.

FOLIO 21 PARA EMPRESARIOS

Dieta mejorada para cabras

CONACYT

Con una popularidad que recorre terrenos tan diversos como la astrología o el fútbol, cabras y chivas constituyen uno de los ganados más abundantes del orbe, dado que se trata de animales resistentes que proporcionan leche, carne y piel. Pese a ello, poco se sabía de la alimentación adecuada para estos animales, pues su dieta idónea se extrapolaba de la de las ovejas.

Por ello, investigadores **del campus Ajuchitán de la Universidad Nacional Autónoma de México**, dirigidos por el **doctor Armando Shimada**, han realizado una investigación para conocer la respuesta de estos animales a periodos de

sequía. Las conclusiones del trabajo especifican a los productores cuál será el comportamiento adecuado con su ganado, es decir, si mantiene a sus cabras en el corral, las tiene en terreno plano o en el monte, y cuál es la cantidad exacta de alimento que requiere para desarrollarlas adecuadamente y tener una mayor productividad.

Para conocer a fondo los resultados de esta investigación, comuníquese con el director del proyecto, el doctor Armando Shimada Miyasaka, de la FESC-UNAM, al teléfono (01-429) 20415, o escriba al correo shimada@servidor.unam.mx.

Limpie sus aguas residuales

CONACYT

La elevada cantidad de agua residual doméstica e industrial generada por el crecimiento poblacional ha condicionado la búsqueda de alternativas viables par tratarlas. México no podía ser la excepción.

Las investigadoras **Elizabeth Ramírez y Esperanza Robles**, de la **Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, UNAM** (zona metropolitana de la ciudad de México), han aplicado con éxito el denominado método de la zona de la raíz (MZR), en el que las aguas residuales entran en contacto con las raíces de algunas plantas (macrófitas) insertadas en un lecho de grava; este dispositivo produce una gran cantidad de oxígeno que es utilizado por microorganismos para descomponer la materia

orgánica, reduciendo así los niveles contaminantes.

El MZR también puede aplicarse con éxito en industrias cuyo desecho sea biodegradable, como es el caso de la alimentaria; para funcionar no requiere equipo mecánico ni eléctrico, como tampoco de personal altamente capacitado.

Para conocer más sobre esta tecnología, llame a la licenciada Teresa García Gómez, del Departamento de Servicios al Sector Productivo de la ENEP Iztacala, a los números (01-5) 623-1168 ó (01-5) 623-11-71, o escriba a los correos electrónicos tgg@servidor.unam.mx o mburgos@servidor.unam.mx

El nuevo bioterio de la Universidad Nacional

Patricia López Suárez

Entrar a ese sitio solo le sería familiar al *niño de la burbuja*. Dejaría sin trabajo a más de un patólogo en este país y representaría un sueño hecho realidad para algún ambientalista. Un edificio universitario libre de esporas, de bacterias, de virus misteriosos, de contaminación. Un lugar donde el microcosmos "está bajo control". Allí la palabra *mugre* quedó detrás de la puerta.

El letrero de la entrada en el moderno conjunto E de la **Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)** lo llama simplemente "bioterio". Pero es muy distinto a las bodegas adaptadas o al antiguo salón que dejó de serlo para dar hospedaje a la crianza de animales de experimentación en la Universidad Nacional. Es diferente a los 17 bioterios del *campus* con los que se abastece de ratas de laboratorio a múltiples investigadores.

Es un bioterio de primer mundo, creado especialmente para albergar y reproducir cepas controladas de diversas especies de ratas y ratones de laboratorio, no sólo los tradicionales

blancos de cola rosa, también a roedores moteados, negros y dorados. Eso sí, todos con el árbol genealógico bajo la lupa del monitoreo genético y microbiológico, un control que envidiarían los miembros de la realeza herederos de la "sangre azul".

Tal control deja de parecer exagerado cuando la **jefa de la Unidad de Experimentación Animal de la Facultad de Química, la maestra en ciencias María Isabel Gracia Mora**, explica que cada uno de los huéspedes del bioterio está destinado a ser un modelo de investigación científica para que en el futuro los humanos tengamos nuevos medicamentos contra el cáncer, un mejor escenario para el tratamiento del sida y nuevo conocimiento generado en los campos de la biología molecular, la bioquímica y, en general, en la ciencia biomédica.

Una fábrica de producción con estándares ISO-9000

El bioterio de la Facultad de Química, actualmente en fase final de instalación y que estará funcionando en agosto próximo, es el resultado de un convenio firmado entre la UNAM y la empresa Harlan México, compañía con matriz en Indianapolis, Estados Unidos y representaciones en diversos países, dedicada de forma comercial a la producción tanto de animales de laboratorio como de los insumos de bioterio, entre ellos alimentos, camas y diversos productos biológicos.

Harlan maneja la mayor parte de las cepas comerciales que la investigación científica utiliza en el mundo y, mediante este convenio, ha invertido alrededor de un millón de dólares para financiar la construcción, equipamiento y mantenimiento (esto último durante los próximos dos años) del bioterio universitario, que será el primero en su tipo en nuestro país.

Se trata de un convenio en el que la UNAM gana en instalaciones, equipos y métodos del más alto nivel para hacer de este bioterio una fábrica de producción animal con estándares internacionales garantizados con la norma ISO-9000. Y la empresa fomenta la creación de este tipo de bioterios y, una vez cubierta la demanda de ratones que necesita la investigación científica universitaria, podrá utilizar y vender el excedente de animales que se produzcan pero no se utilicen en la UNAM.

"Este convenio garantiza la puesta en marcha de un bioterio con los más altos estándares internacionales, cuyos animales tendrán un estricto control genético y microbiológico. Esto se traducirá en un mayor rigor de los resultados de diversas investigaciones científicas, pues garantizará que los experimentos en modelos vivos se realicen en poblaciones absolutamente controladas", señala la maestra Isabel Gracia, quien es gerente del convenio, con vigencia de cinco años en esta primera etapa, y dentro del cual nacerán hasta quince mil crías a la semana.

La especialista comenta que el manejo de poblaciones controladas desde la cepa garantiza que los resultados de las investigaciones sean más claros, pues se retiran diversos disfraces que pueden alterar los resultados.

Además, en el bioterio se manejarán dos tipos de cepas: las endogámicas, en las que se aparean individuos hermanos durante 20 generaciones, hasta obtener individuos idénticos en el 98.7 por ciento de su genoma, animales que luego pueden utilizarse como gemelos para comparar dos experimentos. Y las exogámicas, en donde se cruzan individuos no emparentados genéticamente, y las cuales son útiles cuando se necesita obtener variabilidad genética.

Verdaderamente limpio

Al entrar, una doble puerta indica que estamos en un sitio verdaderamente limpio. Para ingresar, hay que pasar entre dos puertas, en medio de las cuales cada persona se desinfecta con dióxido de cloro. Una vez adentro, hay que bañarse y usar ropa y zapatos especiales. Cero maquillaje, cadenas ni accesorios. El sitio tiene un control de humedad, temperatura controlada y un poderoso filtro de aire capaz de detectar hasta tres micras. En esta "burbuja esterilizada", cada persona y alimento que se va a consumir, pasa por una autoclave, una especie de gigantesca olla de presión en la que todo se esteriliza.

PARA EMPRESARIOS

Homeopatía para vacas

CONACYT

La mastitis es una enfermedad del ganado vacuno ocasionada por bacterias, hongos o virus, que produce una inflamación de las glándulas mamarias y altera la calidad de la leche, volviéndola dañina para el ser humano.

Ante ello, investigadores de la **Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán** (zona metropolitana de la ciudad de México), dirigidos por la **química bióloga Lilian Morfín Loyden**, han aplicado exitosamente medicamentos homeopáticos que además de curar la mastitis, previenen padecimientos originados por el

consumo de carne o leche afectados con residuos de hormonas o antibióticos, tradicionalmente empleados, amén de que no afecta la elaboración de productos lácteos como crema o queso. Por si fuera poco, evita que el animal tenga un periodo de retiro.

Para mayor información sobre esta técnica, llame a la química bióloga Lilian Morfín Loyden, de la FES Cuautitlán (UNAM), a los teléfonos (01) 56 23 18 09.

PARA EMPRESARIOS

Híbridos de maíz

CONACYT

Las semillas mejoradas son un insumo estratégico en la agricultura, pues ayudan a elevar la producción, el rendimiento y la eficiencia para cubrir las necesidades alimenticias de la población y competir en el ámbito internacional.

En México, el desarrollo de maíz mejorado a través de selección genética es una realidad gracias al trabajo dirigido por la **maestra Margarita Tadeo**, de la **Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán** (zona metropolitana de la ciudad de México), pues hasta la fecha se han liberado ocho híbridos denominados *PUMA*, -

caracterizados por ofrecer: un alto rendimiento por hectárea a bajo costo, resistencia a fuertes vientos y enfermedades por hongos, y una baja estatura que facilita la cosecha. Asimismo, se cuenta con variantes especiales para diversas regiones del país (zonas altas, intermedias), todas ellas con la cualidad de favorecer la calidad nixtamalera y harinera.

Para mayor información sobre esta técnica, llame a la maestra Margarita Tadeo Robledo, de la FES Cuautitlán (Universidad Nacional Autónoma de México), al teléfono (01) 56 23 19 71, o escriba a la dirección electrónica marga@mpsnet.com.mx.

Ética y genoma, frontera de lo humano

Patricia López Suárez

La ciencia no es buena ni mala, es simplemente ciencia. Indaga, cuestiona, genera, crece. Roza lo nuevo, lo desconocido. Su naturaleza cognoscitiva hace de ella una maquinaria de conocimiento neutral, metodológico, aspirante a lo objetivo aunque sea producto del trabajo humano, inherentemente subjetivo. Lo que puede valorarse de la ciencia es su uso: su aplicación positiva o negativa para la sociedad, sus consecuencias en lo humano, su manejo básico y tecnológico en torno a la existencia de la especie que la creó.

La ciencia biológica, la ciencia médica, las "tecnociencias". Son materias que tocan el fondo del conocimiento. Son informaciones de frontera no solamente en su innovación, sino en su trascendencia humana. Estos son los temas sobre los que trabaja **la doctora Juliana González Valenzuela**, humanista y filósofa de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), quien cuestiona y reflexiona acerca de las repercusiones éticas de asuntos científicos de vanguardia, como el manejo del genoma humano.

Reconocida académica, integrante de la Junta de Gobierno de la UNAM y **ex directora de la Facultad de Filosofía y Letras** de la misma, la doctora González pone a la ética a la altura de las circunstancias, desempolva los clásicos conceptos de los sabios griegos y, desde la filosofía, lanza preguntas de fondo para los científicos "duros": ¿hasta dónde debe avanzar la ciencia cuando su materia de trabajo es la intimidad humana?, ¿cómo se garantiza el respeto al individuo cuando se conocen las más diminutas diferencias que lo hacen único e irrepetible?, ¿qué participación tendrá la ética frente a la genética?

Apenas el 26 de junio pasado, bajo el respaldo de rigurosos trabajos científicos, con bombo y platillo se anunció al mundo que 90 por ciento de la secuencia genética que nos constituye a los humanos ha sido descrita. Hombres y mujeres de la bioquímica, la biotecnología y la biomedicina saben casi todo sobre las combinaciones que nos dieron origen. Pronto podrán hacer nuevos tratamientos, diagnósticos y medicamentos. Tendrán en sus manos una herramienta inédita, poderosa para actuar sobre la humanidad. Aquí un alto: ¿cómo regular su manejo?, ¿cuál será el método para integrar un concepto ético en esta

revolución científica? He aquí un tema para una de las ciencias madre: la filosofía.

Entre libertad y moral, entre teoría y práctica

Rama fundamental de la filosofía, la ética se ocupa de la moral y de las valoraciones humanas. Conocida también como filosofía moral, su objeto de estudio es el actuar humano, los conceptos profundos que permiten valorar lo que hacemos: lo bueno, lo justo, lo virtuoso. Al tocarse hoy en la vanguardia, como hace siglos en el origen del conocimiento, ciencia y ética construyen una dialéctica profunda: funden el qué con el porqué, juntan información y reflexión en torno del genoma humano, un revolucionario avance científico que tiene que ver con lo que somos...y con cómo debemos conducirnos.

Abriendo brecha en el campo de la bioética, la doctora Juliana González expone acerca de las implicaciones éticas del genoma humano: se cuestiona ¿hasta dónde se pueden plantear límites a la ciencia, si la libertad de investigar es irrestricta y representa lo contrario al oscurantismo? Y distingue que en el aspecto teórico no hay límites, la libertad es casi un absoluto. Pero en el aspecto cognoscitivo y práctico, en la experimentación, en las aplicaciones, en el manejo de la tecnología, ahí entra la ética. Señala que la ciencia es neutral en lo cognoscitivo, solo existe verdad o mentira, certeza o error. Lo valorable, lo bueno o lo malo es el uso que se le da a ese conocimiento. Y las ciencias de la vida tienen fusionados ambos aspectos. No pueden desprenderse de su contexto humano. Deben beneficiar al ser humano y a la vida. Y es a la ética a quien corresponde delimitar los límites axiológicos de la práctica genómica, abatir el abismo, la distancia que hay entre el orden de lo que debe ser y lo que es en realidad.

Límites éticos para el libro de la vida

Al genoma humano la doctora Juliana González le llama "libro de la vida". Sí que lo es. Aunque falta mucho por saber, lo que ya se sabe es prodigioso. Para la filósofa, esto tiene al menos dos alcances éticos y ontológicos: el relativo a la información del genoma humano, que implica delimitar quién tiene

derecho a esa información y a usarla; y el dilema de si esta información está al alcance de todos, haciéndonos "genéticamente transparentes" y con ello trastocando el principio irreductible de ser persona: el mantener la privacidad, la intimidad, la individualidad. El regular la información pública que nos quita lo privado.

Aún hay muchas más preguntas que respuestas en las repercusiones éticas del Genoma Humano. En la UNAM, seis años de trabajo interdisciplinario ha unido en discusiones profundas a especialistas de la genética con filósofos y juristas que avanzan en la creación de la reflexión y la jurisdicción del Genoma Humano.

El grupo se llama "Núcleo de Estudios Multidisciplinarios en Salud y Derecho". Desde 1994 reúne en el Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM a expertos que analizan

todas las aristas de este complejo avance científico que cambiará el tratamiento biomédico y el concepto mismo de lo humano.

Dentro de este grupo, la doctora Juliana González trabaja con colegas de diversas especialidades para que la regulación del uso del Genoma Humano tenga un principio ético de respeto a los derechos humanos, a la dignidad y a los derechos fundamentales de las personas, y para que las leyes garanticen que las bondades de este descubrimiento puedan llegar a todos, sin distinción de clase o condiciones económicas. De estas discusiones han nacido propuestas de leyes y profundas reflexiones filosóficas sobre lo que somos: voces que indagan, del otro lado de la ciencia, desde las humanidades, cómo manejar con justicia y equidad la revolucionaria herramienta genómica que ya tenemos enfrente.

FOLIO 27
CiensaSalud

Descifrando el genoma humano

Patricia López Suárez

Imaginar un solo documento con las claves que revelan nuestros más íntimos secretos orgánicos fue el sueño compartido de muchos científicos. Construirlo constituyó un apasionante reto para los trabajadores del conocimiento biomédico y conseguirlo es uno de los más revolucionarios logros de la ciencia actual.

A la salud del monje Juan Gregorio Mendel, que en el siglo XIX ensayó la herencia en plantas y chícharos, hoy un determinado número de científicos de varias nacionalidades tiene en sus manos un tesoro. A partir de su uso, los síntomas de nuestros males, las radiografías y hasta la medicina nuclear serán solo apoyos para el diagnóstico de lo que somos, de lo que nos hace únicos, de aquello que nos otorga características físicas y rasgos emocionales, y también de lo que nos predispone a ciertas enfermedades. Los códigos secretos de nuestra naturaleza humana están por escrito... solo hay que aprender a leerlos.

"Es como si nos regalaran una enciclopedia de tres mil tomos. Cada tomo tiene mil páginas, es decir, 500 hojas con un millón de letras", dice entusiasta **el doctor Antonio Velázquez Arellano**, destacado investigador de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), pionero de los estudios genéticos en el país y doctorado hace 30 años en esa área. Y

añade: "si tenemos suerte, hoy reconocemos una palabra en una página. De manera que esto es un comienzo. Conocemos las cuatro letras que forman este complejo lenguaje (A, D, G y T), pero debemos aprender a interpretar el texto completo". Científico hasta la médula, este universitario piensa poco en el logro obtenido. Lo que le ocupa es indagar, desentrañar las nuevas preguntas, leer frase por frase cada página, reconocer cada uno de los tres mil tomos, disfrutarlos hasta navegar con pericia en esa enciclopedia llena de respuestas. Así que si fue pionero de la genética, hoy es pionero de la genómica, la nueva medicina cuya herramienta de trabajo es el Proyecto Genoma Humano, un "borrador" con un 90 por ciento del material genético humano descifrado con exactitud, y considerado por la UNESCO, (organismo de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura) como patrimonio de la humanidad.

Jefe de la Unidad de Genética de la Nutrición que **el Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM** tiene en la torre de investigación del Instituto Nacional de Pediatría, Antonio Velázquez respira en su sitio de trabajo la posibilidad de aplicar conocimientos inéditos: con el genoma humano en el futuro será más fácil cruzar con respuestas de la torre de investigación a los hospitales como el de pediatría, donde muchos

niños enfermos aspiran a una vida mejor. Ese es el verdadero reto. Mientras se logra, un creciente número de investigadores de varios países, entre ellos México, trabajan para hacer de esta enciclopedia genómica una nueva forma de diagnóstico médico, que revele con precisión quiénes somos y de qué carecemos.

Piedras rosetas para jeroglíficos bioquímicos

El Proyecto Genoma Humano es parecido a los papiros egipcios encontrados en el siglo XIX: sus descubridores sabían que eran tesoros de conocimiento, con información valiosa y desconocida, pero no los podían descifrar. Hasta 1799, cuando justo a orillas del río Nilo, Champollion descubrió la piedra roseta, con inscripciones y algunas claves que le permitieron descifrar la escritura jeroglífica.

Esta vez no se trata de papiros, sino de revelar el contenido del material genético inmerso en los 23 pares de cromosomas que nos forman. Este nuevo documento llamado Genoma Humano incluye a todos los genes que definen la naturaleza de un organismo vivo. Son jeroglíficos formados por ácido desoxirribonucleico (ADN), el cual se localiza en el núcleo de cada célula. En esta aventura, los científicos tendrán que desentrañar la información genética que hay en tres mil millones de bases (es decir, de "letras"), y entender el contenido de los cerca de 80 mil genes que posee cada persona.

"Las nuevas *piedras rosetas* serán complicadas, pero ya hay algunas", dice el doctor Velázquez. Y agrega: "El genoma humano es muy parecido al de otros seres vivos, todos estamos emparentados, desde los microorganismos hasta los humanos. Tenemos el mismo alfabeto con las bases de adenina, guanina, citosina y timina (A, G, C y T, las cuatro letras del alfabeto de la enciclopedia). Los módulos de los genes son muy parecidos en diferentes especies. Así que mientras un grupo de científicos investiga la secuencia de un gen humano, otro avanza en el de una mosca o un ratón. Y todos ellos están dando respuestas, creando una nueva área que se llama genómica comparativa, con la que se podrán definir las semejanzas y diferencias genéticas entre los diferentes organismos vivos".

El ADN es una molécula de doble cadena, muy larga y caracterizada por su forma parecida a una "doble hélice". Junto con ciertas proteínas forma los cromosomas que, organizados en 23 pares, contienen la información genética. Las bases o eslabones de esta cadena bioquímica son de cuatro tipos: A, D, G y T. Invariablemente, la A está frente a la D y la G frente a la C, creando entre sí puentes de hidrógeno. De este material bioquímico se forman los cerca de 80 mil genes

humanos, que tienen combinaciones específicas. Actualmente los expertos rastrean e interpretan cada una de esas posiciones.

De genética y genómica

Expertos en biomedicina y biotecnología estiman conocer la secuencia completa de los genes humanos en el año 2003. Para entonces, habrá nacido una nueva ciencia hoy en avanzada gestación: la genómica.

La genómica es una nueva rama del conocimiento que estudia al conjunto de genes como un todo, de manera integral. Implica nuevos enfoques intelectuales, un cambio en la forma de abordar los problemas de salud, contemplando el conjunto y no las tradicionales ópticas especializadas o delimitadas. Esta visión integral diferencia a la genómica de la genética, en la cual se estudian aspectos específicos de la herencia, mecanismos de un solo gene, o enfermedades congénitas (como la hemofilia o el Síndrome de Down) ocasionadas por la deficiencia, disfunción o ausencia de cierto material genético.

"Gracias a los estudios genéticos conocemos unas seis mil enfermedades específicas, pero con el genoma humano, con la visión genómica, tenemos una nueva herramienta global, donde podremos ver al paciente con todas sus particularidades, con sus matices hereditarios y su especial susceptibilidad hacia enfermedades como el cáncer, la hipertensión arterial, la diabetes mellitus, los trastornos mentales o las enfermedades infecciosas", explica el científico. También refiere que el conocimiento previo de la predisposición hacia determinados padecimientos servirá para crear una verdadera medicina preventiva, predictiva e individualizada, pues la nueva información deberá incidir en los factores del entorno, tales como los alimentos, contaminantes, la convivencia con ciertos microorganismos, los medicamentos, el sedentarismo y, en general, el estilo de vida de cada persona, elementos que también contribuyen para la obtención de enfermedades. Así, la genómica será la herramienta fundamental de esta nueva medicina preventiva e individualizada, la cual actuará de forma muy eficiente al conocer las particularidades de cada ser humano pues, aunque entre nosotros las diferencias parecen evidentes, a nivel genético somos muy parecidos, y lo que nos hace únicos e irrepetibles es apenas un ¡1.1 por ciento! de nuestro material genético.

Un Centro de Medicina Genómica de México

La secuencia del genoma humano está descrita en un 84.5 por ciento de su totalidad, 20.2 en su versión final y 64.3 por ciento en borrador. Este

nuevo pergamino bioquímico ha provocado una naciente generación de piedras rosetas, es decir, de nuevas tecnologías como la secuenciación directa automatizada por computadora, las microhilas de ADN que permiten "leer" de forma rápida y eficiente, y los "chips" de ADN, cápsulas con fragmentos de material genético que ya están en el mercado y que se utilizan para evaluar si el ADN del paciente es compatible con el de la cápsula y conocer así su alteración genética.

Para conjuntar e incrementar los esfuerzos de diversos científicos nacionales y estimular su quehacer en el Proyecto Genoma Humano, ya se trabaja en la creación del Centro de Medicina Genómica de México, un esfuerzo conjunto en el que participan la UNAM, a través de su

Coordinación de la Investigación Científica y de los Institutos de Investigaciones Biomédicas (IIB) y de Biotecnología (IBT); el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), la Secretaría de Salud, por medio de los Institutos Nacionales de Salud; la Fundación Mexicana para la Salud y el empresario Antonio López de Silanes.

Próximamente será firmado el convenio entre académicos, entidades gubernamentales y empresarios que participarán en la creación, funcionamiento y financiamiento de este Centro, que permitirá a científicos mexicanos profundizar en los estudios del Genoma Humano, y disponer de nuevos recursos y laboratorios especializados, todo para realizar en el país el ejercicio de la medicina genómica.

FOLIO 28
Ciensialud

Alternativas contra la arteroesclerosis

Teodora Durán

De acuerdo con una investigación realizada en más de cien individuos de 18 a 35 años de edad por especialistas del Instituto de Seguridad Social al Servicio de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), se encontró que en ellos prevalecen elevados índices de colesterol. Asimismo, se detectó que aproximadamente 65 por ciento de los sujetos analizados tienen en promedio de 210 a 220 miligramos por decilitro de colesterol, por arriba de la recomendación médica que establece que las concentraciones deben ser menores de 200.

Cuando una persona tiene exceso de colesterol en la sangre, éste se acumula en las arterias y desarrolla la arteroesclerosis, padecimiento que constituye un factor de riesgo en los infartos al miocardio, y que en México constituyen una de las principales causas de muerte en las personas mayores de 40 años.

Los factores que predisponen el aumento en los índices de colesterol son tabaquismo, alcoholismo, la falta de ejercicio o vida sedentaria, así como la dieta rica en grasas. No obstante, la hipercolesterolemia (exceso de colesterol en la sangre) obedece a factores genéticos.

¿Qué son las lipoproteínas?

El doctor José Gutiérrez Salinas, jefe del laboratorio de Bioquímica y Medicina

Experimental del Centro Médico Nacional 20 de Noviembre del ISSSTE, explica en entrevista que en la sangre hay unas partículas, llamadas lipoproteínas, encargadas de transportar el colesterol al organismo. Las lipoproteínas de alta densidad (HDL) se encargan de eliminar el colesterol del organismo y las de baja densidad

(VDL) no lo eliminan. También hay otra proteína en la sangre que es la proteína transferidora de ésteres de colesterol, CETP (por sus siglas en inglés), que interviene en la transferencia del colesterol entre las HDL y VDL. Se cree que entre más CETP haya circulando en la sangre, más se da el intercambio de colesterol entre las lipoproteínas.

Ahora, especialistas del ISSSTE y la Universidad Nacional Autónoma de México investigan los mecanismos de acción de dicha proteína y su relación con la arteroesclerosis, ya que se cree que la concentración de las CETP puede ser un índice de daño en las arterias, es decir, una de las causas por las que aumenta el colesterol en el organismo.

La investigación, que se hace en colaboración con el **doctor Jaime Mas Oliva, del Instituto de Fisiología Celular de la UNAM**, se inició aproximadamente hace un año y a la fecha se han analizado alrededor de cien muestras de sujetos sanos de entre 18 y 60 años de edad. Dichas muestras se obtienen del Banco de Sangre del 20 de Noviembre y una vez que se toman, se analiza

el perfil de lípidos, para medir colesterol, HDL, VDL y triglicéridos. Después, las muestras de suero son analizadas en el Instituto de Fisiología Celular, donde a través del método ELISA se determina y cuantifica la cantidad de proteína transferidora de colesterol (CETP) en las muestras, procedimiento por el que el doctor Mas Oliva y colaboradores obtuvieron este año el premio al desarrollo tecnológico que otorga la Cámara Nacional de la Industria Farmacéutica.

El doctor José Gutiérrez señala que aún no concluyen los estudios de detección de las CETP en humanos. No obstante, hay algunos resultados de acuerdo al perfil de lípidos realizado a las muestras. Por ejemplo, se encontró que en el caso de los hombres de entre 35 y 50 años sus niveles de colesterol son mayores que en las mujeres de la misma edad. Asimismo, observaron que los niveles de colesterol, tanto en hombres como en mujeres, bajan después de los 58 años.

El especialista en investigación bioquímica refiere que por lo general se piensa que una persona obesa tiene concentraciones altas de colesterol; sin embargo, de acuerdo con el estudio los sujetos con peso normal, al igual que las personas con sobrepeso, también pueden tener altas concentraciones de colesterol. Prevenir la aterosclerosis

El doctor José Gutiérrez destaca la importancia del estudio, ya que una vez que se sepa cuál es la concentración normal de CETP en la sangre, se podrá prevenir la aterosclerosis y en el caso de los que tienen el padecimiento controlar los niveles de esa proteína. Asimismo, la investigación permitirá detectar los factores de riesgo que determinan las concentraciones de colesterol, por ejemplo, saber si las CETP son responsables de la hipercolesterolemia o exceso de colesterol.

FOLIO 29 PARA EMPRESARIOS

Nueva fórmula contra incendios

Patricia López Suárez

Para apagar o combatir un incendio, la composición química de las sustancias extinguidoras que se aplican ese fin, en ocasiones propician que dos o más materiales o piezas (por ejemplo, de una máquina) queden fusionados e inservibles. Ahora, una novedosa tecnología de origen natural desarrollada internacionalmente permite extinguir incendios de forma rápida y eficaz, sin dañar el material que se está quemando. Se trata de una fórmula patentada por un grupo internacional en el que participa la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) que permite abatir el fuego de manera casi instantánea y preservar los materiales que están en combustión, para que puedan volver a utilizarse.

Gracias a este proyecto y a su larga trayectoria académica en el Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias de la UNAM, el doctor Jorge Ramón Serrano Moreno recibió en junio pasado del gobierno japonés el Premio Internacional 2000 de Creación Ambiental.

Esta tecnología tiene como elemento activo una sustancia líquida altamente concentrada, llamada por sus creadores agente ABFFA, (a partir de las iniciales de algunos de sus componentes). A

diferencia de los habituales polvos y espumas hechos con compuestos derivados de monofosfato de amonio (y utilizados desde hace décadas en los extinguidores), el agente ABFFA es un líquido de base orgánica que opera como catalizador, es decir, genera reacciones o transformaciones químicas en otras sustancias sin que el propio catalizador sea afectado en el proceso. Protegidos con una patente, los componentes de este producto son un secreto de marca. Incluso, muchos de los participantes en su elaboración desconocen el proceso completo y sólo colaboraron por etapas.

La gran ventaja de este producto es que logra combatir el incendio sin dañar el material que se está quemando. Esto es posible porque no es un producto tóxico como muchos otros que se usan contra incendios, sino un material de base biológica, orgánico a nivel molecular.

Gracias a la rapidez con que actúa y al descenso inmediato que produce en la temperatura (hasta niveles del propio medio ambiente), evita que los materiales se sigan dañando por la altísima temperatura del fuego, que con otras sustancias prevalecería por largo tiempo aun después de que la ignición se hubiera suprimido.

Otra ventaja de este producto es que no emulsifica ni corroe los materiales sobre los que se aplica, lo cual sucede con otros tipos de medios extinguidores como los espumantes, que fácilmente se mezclan con los hidrocarburos y, aunque el fuego haya sido extinguido, quedan tan emulsificados que no pueden ser reutilizados. Los extinguidores con base en polvos generan grados elevados de corrosión en los materiales en que se aplican, como en las máquinas industriales. Al generar corrosión, por ejemplo, reducen la vida útil del equipo que utilizan los cuerpos de bomberos: tanques, depósitos y mezcladoras, lo que a la larga incrementa los costos de mantenimiento.

En contraste, el agente ABFFA no es tóxico, emulsificante ni corrosivo, sino amigable con el ambiente, seguro y biodegradable, gracias a su base orgánica y biológica. De esta manera, no daña al material que esté en ignición ni genera contaminación al ambiente, además de que está exento de clorofluorocarbonos (los "CFC" que dañan gravemente la atmósfera, principalmente la capa de ozono).

El agente ABFFA funciona de manera casi inmediata debido a una gran capacidad endotérmica que le posibilita de absorber cantidades inmensas de calor. Y logra ese efecto porque al momento de aplicarse, forma una finísima y uniforme película envolvente sobre las superficies, la cual detiene o sofoca los procesos de combustión que normalmente requieren de oxigenación. Esto no sólo elimina el fuego sino que previene su re-ignición, lo que ofrece gran seguridad al personal que está extinguiendo el incendio, pues un número considerable de los accidentes humanos los causa esa especie de nidos incandescentes que se forman por las muy altas temperaturas y que con frecuencia generan nuevos incendios.

Los cuatro tipos de incendios

El agente ABFFA es útil en todo tipo de incendios, pero se han desarrollado variedades que responden mejor a fuegos específicos y las cuales respetan la clasificación internacional más conocida, que divide a las conflagraciones en cuatro tipos: Los incendios tipo A son aquellos cuya fuente de combustión son celulosas generalmente presentes en bosques, maderas, siembras, cosechas, huertos, matorrales, papel, cartones y libros, telas o muebles, casas o ventanas y puertas que sean de origen vegetal. Los tipo B tienen como fuente de combustión a hidrocarburos, tales como gasolinas, petróleo, diesel, llantas, y plásticos, entre otros.

A su vez, los incendios tipo C tienen como base de combustión a la energía eléctrica:

cortocircuitos, chispas de cables en instalaciones o en calles, o bien descargas,. Los tipo D tiene una base de combustión metálica, como maquinarias de fábricas, motores, o sobrecalentamientos en equipos metálicos que están en funcionamiento.

Además, han sido desarrolladas variantes del agente ABFFA de espectro amplio para cubrir incendios cuyas fuentes son múltiples; por ejemplo, en instalaciones industriales o grandes edificios donde la fuente inicial puede ser un cortocircuito eléctrico (tipo D) pero además éste pudo haber generado sobrecalentamiento en maquinaria metálica (tipo C) y cuyas chispas incendien el material base de la fabricación que se produzca allí y que podrían ser plásticos (tipo B) o maderas (tipo A). Incluso se generó una variante del producto que es un concentrado resistente y efectivo para muy bajas temperaturas, esto es, menos 40 grados en la escala Celsius o centígrada.

Para su uso, la sustancia se mezcla con una proporción abundante de agua, en una relación aproximada de uno a veinte. Esta mezcla no es complicada y se realiza automáticamente en los sistemas inductores a base de mezcladoras tradicionales, las cuales toman de un depósito el líquido concentrado y de otro el agua (normalmente será de una pipa) y lo descargan ya mezclado a través de las mangueras de aplicación que usan los bomberos.

El producto funciona con agua dulce, salobre y salada, así que puede usarse en sitios donde por emergencia no se disponga de la primera, como en instalaciones o pozos petroleros marinos. El costo del agente ABFFA es significativamente menor al requerido para la extinción del mismo incendio con tecnologías tradicionales. Las reducciones pueden ser de hasta 50 por ciento, pues evita la renta o compra de hidroaviones y/o helicópteros especiales, aparatos con un costo de unos 22 millones de dólares cada uno.

El Premio Internacional 2000 de Creación Ambiental

El doctor Jorge Ramón Serrano Moreno es un singular académico que, desde la sociología, la antropología y la filosofía, se acercó a la filosofía de la ciencia y actualmente investiga sobre asuntos ambientales con una amplia visión interdisciplinaria.

El desarrollo de esta tecnología de punta fue un esfuerzo conjunto de un grupo de académicos de la UNAM, quienes lograron un producto eficiente, seguro y biodegradable. El doctor Serrano Moreno es parte de este proyecto, y por su trayectoria académica (que va de las ciencias sociales a las

científicas) fue reconocido entre 60 candidatos de todo el mundo por el Instituto Internacional de Creación Ambiental, con sede en Japón, organismo que desde 1995 reconoce el trabajo de académicos que se destacan por otorgar respuestas concretas a fenómenos sociales, económicos, políticos y de ingeniería.

"La única recomendación realmente práctica que puedo hacer como académico, es que ante instancias correspondientes se lleve a cabo una demostración rigurosa del producto", dice el doctor Serrano.

FOLIO 30 CIENSALUD

Cemento dental mexicano que compite con los importados

Patricia López Suárez

Investigadores de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) desarrollaron la tercera generación del único cemento dental mexicano que cumple con los parámetros internacionales de calidad, además de que fomenta la creación de tecnología propia y sustituye importaciones al utilizarlo como insumo en la restauración de muelas y dientes.

Mientras la mayoría de los materiales odontológicos se adquieren con precios base en el extranjero, el grupo del **doctor Federico Barceló Santana, jefe del Laboratorio de Investigación en Materiales Dentales de la División de Estudios de Postgrado de Facultad de Odontología de la UNAM**, apostó por la investigación científica y, a lo largo de diez años, ha creado tres generaciones de cementos dentales, el más reciente de los cuales obtuvo en julio pasado el Premio Nacional de Investigación que otorga la Fundación Glaxo-Wellcome en el área odontológica.

El producto está reconocido con las normas internacional ENISO29917 (la famosa ISO que reglamenta los estándares internacionales de normalización) y por la estadounidense ADA96 (Asociación Dental Americana). Se espera que antes de fin de año el cemento esté en el mercado, una vez que la UNAM transfirió la tecnología a una empresa privada que lo producirá a gran escala, de acuerdo a la formulación probada en laboratorio.

Hecho de flúor, calcio y acrílico

Este cemento dental es de ionómero de vidrio, compuesto químico elaborado con polvo de flúor, aluminosilicato de calcio y líquido de poli (más conocido como ácido acrílico). Lo novedoso de su fórmula es que está hecho totalmente en México, con metodología universitaria y excelentes resultados que lo hacen competitivo y alternativo

para sustituir importaciones en la restauración odontológica.

"Una vez obtenida la materia prima, en el laboratorio se realizó todo el proceso para obtener el cemento dental", explica el doctor Federico Barceló, y agrega que el ionómero de vidrio se sometió a un método de polimerización acuosa y se caracterizó por medio de espectroscopia infrarroja y medición de viscosidad, hasta adquirir las características adecuadas.

El polvo se obtuvo mediante trituración de materiales y un proceso llamado sinterización, que implica someter las sustancias que forman el material dental a elevadas temperaturas dentro de un horno hasta que se funden. Posteriormente, la mezcla se enfrió, se pulverizó y quedó lista para utilizarse como cemento en polvo.

Otra presentación del producto requiere de un liofilizado, proceso que convierte a una sustancia líquida en sólida, para adquirir una variante de interés en el mercado.

En diferentes etapas del proceso para obtener este cemento dental, apoyaron al grupo del doctor Federico Barceló diversos investigadores de la Facultad de Química y de los institutos de Investigaciones en Materiales y de Física de la UNAM.

A partir de este aporte tecnológico, se desarrollarán en el Laboratorio de Investigación en Materiales Dentales de Odontología cinco nuevos productos en los que se utilizarán el ionómero de vidrio. Se trata básicamente de resinas compuestas, útiles para restaurar las diferentes piezas dentales.

Las nuevas variantes de este material se desarrollarán en próximas líneas de investigación y la idea es utilizarlas en cinco usos específicos. Aplicación de cementos distintos en niños y

adultos, otro para tapar dientes anteriores y los posteriores, y en tratamientos específicos como liberación de flúor a través de materiales especializados. Cuando avancen estos procesos, se podrán sustituir cementos y resinas dentales que actualmente se importan, sin detrimento de la calidad para los pacientes.

Además de las facilidades para obtener las materias primas, en el Laboratorio de Investigación en Materiales Dentales, los investigadores universitarios evalúan y analizan el control de calidad de diversos productos odontológicos comerciales.

FOLIO 31 PARA EMPRESARIOS

El negocio de la sangre

CONACYT

Nutrirse de sangre animal no es una suerte de vampirismo. En los rastros del país se generan anualmente 192 millones de litros de sangre que se vierten a las coladeras; ahora los resultados de una investigación han demostrado que de esa cantidad de plasma se pueden extraer cerca de 40 mil toneladas de proteína de primera calidad para consumo humano.

El responsable de este proyecto es **el doctor Pablo Pérez Gavilán, del Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM**, quien obtuvo este producto, que es único y contiene una cantidad de proteínas muy superior a la leche.

La manera de obtener este plasma es de lo más económica y se puede adecuar a los distintos

tamaños de rastros que hay en el país, recuperando la inversión en un periodo cercano a los tres años. En cambio, para procesar entre 3 y 5 mil litros de sangre, con técnicas estadounidenses, se requiere invertir 350 mil dólares más gastos de mantenimiento.

El plasma de cerdo se puede emplear en distintas áreas de la industria alimenticia y refrigerado tiene una vida útil de un año. Su variedad de aplicaciones permite un gran campo para hacer negocios.

¿Se interesa en incursionar en este nuevo mercado? Comuníquese con el doctor Pablo Pérez Galván al teléfono 56 22 38 31 del Instituto de Investigaciones Biomédicas.

FOLIO 32 PARA EMPRESARIOS

Vacuna contra el cisticercos

CONACYT

Tras 15 años de investigación, un grupo de científicos desarrolló una vacuna que promete en el largo plazo terminar con la neurocisticercosis, problema de salud pública en México. La vacuna se ha probado en cerdos de cría rústica y ha demostrado un 97.7 por ciento de efectividad.

El cisticercos ingresa al organismo humano a través de la ingesta de carne de cerdo que contiene a este parásito. La vacuna se aplica exclusivamente al ganado porcino y logra cortar el

ciclo de vida del parásito. Fue desarrollada en el **Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM, por la doctora Edda Sciuotto**.

El producto ya ha sido patentado, lo que permite su industrialización. Aproveche esta opción y produzca la vacuna.

Si desea mayor información, comuníquese con la doctora Eda Sutto al Instituto de Investigaciones Biomédicas al teléfono 56 22 38 18.

¿Agua en el desierto de Chihuahua?

Patricia López Suárez

Parece una contradicción: encontrar agua en un sitio donde abunda la sequía. Pero es un hecho científico. Dos investigadores mexicanos localizaron agua a menos de 15 metros de profundidad en el desierto de Chihuahua. Este acuífero de edad reciente contrasta con las excavaciones de 200 a 300 metros de profundidad que se realizan en varias zonas del territorio nacional para extraer agua y trasladarla a sitios muy poblados.

Los **doctores Alfonso Valiente-Banuet, del Instituto de Ecología, y José Ortega Ramírez, del Instituto de Geofísica, ambos de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)**, son un par de científicos que se encontraron en el camino de los desiertos. Allí han encontrado agua y muchas respuestas al comportamiento biológico de cientos de especies de plantas y animales nativos de las vastas regiones secas de México. Con la información científica buscan desentrañar varias interrogantes: cómo fue antes la corteza terrestre, de qué forma están cambiando los ecosistemas nacionales, cómo sobreviven diversas especies con una permanente escasez de agua y por qué los desiertos representan un considerable potencial para el desarrollo del país.

En dos desiertos muy distantes entre sí, uno en Chihuahua con 400 mil kilómetros cuadrados de superficie y otro en Tehuacán-Cuicatlán, Puebla, con una extensión de 10 mil kilómetros cuadrados, ambos especialistas investigan semejanzas y diferencias de estos ecosistemas mexicanos, sitios fascinantes, muy lejanos de la equívoca idea de zonas desprovistas de vida.

Desiertos llenos de vida

El 60 por ciento del territorio nacional está ocupado por desiertos, ecosistemas donde la lluvia es escasa, poco predecible y con altos niveles de radiación, por lo que la vegetación está constituida por plantas y animales característicos capaces de sobrevivir a las condiciones de falta de agua. Muchas de estas variedades son endémicas de nuestro país y en total son miles de especies vegetales y animales que regalan lecciones de vida en condiciones adversas, y paisajes alucinantes donde flores blancas nacen de espinosas cactáceas de rígida corteza, donde los murciélagos disfrutan néctares como manjares

mientras polinizan flores y en donde gigantes cactus se levantan varios metros muy rectos en el monte retando a los rayos cenitales del sol. La aridez mexicana toca buena parte de diez estados del país: las dos Baja Californias, Durango, Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí, Sonora, Zacatecas y Tamaulipas están ocupados por grandes extensiones áridas. Además, hay desiertos más pequeños en la zona intertropical de Querétaro, Puebla, Oaxaca e Hidalgo.

Hay dos causas principales y complementarias de la aridez en México, explica el doctor Alfonso Valiente-Banuet: los desiertos norteños se deben al hecho de que México está localizado en la franja latitudinal que va de los 15 a los 35 grados, cinturón en donde, por procesos del patrón general de circulación de la atmósfera, los vientos, una vez que depositaron su humedad en las zonas cercanas al ecuador, llegan a estas latitudes casi secos. Es por eso que en esas latitudes se concentran casi todos los desiertos del mundo.

En tanto, las zonas desérticas sureñas del país son básicamente el resultado de la sombra geográfica, también llamada "sombra de lluvias", producida por las grandes cadenas montañosas del país, que impiden que la humedad que traen los vientos sea repartida de forma homogénea, añade el especialista del Instituto de Ecología. A la baja y nada uniforme disponibilidad de humedad en los desiertos se suman las radiaciones solares, que aumentan la temperatura hasta 70 centígrados a nivel del suelo. Pero ahí viven miles de especies. Plantas que ensayan con eficiencia varias formas de sobrevivencia: algunas escapan a la sequía, germinando y creciendo sólo en la época favorable. Otras bombean el agua del manto freático y desarrollan raíces de hasta 30 metros de profundidad. Y otras más resisten las condiciones de estrés del ambiente con una desarrollada capacidad de bombeo de agua.

Los animales que viven en los desiertos han desarrollado adaptaciones asociadas a la regulación de temperatura y al mantenimiento del agua, como sucede con hormigas y ratones. Por ejemplo, los colibríes migran en busca de ambientes menos agresivos y otros, como los murciélagos, desarrollan actividad nocturna, además de adecuaciones en el tamaño y la vascularización de sus pabellones auditivos,

orejas que son grandes en proporción a su cabeza, como se ve también en los nativos perros Chihuahua. Algunos insectos, como los esfíngidos o mariposas nocturnas, tienen la capacidad de revolotear, disponen de una lengua larga y reconocen colores en la noche para alimentarse. Son los polinizadores de las cactáceas columnares, que tienen flores con las que también conviven en ese árido paisaje aves como palomas y gorriones, pájaros carpinteros, zenzontles y cardenales, que se alimentan de los frutos de lo árido.

Reconstruyendo el pasado

La exploración geofísica indica que no siempre hubo desierto en Chihuahua y en Puebla. No todos los desiertos lo fueron siempre. Saber qué hubo antes en esos suelos áridos y soleados, y por qué hay fósiles de pinos en los antiguos nidos de los roedores es un reto para los geólogos, como el doctor José Ortega Ramírez, quien estudia la geomorfología de esos sitios. Experto en la corteza terrestre, en su evolución y en la reconstrucción de los desiertos, el doctor Ortega explica: "Estudios realizados en el noroeste de México sobre el paleoclima, o clima del pasado terrestre, indican que hace 18 mil años, durante la era geológica del Cuaternario Tardío, el clima en Chihuahua era húmedo. Había bosques de pino (como revelan los fósiles de los nidos de ratón), humedad y agua que se infiltró en el subsuelo.

No solamente los fósiles de hojas propias de bosques y los vestigios de ríos en el suelo son testigos de un ecosistema distinto en el desierto de Chihuahua. La Tierra tiene sus propios procesos y la geología tiene métodos para rastrearlos. "Por ejemplo, las glaciaciones alteraron el clima del planeta, comprimieron la parte ecuatorial y aumentaron los hielos en los casquetes polares. Además, la órbita elíptica de la Tierra alrededor del Sol tiene una periodicidad, es casi circular cada 100 mil años, y esto es un parámetro del clima", comenta el doctor José Ortega.

"Otro parámetro de cambios planetarios que afectan el clima y, en consecuencia, los ecosistemas, es el ángulo de rotación de la Tierra, que está girando con un ángulo definido. Pero cada 40 mil años este ángulo varía desde 21 hasta 24 grados, lo que implica una variación climática natural", añade el especialista. Si a esta variación natural del clima en el planeta le agregamos la presencia humana y la sobreexplotación de acuíferos, el resultado es una

etapa crítica de escasez de agua en países como el nuestro, con una abundancia de territorio desértico. Es aquí donde encontrar agua en el desierto se convierte en un esperanzador hallazgo.

Agua, solo uno de los potenciales

De forma exponencial, científicos como Alfonso Valiente-Banuet y José Ortega Ramírez pueden prever que la escasez de agua es un fenómeno que crece. Las proyecciones en México para zonas como Chihuahua y el Valle de Puebla son dramáticas si a las sequías se agrega la pobreza extrema en la que viven muchos mexicanos, la mayoría de comunidades indígenas rurales.

Hoy, los científicos saben que 90 por ciento de los acuíferos con agua potable están en formaciones superficiales, son de edad reciente que se podrían explotar para abastecer de agua a las zonas más necesitadas.

Encontrar agua a menos de 15 metros de profundidad en pleno desierto de Chihuahua significa una posibilidad de extraer agua a un menor costo. Para ello, se requiere incrementar el trabajo científico en el sitio con apoyos económicos para equipos especializados con los que los especialistas de la UNAM conozcan con un alto grado de certidumbre, en dónde está el recurso antes de hacer perforaciones.

Para saber en donde hay agua bajo el suelo, utilizan diversos métodos geofísicos, como la resistibilidad eléctrica, que consiste en enterrar electrodos con energía eléctrica hasta encontrar una reacción en el agua. O el método sísmico, con el que producen ondas elásticas con martillos, que en función de las características del suelo, reaccionan de forma diferente cuando hay líquido en el subsuelo.

Ambos científicos encontraron hace dos años agua en el desierto de Chihuahua. Pero no tienen los suficientes apoyos económicos para los equipos de medición que se necesitan en el sitio. Extraer agua a 15 metros de profundidad abarataría enormemente los costos que hoy se hacen en perforaciones de 200 o 300 metros. Además, se fomentaría la investigación científica en estos ecosistemas, cuyo potencial abarca, además del agua, muchos recursos naturales que merecerían atención.

Investigadores de la UNAM descubren en Chiapas una flor única

Patricia López Suárez

Es blanca, casi transparente, y no tiene clorofila. Parece un hongo pero es una flor. Mide menos de dos centímetros, vive escondida entre la hojarasca y es una especie endémica de la selva mexicana de Chiapas. Científicamente se llama *Lacandonia schismatica* y su importancia radica en que, de las 250 mil flores conocidas en el mundo, es la única con una estructura invertida en sus órganos sexuales: tiene en el centro los órganos masculinos, o estambres, y alrededor los femeninos o carpelos. Exactamente al revés de todas las demás, en las que los estambres masculinos rodean a los carpelos femeninos.

Esta pequeña flor con forma de estrella es para la ciencia un laboratorio vivo y singular. Para la botánica, *Lacandonia schismatica* representa el nacimiento de una nueva familia: la *Lacandoniaceae*. Para los científicos que trabajan con ella es una forma de estudiar la genética de una flor y de buscar respuestas en el camino evolutivo de las plantas. Para la **doctora María Elena Álvarez-Buylla Rocés, del Instituto de Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México** es también una manera de reunir su interés por la etnobotánica, la genética y la evolución, además de ser la línea de investigación que dio origen al Laboratorio de Genética Molecular y Evolución de Plantas que ella encabeza en la UNAM.

Distinguida por su amplia trayectoria académica con el Premio de Investigación 1999 en el área de Ciencias Naturales que otorga la Academia Mexicana de Ciencias, Elena es una joven científica que participa en la creación de una nueva reserva ecológica de 30 hectáreas en la selva de Chiapas, junto a la Reserva de la Biósfera Montes Azules, para proteger a esta singular flor y al ecosistema que la rodea. El proyecto busca la ampliación de la reserva a 200 hectáreas, intenta obtener apoyos financieros e involucrar activamente a las más de 200 familias de indígenas choles que habitan en Frontera Corozal, un pequeño poblado ubicado entre Palenque y Benemérito de las Américas, región nativa de *Lacandonia schismatica*.

Singularidad genética, evolución... y "lo poquito que sabemos"

La flor *Lacandonia schismatica* fue descubierta en 1987 en la selva chiapaneca por Esteban Martínez

y Clara Hilda Ramos, del Instituto de Biología de la UNAM. Oculta entre el suelo y la hojarasca, cubierta por la exuberancia de grandes árboles que la alejan del sol, *Lacandonia...* es blanca, casi transparente, pues no produce clorofila. Carece de pigmentos que sinteticen azúcares para alimentarse a sí misma y por ello vive en simbiosis con un hongo microscópico que habita dentro de ella, el cual degrada compuestos carbonados para alimentarla. Es una planta heterotrófica, es decir, depende de otros para vivir. En esa asociación también participa un árbol, bajo el cual vive la pequeña planta en la selva.

Otra singularidad de esta flor es que, a diferencia de las demás, su polen no viaja de los estambres al estigma mediante el viento, el agua o animales polinizadores sino que atraviesa las estructuras internas de la flor y fecunda cada uno de los óvulos.

Estas peculiaridades la hacen especialmente interesante ante los ojos de la genética. "Nos interesa conocer la estructura genética de esta flor, cómo está formada y por qué es diferente a las demás. De manera natural representa un modelo vivo que aporta datos sobre la evolución de diversas especies", explica la doctora Álvarez-Buylla Rocés, a quien le interesa saber cómo, a partir de una sola célula fecundada, se obtienen organismos tan complejos como esta flor e incluso, como el ser humano.

El estudio de *Lacandonia...* está dando a los científicos información sobre procesos evolutivos que han estado sucediendo durante millones de años en especies vegetales y animales. Estos procesos han dado origen a nuevos grupos de organismos que hoy nos parecen familiares, pero que no sabemos cómo se formaron. Así que esta pequeña flor representa una innovación evolutiva, un ejemplo del cambio entre una estructura y otra. Su estudio genético podría revelar en dónde se producen los nuevos diseños de las estructuras florísticas y que genes están asociados a este quehacer.

¿Por qué una especie cambia y evoluciona hacia nuevas formas y mecanismos? ¿qué genes están relacionados con estos cambios evolutivos? Para dar respuesta a estas y muchas otras preguntas, la investigadora y sus colaboradores estudian un pequeño grupo de genes llamados "homeóticos",

controladores de otros genes que, en conjunto, determinan con precisión la función de cada célula: por ejemplo si serán células del tallo o de los pétalos, si estarán relacionadas con la alimentación o con la raíz.

En el caso de *Lacandonia schimastica*, los genes homeóticos tienen alteraciones que se reflejan en su inédita estructura. Lo mismo pasa con muchas plantas y animales que presentan mutaciones, con algunas enfermedades congénitas e incluso con otras degenerativas, como el cáncer. Así que el estudio de la genética de esta flor aportará nuevo conocimiento sobre los cambios de diversas especies biológicas, permitirá fortalecer la ciencia básica y tener información para modificar, en el futuro, estructuras vegetales y animales que permitan, por ejemplo, curar enfermedades.

Aún lejos de ese escenario, y en tiempos en que el mapa del genoma humano parece una esperanza para casi todo en el campo de las biociencias, Elena es cuidadosa al señalar: "Sabemos muy poquito y entendemos aún menos de los mecanismos que sustentan la integración maravillosa de los seres vivos".

Tenemos por un lado seguimientos precisos de la genética de una flor y del funcionamiento de una raíz o de otros aspectos particulares de sistemas modelo, y por el otro el mapa del genoma humano

en el que trabajan muchos científicos. Pero en medio de ambos hay un puente inmenso, un campo virgen para la investigación científica que es necesario explorar".

Hasta hace unos años, los científicos describían el desarrollo embrionario de los animales, al igual que el de una semilla en las plantas. Hoy, el trabajo genético permite conocer cuáles son los genes, las proteínas que, con mecanismos precisos e interacciones complejas, logran pasar de una célula a un organismo complejo, mecanismo que se repite generación tras generación.

Así que un fenotipo único como el de *Lacandonia schimastica* convierte a esta planta nativa de nuestro país en un modelo de estudio relevante, a partir del cual esta universitaria y su grupo de estudiantes investigan los mecanismos que regulan su ciclo celular. Con este laboratorio vivo de apenas dos centímetros de tamaño, exploran las causas próximas, es decir, las moleculares, y también las causas últimas, o sea las evolutivas, de este fenotipo floral único en el mundo.

FOLIO 35

Ciencia y Tecnología

El Popocatepetl, monitoreo y fuente de investigaciones

Patricia López Suárez

Con precisión y vanguardia tecnológica se registra su comportamiento. Con estricta vigilancia y rigor científico se captan del coloso movimientos, fumarolas, reacciones que informan a los expertos sobre el origen, nacimiento, desarrollo y posibles escenarios eruptivos.

Es el Popocatepetl, símbolo y orgullo del Valle de México, convertido en uno de los volcanes más vigilados del mundo, gracias a los 22 instrumentos de alto calibre custodiados por la **Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)**, con los que los científicos observan y miden de forma permanente sus señales de vida con el fin de dar aviso de una posible erupción y también para generar nuevo conocimiento científico.

Hasta hace algunos años, el monitoreo científico del volcán contaba con una red de diez sismógrafos de periodo corto, capaces de registrar movimientos que cuando son muy grandes saturan los aparatos. A principios de 1994 se instaló un instrumento de banda ancha en el volcán, con el cual se registra un rango más amplio de movimientos, desde los muy pequeños hasta los mayores. Cuando comenzaron las fuertes expresiones del coloso en diciembre de 1994, "definimos que algo muy importante sería ampliar la cobertura con una red de 22 instrumentos", señala el **doctor Jaime Urrutia Fucugauchi, director del Instituto de Geofísica de la UNAM.**

Vigilantes que ven, sienten y analizan

Venciendo los retos de clima, altura y riesgo, expertos universitarios de los Institutos de Geofísica, Geología e Ingeniería unieron esfuerzos con el Centro Nacional de Prevención de Desastres (Cenapred), organismo de la Secretaría de Gobernación, y en noviembre de 1999 pusieron en marcha el nuevo equipo, compatible con el que ya existía, y gracias al cual le "toman el pulso" al Popocatepetl los más modernos aparatos, que además despliegan datos suficientes para muchas líneas de investigación científica. "Aunque Japón lleva la delantera con sistemas muy densos de monitoreo y una sorprendente capacidad económica, el Popocatepetl está entre los volcanes más vigilados, con una calidad de primer nivel", señala el doctor Urrutia, y explica que la vigilancia consta de varios monitoreos.

Por ejemplo, el monitoreo sísmico registra los movimientos y vibraciones que ocurren dentro del volcán. Se realiza con sismógrafos digitales, que permiten cubrir un rango más amplio de frecuencias en el movimiento del terreno, registrando la información en computadora, lo que los hace más rápidos y facilita el envío de información vía satélite y telefónica, en tiempo real.

Estos aparatos se complementan con los sismógrafos electromecánicos, una red convencional que es complementaria, permite comparar resultados y tener parámetros más claros.

El monitoreo geodésico utiliza aparatos llamados inclinómetros, que registran las deformaciones en el volcán, generalmente provocadas por la presión que ejerce el material magmático al querer salir del interior por el cráter. También se registran emisiones usando mediciones de topografía.

A su vez, el monitoreo geoquímico registra el material eyectado por el volcán, tal como cenizas, bloques, rocas y gases. Utiliza espectrómetros para medir, por ejemplo, el contenido de la característica fumarola, y los contenidos de diferentes compuestos y eventos explosivos. El monitoreo visual se hace a simple vista y con instrumentos ópticos, con los que se registran las expresiones externas del volcán, (humos, fumarolas y explosiones) las cuales quedan registradas en cámaras de video, sistemas de satélite y observaciones directas por avión y helicóptero. Los sistemas de mediciones desde

avión utilizan espectrómetros de correlación que miden contenidos de gases, sobre todo bióxido de carbono y compuestos de azufre.

Esta red de monitoreo pertenece a la UNAM, que mantiene un convenio de colaboración con el Servicio Geológico de Estados Unidos y el Centro de Geociencias de Postdam, Alemania. La operación y el diseño de la red están a cargo del Instituto de Geofísica. Los expertos de la UNAM ofrecen información inmediata al público en caso de emergencia.

Anticipar erupciones, la meta

"El problema es que todavía no se entiende todavía muy bien qué es lo que dispara en un momento dado una erupción", comenta el doctor Jaime Urrutia. Y agrega: "ha habido pronósticos acertados en algunos volcanes; por ejemplo, en Pinatubo fue posible informar sobre la inminencia de una erupción y del evento explosivo mayor, lo que facilitó la evacuación de muchísima gente, incluso de la base aérea de Estados Unidos. En el Santa Elena, al principio de 1980, los estadounidenses pudieron predecir la mayoría de las erupciones fuertes, pero no la primera, que fue la más grande. Incluso, el evento fue sorpresivo, pues en vez de la columna vertical, hizo erupción hacia un lado, lo cual no se pudo predecir, como los otros 11 eventos fuertes, que se predijeron con horas de anticipación", señala.

Además de bien vigilado, el Popocatepetl es una fuente de datos para las geociencias. Algunos de sus eventos no pueden verse, como los sismos tectónicos o telesismos, así que a nivel básico se estudia qué le pasa a la energía sísmica cuando atraviesa un volcán activo.

Aparentemente la energía se atenúa, y los temblores que ocurren en la zona de Puebla llegan muy atenuados a la ciudad de México, gracias al volcán. Otras líneas de investigación se concentran en estudiar de qué forma ocurre la dinámica de un volcán o con la actividad sísmológica dentro de él. Además de indagar cuál ha sido la historia y evolución del Popo y sus diferentes ciclos de actividad, según materiales eyectados desde sus inicios. Otros estudios se dedican a la relación del volcán con el clima, pues hay un impacto de la actividad volcánica en el ambiente cuando emite gases y cenizas.

Además, otros grupos científicos están interesados en la relación entre la actividad volcánica y los asentamientos humanos antiguos.

La quitina y su potencial industrial

Patricia López Suárez

Como un escudo de alta eficiencia construido con pura química, una sustancia que forma parte del caparazón defiende a insectos, crustáceos, moluscos y otros seres vivos de su contacto con lo externo. La poseen en diversa cantidad jaibas, camarones, langostas, arañas y cucarachas. Incluso algunos hongos y algas. Se llama quitina y es un compuesto natural con variados beneficios para el ser humano, útil en las industrias farmacéutica, de alimentos, cosmética y de empaques.

De basura a materia prima que filtra agua contaminada, ofrece consistencia a alimentos procesados, atrapa grasa, es antibactericida y sirve como envoltura biodegradable, entre otros beneficios, la quitina está involucrada en la protección de varias especies. Su nombre, derivado del griego kítos, significa cavidad o bóveda, y el sitio en que se encuentra, el caparazón de muchos artrópodos, también refiere su capacidad para enfrentar a diversos agentes externos.

Después de la celulosa, es el segundo polímero más abundante en el planeta, por lo que su utilización a gran escala en México es muy prometedora, como lo ha sido en Japón, en donde alrededor de 250 empresas explotan la quitina.

Una investigadora de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la maestra en ciencias Patricia Miranda Castro, estudia desde hace siete años la quitina y su principal derivado, el quitosán. En el Laboratorio de Biotecnología de la **Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán (FES-C)**, esta química farmacobióloga ha logrado una metodología propia para extraer la quitina y el quitosán del camarón, utilizando caparazones y cabezas de los crustáceos que para la industria pesquera son desechos.

"México es el séptimo productor de camarón en el mundo, así que muchas toneladas de cabezas del crustáceo regresan al mar cada año, y grandes cantidades de caparazones se tiran día a día en las marisquerías de todo el país. Nos parece interesante sumarnos a un proceso en donde la sustancia que buscamos está en lo que otros consideran basura", explica la maestra Miranda, quien en su laboratorio ha ensayado durante varios años una forma eficiente para obtener la quitina.

La patente de esta metodología para la extracción, obtención y purificación de la quitina y el quitosán está en trámite ante el Instituto Mexicano de Propiedad Industrial y de otorgarse la UNAM podrá realizar transferencias tecnológicas con este producto de origen natural.

De la marisquería al laboratorio

La quitina es un polímero, es decir, una molécula de gran tamaño constituida esencialmente de azúcares (es un polisacárido) y oxígeno. Sus moléculas son fibrosas, y logran un material de gran resistencia química y mecánica.

"Las características más útiles para la industria están en el quitosán, un derivado de la quitina. Así que lo primero que hicimos fue conseguir en las marisquerías caparazones de diversos animales, estudiar en donde existe la sustancia en mayor cantidad, y desarrollar un método propio para extraer la quitina y transformarla en quitosán. Encontramos que los caparazones de jaibas y langostas tienen más calcio y menos quitina, mientras que las de camarón, más blandas, contienen mayor cantidad de la sustancia", explica la especialista.

Ya en el laboratorio, los caparazones se limpian, se muelen hasta pulverizarse y se someten a un proceso de hidrólisis ácida, utilizando ácido clorhídrico, el cual convierte a los carbonatos en cloruros y solubiliza los minerales, básicamente el calcio.

Ya desmineralizado, se aplica una hidrólisis alcalina, pues el álcali que se usa rompe la estructura de la matriz y hace solubles las proteínas, las cuales arrastran consigo grasas y pigmentos, componentes todos que constituyen el caparazón. Los pigmentos ya separados (de colores rosa y anaranjado) son un subproducto del proceso que pueden utilizarse para alimentar flamings y salmones, especies a las que les ayuda a mantener su color característico.

Después de ambas etapas se obtiene la quitina en polvo, que no es soluble en agua, lo que lo hace poco práctica para su aplicación. Así que se somete a un proceso llamado "desacetilar", que significa quitar de la sustancia una parte de su estructura, el grupo acetilo. Con esto se obtiene como derivado el quitosán, presente en el 70 por

ciento de la quitosina, pero ahora ya aislado y purificado. Esta metodología es una innovación tecnológica de la maestra Patricia Miranda Castro.

Las cualidades del quitosán

El quitosán es soluble en agua acidificada. Esta solubilidad y su viscosidad (que puede hacerse más espesa o más ligera, según se requiera) son características que lo hacen aplicable a usos variados, así como su acción de "imán bioquímico", capaz de detectar sustancias nocivas. Por ejemplo, en el estómago humano, atrapa grasas como el colesterol y los triglicéridos, a los que conduce por el intestino capturados hasta evacuarlos. Así que una aplicación farmacéutica lo utiliza como regulador del peso corporal, mientras que también sirve como regulador de la presión arterial, consecuente a la disminución de grasas.

En la industria de alimentos este derivado de la quitosina se utiliza para dar consistencia y viscosidad a los aderezos para ensaladas y mayonesas, mientras que en las frutas y verduras frescas sirve como un protector antimicrobiano.

Otras aplicaciones están en la industria de los cosméticos, en donde el quitosán se introduce en cremas humectantes, pues es una molécula que absorbe el agua. Algunos fabricantes de shampoo lo utilizan como ingrediente, ya que desarrolla una película que da protección y brillo al cabello.

En la industria papelera, donde el principal insumo es la celulosa, el quitosán sirve para fijar y dar resistencia al papel, mientras que una de sus más prometedoras aplicaciones podría ser como plástico biodegradable, sustituyendo al plástico tradicional derivado del petróleo, uno de los materiales más utilizados en el mundo y más difíciles de degradarse, lo que genera mucha contaminación.

Como material plástico alternativo, el quitosán ya ha sido sometido a pruebas en el Laboratorio de Biotecnología de la maestra Patricia Miranda Castro, quien desarrolló una especie de celofán a partir de esta sustancia natural, "una envoltura que incluso podría comerse", finaliza la especialista universitaria.

FOLIO 37 PARA EMPRESARIOS

Desespinaadora mecánica de nopales

CONACYT

Anualmente en México se cosechan 500 mil toneladas de nopales, las que en su mayoría son peladas y desespinaadas a mano, empresa que, además de habilidad, requiere mucho tiempo. Para ayudar a los pequeños y grandes productores ya existe una máquina para este fin, que en una hora pela 2 mil 500 nopales.

Ha sido creada por el **Centro de Desarrollo y manufactura de la Universidad Nacional Autónoma de México**. Entre sus características se encuentran un mínimo corte de corteza, maltrato o trituración, lo que evita la oxidación del producto y el daño a su apariencia.

Puede desespinar cualquier tamaño, grosor y longitud de nopal. La máquina resiste la acidez de los jugos, y cumple con normas internacionales para el manejo de alimentos.

Comercialice esta máquina para un producto que tiene alta demanda y está disponible en cualquier época del año. Contacte al **doctor Saúl Santillan Gutiérrez** al tel. (5)550-004 E-mail saulsan@servidor.unam.mx

La biotecnología agrícola y su vigilancia en México

Patricia López Suárez

Con la misma resistencia que a principios del siglo XX enfrentó la vacunación al utilizar sustancias del microorganismo infeccioso para provocar la reacción inmunológica del organismo y evitar así la enfermedad, hoy en día el uso de la biotecnología agrícola levanta polémica, especialmente cuando colabora en mejoras de semillas que luego serán alimentos a partir de cultivos que tienen como herramientas diversos avances científicos.

La reflexión es de **José Luis Solleiro, investigador del Centro de Instrumentos de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), doctor en ingeniería** sobre administración de desarrollo tecnológico y uno de los trece expertos miembros del Consejo Consultivo de Bioseguridad. Este, a su vez, asesora al Comité Nacional de Bioseguridad Agrícola, organismo regulador para el uso y vigilancia en México de diversos organismos modificados genéticamente, entre ellos semillas y microorganismos.

Lo cierto es que la ciencia busca en la biotecnología un camino para abatir el reto del consumo de alimentos: en menos de 40 años se duplicará la población humana en el planeta y se triplicará la demanda de alimentos, mientras la superficie cultivable de la Tierra disminuirá en tamaño porque avanzan las áreas urbanas. La biotecnología ofrece algunos caminos para enfrentar este desafío.

"Por un lado, hay una natural resistencia al cambio alrededor de un cambio científico que es revolucionario. Y por otro, existe una guerra comercial por el mercado de alimentos en el que los países y las empresas buscan obstáculos técnicos para las nuevas tecnologías de sus competidores", comenta el especialista mexicano.

Vigilancia e investigación científica

"Muchas especulaciones circulan alrededor de que México es territorio de prueba para ensayar a los organismos genéticamente modificados, pero lo cierto es que los provenientes de la biotecnología agrícola son los alimentos más vigilados en la historia de la humanidad", señala el doctor Solleiro, y refiere que en 1988 se creó el Comité Nacional de Bioseguridad Agrícola, del cual nació la Ley Federal de Sanidad Vegetal, que

cuenta con los requisitos fitosanitarios para la utilización de los organismos genéticamente modificados.

Además, agrega, en enero pasado se logró el Acuerdo Internacional de Bioseguridad (también llamado Acuerdo de Cartagena), el cual establece parámetros para documentar el movimiento transfronterizo de este tipo de semillas y cultivos y fija los requerimientos técnicos de evaluación de riesgo.

Pero para llegar a esta normatividad se requirió una estricta vigilancia de los procesos y cultivos de los organismos modificados genéticamente, y se ha estudiado "con lupa" el desarrollo de diversas semillas y alimentos a los que se ha aplicado biotecnología. Además de reglas nacionales e internacionales, el riguroso método científico en este campo ha permitido para explorar el potencial de la biotecnología agrícola, como también generar investigación básica y aplicada en esta área, que desde 1980 tiene en el mercado internacional alimentos hechos con base en organismos genéticamente modificados.

Potencial y riesgos

A lo largo de los años, dos preocupaciones han girado en torno a los posibles riesgos del uso de biotecnología agrícola: alteraciones ambientales y a la biodiversidad, como posibles efectos adversos en la salud humana.

Sobre ello, el investigador señala a manera de ejemplo que gracias al uso actual de semillas resistentes, hoy se utilizan menos herbicidas que dañan el ambiente. Además, en un país como México tener diferentes tipos de maíz modificados genéticamente ofrece al país ventajas competitivas, mientras que la investigación científica se concentra en minimizar riesgos y efectos colaterales, manteniendo intactas las especies nativas.

"En las prácticas agronómicas con transgénicos se aplican reglas de bioseguridad que miden, por ejemplo, la distancia que recorre el polen entre una planta y otra", comenta el doctor Solleiro, para quien estas semillas y los alimentos derivados son los más evaluados en la historia, "y hay que seguir evaluándolos".

Sobre los posibles riesgos a la salud, el experto universitario señala que desde la utilización en 1980 de organismos genéticamente modificados con los que se hacen diversos alimentos, "no hay reportes de daños a la salud, que ya se habrían expresado en 20 años". Comenta que alimentos procesados como quesos, yogurt, derivados de frutosa de maíz, refrescos, aceite comestible y harinas que se consumen desde la década de los ochentas no han revelado efectos adversos en los consumidores.

Además, a nivel mundial existen unos 25 mil experimentos internacionales sobre pruebas de toxicidad, alergicidad y posibles efectos mutagénicos.

"En México hace más de quince años que comemos productos derivados de estas semillas, y son alimentos seguros, que no paralizan a la ciencia ni a la industria, sino que estimulan este vínculo", expone Solleiro. En contraste con esta discusión, subraya que hay una necesidad apremiante de aumentar la calidad y la cantidad de alimentos. "No tenemos autosuficiencia alimentaria, y la biotecnología es una herramienta para aumentar la productividad agrícola sin deteriorar el ambiente. El reto es lograr mayores rendimientos con un modelo concluye", añade el experto universitario.

FOLIO 39 Ciencia y Tecnología

Un guante... ¡para comunicarse!

Patricia López Suárez

Muchos problemas de salud nos pueden dejar sin emitir sonido. La carencia o disfunción de las cuerdas bucales, la imposibilidad para mover los músculos de la cara o diversos daños cerebrales. Frente a ello, los sordomudos recurren a sus manos para crear un eficiente lenguaje para comunicarse. Ahora, un científico de la universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y su grupo de colaboradores han creado un guante inalámbrico que, con pequeños movimientos de la mano, permite a personas con daño neurológico expresarse mediante el lenguaje escrito aunque estén parcialmente inmovilizados.

Útil para enfermos de esclerosis múltiple, hemiplejía o con tumores cerebrales que afecten el área del lenguaje, esta nueva tecnología fue idea y diseño del **ingeniero Román Osorio Comparán e implementada por su grupo de tesis (Rosa Elena Lobera y Adolfo Méndez, alumnos de la Facultad de Ingeniería) en el Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y Sistemas (IIMAS) de la UNAM.** El llamado guante virtual inalámbrico ha sido probado con éxito en pacientes, para quienes resulta una herramienta de comunicación que se adapta a cualquiera de las manos, trabaja con una batería y es de bajo costo.

Escribiendo en clave morse

Con el prototipo listo en el Departamento de Sistemas Computacionales y Automatización, Sección de Electrónicas y automatización del IIMAS-UNAM, el ingeniero Román Osorio explica

que la idea de esa tecnología es ayudar a personas que por diversos problemas de salud no pueden expresar se oralmente. Con el guante pueden hacerlo por escrito, aprendiendo un código muy útil en tiempos de telegramas, guerras y espionaje: la clave morse.

La clave morse es una clave que, para construir las letras de la A a la Z, utiliza diversas combinaciones a partir de dos elementos: punto y raya. "Con el lenguaje del guante traducimos esos dos elementos al sistema binario, es decir, al punto y raya le dimos valores de 0 y 1, y los introducimos a un microprocesador que traduce el sistema binario al alfabeto escrito que utilizamos cotidianamente", explica el ingeniero Osorio Comparán, quien diseñó y puso en marcha el prototipo a partir de un receptor y un transmisor de radio frecuencias, semejante a los utilizados en juguetes de control remoto.

Para realizar este proceso, el guante virtual inalámbrico consta de cuatro partes. La primera es un transmisor que se pone sobre la mano del usuario y tiene la función de recibir y enviar la señal. Sobre el transmisor está montada la segunda parte del equipo: un sistema de tres botones que, en forma de anillos plásticos, rodean cada uno los dedos anular, medio e índice. Con la ayuda del dedo pulgar de la misma mano, los botones ubicados en los demás dedos pueden ser pulsados para iniciar el mensaje.

La tercera parte del equipo es una antena para comunicación inalámbrica, que libera de siete

metros de distancia entre quien escribe y quien lee el mensaje. El cuarto elemento es el receptor, una caja metálica que contiene un microprocesador, el cual recibe la información de entrada y la traduce del lenguaje binario al escrito, gracias a que ha sido previamente programado con algoritmos matemáticos. El receptor contiene una pantalla de cristal líquido (también llamada "display") en la cual se leen hasta dos renglones del mensaje decodificado, de una forma similar a como se reciben en radiocalizadores y teléfonos celulares (mensajes de texto).

El esfuerzo que tiene que hacer el usuario del guante inalámbrico es aprender la clave morse, la cual aparece en un listado que se pone sobre el transmisor. Así, el usuario maneja con sus dedos los cuatro botones: un botón indica cero, otro uno, el tercero el fin de letra y el cuarto el fin de cada palabra. Con un ensayo previo y la ayuda del

listado con la clave morse, el usuario maneja fácilmente las pulsaciones del guante y puede expresarse por escrito, aún cuando la mayor parte de su cuerpo esté inmovilizado.

Las pruebas preliminares con el guante virtual inalámbrico del IIMAS se realizaron en el Instituto Nacional de la Comunicación Humana, en pacientes con incapacidad para hablar y diferentes niveles de daño neurológico. En ese sitio, el grupo del ingeniero Román Osorio encabezado por Rosa Elena Lobera y Rodolfo Méndez fue asesorado por la licenciada María del Carmen Cores, terapeuta en comunicación humana.

Una segunda versión del guante inalámbrico incluirá símbolos gráficos además de mensajes escritos, lo que ampliará su uso a pacientes en salas de cuidado intensivo y a personas que no leen ni escriben.

FOLIO 40 PARA EMPRESARIOS

Sanitario público con gran mercado

CONACYT

Cuando se sale a la calle, cualquiera que sea el motivo, tarde o temprano aparecerá la necesidad de recurrir a un sanitario, y los que se encuentran en espacios abiertos como parques públicos, ferias, exposiciones o mercados, por lo general se encuentran sucios y dañados.

Para cubrir esta necesidad, el **Departamento de Diseño de la UNAM** ha creado un sanitario público de uso individual que cuenta con los servicios de

retrete y lavabo. Entre sus características posee un sistema de autolimpieza, lo que suprime a un mínimo el personal de mantenimiento, es resistente al vandalismo y proporciona al usuario una apariencia confiable que invita a su uso.

Venda este equipo ideal para parques, exposiciones, estadios, terminales de autobuses y otras áreas a fines. Contacte a la Dirección de Servicios Comerciales al 56 22 96 18 y 96 21.

Novedoso equipo portátil de oficina

CONACYT

Cada día son más los mexicanos que viajan ya sea por negocios, dando cursos u otras actividades, y que requieren de una oficina móvil compuesta de equipos ligeros, fáciles de operar y resistentes. En el caso de los retroproyectores de acetatos portátiles, las opciones de elección son pocas y sobretodo caras.

Sin embargo, ha surgido una novedosa alternativa de retroproyector, desarrollado por investigadores mexicanos, que cuenta con un alto grado de movilidad, está diseñado con piezas cien por ciento nacionales, y a un precio muy reducido.

Este desarrollo permite el uso de acetatos de 20 por 20 centímetros, su distancia focal es de 3 metros y la imagen se puede exponer a un tamaño de 2.5 metros por lado. Sus creadores aseguran que ponerlo en funcionamiento toma sólo segundos.

Comercialice este instrumento, que cada día necesitan más los cientos de viajeros que realizan presentaciones de productos, estadísticas e informes. Contacte al **Doctor Rufino Díaz Uribe, del Centro de instrumentos de la UNAM** al tel. 56 22 86 14 ext. 116.

La propagación de las plantas nativas

Patricia López Suárez

Son bellas, resistentes y muchas desconocidas. Se trata de plantas mexicanas que no vemos regularmente y permanecen casi escondidas en el campo. Hoy, gracias a un proyecto científico de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y a un invernadero de primer nivel que lo soporta, varias especies nativas del país están siendo estudiadas y reproducidas para ser posteriormente trasferidas con las mejores cualidades a parques, camellones y calles de la Ciudad de México.

“Nuestro objetivo central es generar conocimiento sobre diversas técnicas de propagación de especies nativas no utilizadas tradicionalmente en el país, incentivar el reconocimiento del valor de las especies mexicanas y su utilización, así como obtener una cantidad suficiente de plantas para reincorporarlas al *campus* universitario y a la Ciudad de México”, explica **la maestra Tania Terrazas Arana, investigadora responsable del Invernadero de Propagación de Plantas Nativas, instalación del Jardín Botánico del Instituto de Biología de la UNAM.**

Es una segunda etapa, este proyecto –que combina estudios botánicos con técnicas de propagación y de arquitectura del paisaje– desarrollará un plan piloto para evaluar la respuesta de las plantas a las diferentes condiciones actuales de la urbe, como son los espacios reducidos, altas y bajas temperaturas, escasez o exceso de agua y la resistencia a factores como la contaminación, vientos, plagas y diversas enfermedades que las afectan.

Un “*campus experimental*”

Dentro de Ciudad Universitaria se encuentra la Reserva Ecológica de El Pedregal, única en la capital del país, que tiene una zona núcleo y otra de amortiguamiento. De ese sitio protegido, que colinda con edificios como la Facultad de Ciencias, el Estadio Universitario y la Rectoría de la UNAM, se obtuvieron algunas especies que se llevaron al invernadero para hacer diversas pruebas y luego reproducirlas con las mejores cualidades, como nutrientes en zonas urbanas.

“De la reserva se eligieron plantas con flores, las que atraen insectos, aquellas con cualidades

ornamentales, las que son fáciles de propagar y aquellas que pueden sobrevivir en la ciudad”, explica la maestra Tania Terrazas, y señala que la idea es abrir opciones de investigación para preservar, rescatar y reintroducir en el país especies mexicanas.

Así, se rescataron ejemplares de casi veinte especies nativas y se llevaron al invernadero, donde cientos de ejemplares se están propagando, utilizando técnicas modernas para optimizar los tiempos de crecimiento y lograr que las plantas germinen más rápido, con formas de mayor uniformidad, al tiempo que sean más vigorosas y resistentes a condiciones de suelo, escasez u exceso de agua, viento y cambios drásticos de temperatura.

“En el invernadero seleccionamos los mejores ejemplares para su reproducción y el desarrollo de plantas resistentes a plagas, y enfermedades, utilizando insecticidas naturales y de control biológico”, explica la especialista. Uno de los objetivos es alcanzar una propagación en cantidad suficiente a fin de que las plantas puedan estar disponibles para sembrarse en Ciudad Universitaria y posteriormente en el Distrito Federal, una vez que se formalice una vinculación con el sector gubernamental para preservar las especies nativas del valle capitalino.

La maestra Terrazas Arana explica que el antecedente de este proyecto data de 1995, cuando la UNAM desarrolló el Programa de Control Ecológico, el cual permitió tener un inventario de casi 18 mil registros de la vegetación de Ciudad Universitaria y desarrollar un proyecto multidisciplinario utilizando el *campus* central de la UNAM como zona experimental. “Por ejemplo, se detectó que sólo 47 por ciento de las plantas de Ciudad Universitaria eran nativas, mientras que el resto eran introducidas, así que comenzamos sustituyéndolas por plantas mexicanas”, y actualmente desde la botánica se estudia la adaptación de dichas especies a una que combina pavimento con áreas verdes.

Actualmente cientos de ejemplares de casi veinte especies nativas del Valle de México son las inquilinas del moderno Invernadero de

Propagación de Plantas Nativas, único en su tipo en la UNAM, realizado con tecnología holandesa y dentro del cuál hay condiciones óptimas para la propagación vegetal.

Ubicado en el Jardín Botánico de la UNAM, el invernadero tiene las condiciones óptimas para propagar a diversas especies, así que plantas tropicales como el mamey pueden convivir dentro del sitio con agaves o tronadoras, pues están en su fase inicial de desarrollo. Se trata de un invernadero automático, con condiciones estables de temperatura, humedad, intensidad luminosa, que ayuda a que las plantas crezcan sin “estrés” y puedan adaptarse a las condiciones externas del sitio, cuando sean trasplantadas a parques, camellones y separaciones de calles y avenidas. Esto es posible porque los aspectos meteorológicos del exterior están controlados y se hace un balance en las plantas para que al crecer sobrevivan fuera del invernadero y se mantengan estables en sus cualidades.

El invernadero cuenta con métodos tradicionales y técnicas modernas como la ferti-irrigación, que consiste en un sistema de opciones para alimentar a diferentes sistemas de riego; por ejemplo, a algunas plantas se les riega por goteo, mientras que otras con aspersión, todo ello de forma automática.

Se utiliza la fertilización a través del riego y se ensayan diferentes tipos de sustratos: algunas plantas están en tierra y otras en tezontle, unas más crecen sobre modernos materiales minerales y gravas especiales.

Mientras se conservan y rescatan plantas nativas mexicanas, la botánica en la UNAM se nutre de este proyecto para desarrollar investigación científica sobre los criterios de selección, que toman en cuenta el tamaño, forma y estructura de la planta, su tasa de crecimiento, tipo de raíces, características de las hojas, densidad de follaje, así como criterios de cultivo que buscan potenciar la germinación, respuesta al trasplante y resistencia al clima de las zonas urbanas. En fin: retornar estas especies a su sitio natural y tener nuevos datos científicos de la flora mexicana.

El universo enzimático de un científico

Patricia López Suárez

Este científico mexicano se parece a un espiral sinfín. Su mente avanza con la rapidez de múltiples sustancias que recorren un imaginario tirabuzón que traslada lo abstracto a lo concreto. Sus herramientas son creatividad, el ingenio y el método científico. Sus materias primas, un grupo de sustancias transformadoras. Su vocación, la experimentación de frontera. Su mundo, la ingeniería química dedicada a la ciencia de los alimentos y la biotecnología.

Más que enigmático, el universo del **doctor Eduardo Bárzana García** es enzimático, debido a que eligió como eje de sus líneas de investigación a las enzimas, esas “fábricas naturales” que promueven reacciones químicas añadiendo nuevas condiciones a las sustancias. La acción de las enzimas es catalítica, esencialmente transformadora, y por ello el científico utiliza esas proteínas como agentes para cambiar, alterar, crear y mejorar productos o compuestos de interés alimentario, biotecnológico y ambiental.

Este destacado académico, es fundador y activo investigador del departamento de alimentos y Biotecnología de la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Además, es miembro del Comité de Evaluación en el área de Biotecnología y Ciencias Agropecuarias del Sistema Nacional de Investigadores y en su laboratorio de la UNAM actualmente utiliza enzimas en tres importantes líneas de investigación que generan nuevo conocimiento y biotecnología de frontera. Este año recibió el Premio Nacional al Mérito 2000, reconocimiento bianual por trayectoria científica que formó parte de la 24 edición del Premio Nacional de Ciencia y Tecnología en Alimentos, otorgado por la industria mexicana de Coca-Cola.

Ingeniero químico por la UNAM, maestro en ingeniería bioquímica por la Universidad de Birmingham, Inglaterra y doctor en la misma materia por el estadounidense Instituto Tecnológico de Massachussets, Eduardo Bárzana García participó, entre otras cosas, en la fundación de la carrera de Ingeniero en Alimentos en la Facultad de Estudios Superiores (FES) Cuautitlán de la UNAM.

Eficiencia orgánica en colorantes de cempasúchil

La extracción de colorantes amarillos y naranjas de la flor cempasúchil, es una industria desarrollada en el país. Tradicionalmente, dicha flor se seca antes de extraer sus colorantes con un solvente llamado hexano, un producto muy volátil, inflamable y tóxico a la salud, controlado actualmente por la normatividad ambiental. En 1990, el doctor Bárzana se unió a la línea de investigación del doctor Agustín López Munguía y comenzaron el desarrollo de una tecnología de extracción con hexano, el cual posteriormente se evapora dejando concentrados los colorantes que se desean obtener.

La innovación en el proceso consistió en incluir un grupo de enzima que incrementa el rendimiento de extracción. ¿Cómo? “Con la acción de un cóctel enzimático, se modifica la estructura de la flor, que a consecuencia de la actividad del solvente, lo que resulta es una mayor eficiencia de la acción extractiva”, comenta el experto.

Este trabajo se concretó con un convenio de colaboración entre la UNAM y la empresa Bioquimex, S. A, a la cual se transfirió la tecnología resultante una vez patentada en 1994.

El doctor Bárzana explica que la tendencia mundial es limitar el uso del hexano y otras sustancias tóxicas, y el resto es sustituirlas con otros solventes menos peligrosos que tendrán que ser competitivos y lograr los resultados que hoy tienen los solventes convencionales. Por eso, en una segunda etapa de este proyecto, actualmente se utiliza experimentalmente dióxido de carbono, sustancia inocua, para sustituir al hexano como solvente.

“En el laboratorio sometemos el dióxido de carbono a un estado supercrítico, es decir, a altas presiones que lo comprimen hasta convertirlo en líquido, pues solo así funciona como solvente para extraer los colorantes de la flor. Para ello utilizamos un aparato llamado extractor supercrítico. Una vez que se obtiene el colorante, el dióxido de carbono líquido se descomprime y vuelve a su estado gaseoso, mientras que el colorante no se evapora ni se provocan reacciones adversas”, detalla el científico.

La aplicación de esta tecnología sofisticada y novedosa, tiene la posibilidad de sustituir solventes, con buenos resultados de competitividad técnica, e impulsar la búsqueda de nuevas sustancias extractivas compatibles con el medio ambiente y la salud. El siguiente paso será el escalamiento a planta piloto, en un proceso "limpio" cuya metodología podrá ampliarse a otros productos naturales, como los colorantes rojos, de los chiles ancho y pasilla, a los que también podrá aplicarse enzimas a fin de obtener mayor colorante y dióxido de carbono en estado supercrítico para impulsar el uso de sustancias orgánicas no contaminantes.

Compartiendo este objetivo de sustitución de solventes por sustancias orgánicas, el proyecto tiene su contraparte internacional en un grupo del Instituto Politécnico de Toulouse, Francia, que busca obtener insecticidas biodegradables. Los investigadores galos mantienen intercambio científico con el doctor Bárzana.

Enzimas calientes y detergente biodegradables

En una segunda línea de investigación, el doctor Eduardo Bárzana ensaya la actividad enzimática a muy altas temperaturas. Muchas enzimas pierden su capacidad de estimular una determinada reacción química si están a más de 50 ó 60 grados centígrados. Pero hay un grupo de enzimas, llamadas hipertermófilas, resistentes a temperaturas extremas. Por ejemplo, las que tienen sus orígenes en organismos que viven en el fondo del mar, en el cráter de un volcán o en un géiser.

En su laboratorio, el doctor Eduardo Bárzana y sus colaboradores ensayan las reacciones de ciertas enzimas en altas temperaturas y pretenden desarrollar un modelo inédito hasta ahora.

"Sométidas a más de cien grados centígrados, se ha demostrado que estas enzimas provenientes de microorganismos del fondo marino conservan su actividad catalítica". Además de generar conocimiento acerca de estas "fábricas naturales" que funcionan en condiciones extremas, la investigación servirá en el futuro para llevar a cabo reacciones enzimáticas con sustancias solubles en solventes orgánicos que, al someterse a altas temperaturas, aumentan su solubilidad.

Los primeros estudios básicos en el laboratorio del doctor Bárzana han permitido obtener con estas enzimas detergentes biodegradables a partir de azúcares como la lactosa, proveniente de la leche, y la glucosa. Este sistema también es promisorio para el aprovechamiento de azúcar de caña, una materia prima abundante en el país.

Esta investigación tiene seis años en su parte básica. "Ahora sabemos qué ocurre, pero el proceso para obtener el detergente aún es lento. Cuando esté definido el modelo, podremos abrirlo a otros productos", explica el científico, cuyo objetivo último es generar novedosos modelos químicos útiles a partir de sustancias orgánicas que no dañen la salud ni el ambiente y en los que además de la química orgánica, las ciencias agrícolas y ambientales, la fisicoquímica, y la ingeniería química. Este proyecto representa el tema de tesis doctoral de Mariano García Garibay, investigador de la UAM-Iztapalapa, bajo la dirección del doctor Bárzana.

Estampado molecular y enzimas sintéticas

La tercera investigación de este académico de la UNAM es el "estampado molecular", que consiste en construir moléculas parecidas a las que tienen las enzimas y otros productos con actividad biológica, como las hormonas y los anticuerpos, para generar diversas reacciones.

"Se trata de construir moléculas miméticas, artificiales pero con propiedades similares a las de algunos compuestos de seres vivos", explica el científico. A partir de polímeros plásticos (moléculas de gran tamaño) se crean partículas sintéticas, cuyo diseño y simulación se hizo por computadora. Las técnicas de simulación en computadora y de síntesis de los polímeros son muy especializadas, de frontera a nivel mundial, y fueron adquiridas mediante intercambios académicos del doctor Bárzana con grupos en Inglaterra.

Esta metodología novedosa, reciente y muy prometedora, arrancó en el laboratorio del especialista hace cuatro años, orientada al área petrolera. El polímero sintético fue creado para eliminar compuestos azufrados del petróleo, lo cual es uno de los defectos de hidrocarburo nacional. Así, este polímero análogo a una enzima podría absorber los indeseables derivados del azufre, mejorando la calidad del petróleo.

Mientras el doctor Bárzana desarrolla en la UNAM esta moderna metodología del "estampado molecular" para ampliarla en el futuro a múltiples usos, sus primeros resultados han dado pie a una línea de investigación del Instituto Mexicano del Petróleo para mejorar la eficiencia de remoción de azufrados por este novedoso método de la biotecnología. Dicha línea la llevan a cabo Beatriz Castro y Jorge Aburto, investigadores del IMP y exalumnos del doctor Bárzana.

Qué sigue en el Popo

Yolanda Rojas

Los lugareños lo llaman don “Goyo”, y algunas personas cuentan que ha sido guardian y testigo fiel del Valle de México. Los que a diario conviven con él y sienten sus efectos, dicen que es un gigante que habla el lenguaje del mundo, palabras expresadas en el humo, roca, ceniza y pequeños sismos que de vez en cuando indican que es un volcán activo. De ahí que en náhuatl su nombre significa “montaña que humea”. Conocido por los vulcanólogos y habitantes de la región como Popocatepetl, el coloso es un estratovolcán andésico-dacítico, localizado a 60 kilómetros al sureste del Distrito Federal y a 45 kilómetros al oeste de la ciudad de Puebla. Su majestuosa dimensión de cinco mil 450 metros sobre el nivel del mar, lo hacen la segunda montaña más alta del país, después del Pico de Orizaba, en Veracruz.

De acuerdo con el **doctor Carlos Valdés, académico del Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)** y subdirector de Riegos Volcánicos, Monitoreo y Actividad Sísmica del Centro Nacional de Prevención de Desastres (Cenapred), dos de las dependencias con mayor número de trabajos científicos sobre el tema, el *Popo* se formó de pequeños volcanes que guardaron en su interior magma, cuya fuente original es de cientos de miles de años. “Se caracteriza por una actividad continua, de la que hay registro desde 1519 con erupciones moderadas seguidas de presencia fumarólica, tal y como se ha observado de 1993 a la fecha. A consecuencia del último evento importante que tuvo lugar en los años veinte, el volcán formó un cráter de 900 metros de diámetro y aproximadamente 200 metros de profundidad. Su edificio cubre un área de 500 mil metros cuadrados abarcando los estados de Puebla, México y Morelos, superficie donde cabrían perfectamente cuatro Estadios Azteca”, explica.

Sus mensajes, conocidos de sobra por los especialistas, generalmente se expresan con temores, que son vibraciones constantes de periodos largos y su homogeneidad, lo que dificulta el pronóstico de un evento eruptivo mayor. Al respecto, el doctor Valdés indica que la única manera de percibir y evaluar el estado de actividad y riesgo, es a través de la observación (terrestre y aérea) mediante diversos métodos de instrumentación y monitoreo.

Su última etapa eruptiva

Técnicamente, el Popocatepetl entró en etapa eruptiva el 21 de diciembre de 1994 mostrando fases efusivas (exhalaciones de ceniza, gases y vapor de agua) e incrementos de presión que expulsaron todo el material acumulado en las fracturas ramificadas por donde sube el magma. Ese material correspondía a fragmentos viejos - quizá de su última erupción- que el volcán desechó durante dos años hasta 1996, fecha en la que comenzó a ascender producto nuevo o juvenil al interior del cráter. Antecedido por un comportamiento sísmico, la lava creó un montículo viscoso que al enfriarse formó un domo impidiendo la salida de gases altamente concentrados, fenómeno parecido a una olla *express*. “Finalmente, cuando se sobrepasa la presión, el volcán rompe y factura el tapón generando una gran explosión de piroclástico de tres o cuatro metros de diámetro, y no de lava como se piensa, ya que la posibilidad de que esta se desborde no se considera un riesgo inminente, dado que a la velocidad actual de crecimiento del cuerpo, tardaría varios años en llenar la capacidad del cráter, lo cual por ahora, resulta improbable. Esta etapa se pudo apreciar -con mayor magnitud- el 12 y 13 de diciembre del 2000”, expone el geofísico.

A partir de 1996, el Popocatepetl tuvo una formación de nueve tapones que, sin excepción “salieron prácticamente volando”. “El último de ellos (febrero-marzo del 2000) fue más pequeño que los anteriores, pero para el mes de septiembre, el domo presentaba una tasa de crecimiento de entre 190 y 200 metros cúbicos por segundo. En diciembre se empezó a manifestar actividad sísmica regular (12 micro sismos de tipo tectovolcánico), además de una columna de ceniza de seis kilómetros por encima del cono”, precisa. Asimismo, Valdés menciona que los temores armónicos (vibraciones pausadas) son la clave que antecede a un evento importante en el interior del volcán, pues sólo se da en condiciones donde alguno de los conductos magmáticos está tapado. Así, la explosión que tuvo lugar el 12 de diciembre fue acompañada de vibraciones de hasta seis centímetros de amplitud con duración de cinco minutos aproximadamente, aun cuando el gigante no presentaba acción externa. Empero, el día 15 del mismo mes, todas las estaciones de la red sísmica registraron interpretaciones de 12 horas continuas, además de deformación milimétrica en el edificio volcánico, razón por la cual el Cenapred y la Secretaría de Gobernación

—que comanda la vigilancia y los sistemas de protección civil— decidieron desplazar a las poblaciones cercanas en un radio de 12 kilómetros para evitar daños por ceniza abundante, flujos de material incandescente, derrumbes en las laderas y deslaves de hielo en sus faldas.

Tres grandes eventos

“El comportamiento del volcán es un proceso complejo, y lo que se presenció fue una manifestación de tipo estromboliana, o sea, actividad de baja explosividad provocada por gases en niveles líquidos. Por eso, al desgasificarse en su totalidad, el Popocatepetl volvió a estar en completa calma, aunque existe la probabilidad de que se vuelva a generar otro domo de lava, lo cual no implica que haya necesariamente una erupción de considerables dimensiones”, subraya el ingeniero Valdés. El análisis geológico de su actividad en los últimos cinco mil años revela la ocurrencia de tres grandes eventos eruptivos, el último de los cuales tuvo lugar hace mil 100 años. Las estadísticas anteriores señalan, por tanto, que el volcán está lejos de presentar una gran erupción, sin embargo, seguirá teniendo exhalaciones acompañadas de explosiones moderadas de baja intensidad. Hasta ahora, esa es la condición que prevalece en el *Popo* y lo único que podría variar el escenario sería nuevamente la presencia de tremores armónicos que indicarían aumento de lava y presión. Valdés sostiene que en ningún caso es posible pronosticar el comportamiento futuro de un volcán a largo plazo, no obstante, los sistemas de monitoreo aunados a la experiencia científica, permiten realizar valoraciones anticipadas por días o semanas, tiempo suficiente para tomar medidas preventivas.

Instrumentación y sistemas de monitoreo

En un esfuerzo conjunto del Cenapred, los institutos de Geofísica, Ingeniería y Física de la UNAM, la Secretaría de Gobernación, la Universidad de Hawai y el *Cascades Volcano Observatory* del Instituto Geológico de Estados Unidos, en los últimos años se estableció un complejo sistema de observación telemétrico con una central de adquisición y procesamiento de datos, a fin de obtener el diagnóstico oportuno de lo que ocurre en el interior del volcán. Cuatro tipos de medición se están llevando a cabo: visual, observar por tierra y aire; geodésico,

análisis de rocas, fragmentos y deformaciones del edificio volcánico, sísmico, mediación de frecuencias y grados de movimiento; y geoquímico, análisis químico de partículas, gases (bióxido de azufre y carbono respectivamente en la pluma que emana del cráter), sustancias y humo. “La red de monitoreo del *Popo* está compuesta por 15 estaciones localizadas en laderas circundantes y en sitios con altitudes de hasta cuatro mil 300 metros sobre el nivel del mar. La instrumentación consta de ocho sismógrafos de corto alcance, cuatro de banda ancha, una cámara de video con enlace de microondas, un radar *doppler* meteorológico, así como cuatro inclinómetros biaxiales desarrollados por ingenieros de la UNAM para medir la deformación”, refiere el **doctor Servando de la Cruz, decano vulcanólogo del Instituto de Geofísica de la UNAM** y el que más sabe sobre el gigante en todo el mundo. “Este conjunto de instrumentos sísmicos, geodésico e hidrométricos genera más de 60 señales, las cuales son transmitidas continuamente las 24 horas del día hacia el Cenapred mediante una compleja red de enlaces de telemetría radial. De tal suerte que en caso de alarma, las autoridades y los investigadores estamos comunicados”, añade el especialista.

De esta manera, la larga y continua charla entre la montaña y los científicos permite a México profundizar estudios de primer nivel sobre vulcanología y poder llevar a cabo eficientes ejercicios de emergencia civil, como el que se observó a finales del año pasado. La prueba está en la implementación de medidas generales a lo largo y ancho de su territorio, tales como rutas de evacuación y el ya conocido semáforo volcánico, que indica la fase de actividad en la que se encuentra. Mientras tanto, la ciudadanía deberá seguir y respetar las indicaciones citadas por el Cenapred, y no hacer caso a rumores que pongan en peligro la seguridad e integridad de las comunidades cercanas al coloso.

Hay que recordar que el Popocatepetl está vivo, y los mensajes que emite no son otra cosa que el producto de una contemplación natural que nutre los suelos y aviva los manantiales. Según los científicos mexicanos, cada exhalación es un alimento de vida, motivo por el cual en vez de temerle se le debe rendir veneración y respeto.

Al rescate de seis felinos mexicanos

Patricia López Suárez

Aunque sus bellos ojos cautos, su cadencia al caminar y su pelaje de diseños únicos dificulten localizarlos en su ambiente natural, seis especies de felinos mexicanos están en peligro de extinción debido principalmente a la modificación de su hábitat, a la cacería furtiva y a su difícil reproducción en cautiverio.

Las especies de jaguar, puma, ocelote, gato montés, jaguarundi y tigrillo o margay son cada vez menos frecuentes en México, país que gracias a su biodiversidad conformada por una región neoártica en el norte y otra neotropical en el sur, tuvo ancestralmente en su territorio poblaciones considerables de estos felinos nativos del continente americano.

Rescatar a estas especies de la extinción requiere obtener datos científicos de los animales que ya están en cautiverio, en un esfuerzo por generar nuevo conocimiento sobre ellos y lograr su reproducción en los albergues zoológicos.

Estudiosa de la etología, es decir, del comportamiento animal, la médica veterinaria Dulce María Brousset Hernández-Jáuregui forma parte de un proyecto de la **Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México (FMVZ-UNAM)**, cuyo objetivo es mejorar la calidad de vida de los felinos mexicanos en cautiverio, aumentar el conocimiento científico de esas especies e incrementar en un futuro su reproducción, evitando así nuevas capturas de los ejemplares en vida libre.

Este trabajo es coordinado de forma global por la **doctora Aline Schuneman de Aluja**, maestra emérita y principal impulsora de los estudios etológicos en la UNAM. El responsable del proyecto es el **doctor Francisco Galindo**, tutor del estudio doctoral de Dulce María Brousset, quien explica: "es una investigación interinstitucional, en donde la UNAM, a través del Laboratorio de Etología y Fauna Silvestre de la Facultad de Medicina Veterinaria, encabeza los estudios científicos que se realizan en 34 felinos cautivos en cuatro zoológicos nacionales: dos del gobierno del Distrito Federal (Chapultepec y Aragón), uno privado de Puebla (Africam, en Valsequillo) y otro estatal en Chiapas (el Zoomat, fundado por Miguel Álvarez del Toro). A su vez, el Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados

(Cinvestav) colabora en la realización de análisis específicos, mientras que el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) financia las investigaciones junto con la UNAM".

Conducta y cortisol, dos indicadores

Con una población de estudio de 14 ocelotes, 14 jaguarundis y seis tigrillos repartidos en los cuatro zoológicos mencionados, Dulce María Brousset y sus compañeros se han dedicado durante tres años a la observación y análisis de estos felinos, para comprender su comportamiento en cautiverio y su escasa reproducción.

"Primero los observamos de forma directa y estudiamos caso por caso si se trataba de animales que fueron capturados de la vida libre, si fueron mascotas o si salieron de su hábitat a consecuencia de un incendio o inundación. Ya identificados por especie e individuo, desarrollamos un protocolo para evaluar su conducta por videograbación". Sin invadir a los animales y con un registro preciso, los especialistas introdujeron cámaras (como las de seguridad bancaria) en cada albergue zoológico que, conectadas a videocassetas de intervalo de tiempo fijo, registran el comportamiento de los animales durante las 24 horas del día.

Los primeros resultados revelaron una conducta pasiva en animales que libres son predadores para obtener alimento. Notaron acciones repetidas como recorrer una y otra vez el albergue del zoológico y condicionamiento a una hora fija para comer.

Tomando muestras diarias de su excremento (en vez de muestras sanguíneas para no alterarlos), se encontró un aumento de la hormona cortisol, la cual, entre otras funciones, sirve para producir estrés. "Las muestras de excremento obtenidas de acuerdo al protocolo en cada zoológico, se llevan al Laboratorio de Fisiología del Cinvestav (a cargo de la doctora Martha Romo), en donde se someten a radioinmunoanálisis, una prueba que utiliza isótopos radiactivos para medir el cortisol, que resultó muy alto y reveló que los 34 felinos en cautiverio padecen estrés crónico", señala la veterinaria Brousset.

De igual manera, hormonas relacionadas con la reproducción, como el estradiol, la testosterona y

la progesterona, resultaron en baja cantidad, revelando las causas de la escasa reproducción en cautiverio. Así que los animales con estrés crónico tienen una falta de adaptación al cautiverio, lo que refleja su imposibilidad reproductiva.

Actualmente está concluida la primera fase de la investigación, una vez que se tiene el protocolo, la medición y los diagnósticos. En una segunda etapa que durará todo este año, se evaluarán las condiciones ambientales en cada zoológico, las cuales son muy variables: "Por ejemplo, en el Zoológico de Chiapas las condiciones ambientales son muy parecidas a la vida libre en la selva baja caducifolia, pues el cautiverio es una enorme malla, pero la vegetación y el clima corresponden al sitio natural de los felinos, mientras que en la Ciudad de México las condiciones son muy lejanas a su hábitat", explica la especialista, e indica que en Chiapas han nacido crías en cautiverio.

Otra línea de investigación del proyecto se concentra en la alimentación y las dosis de alimentos. Se ensayan mejoras para la comida a base de carne y huesos de res, pollo o caballo, a la que se adicionan vitaminas.

En este trabajo se compara este tipo de alimentación con la de los felinos libres, que comen además vísceras, plumas y piel con pelo de animales más pequeños con que se alimentan". Los especialistas realizan cambios tanto en el tipo de comida como en las dosis, las cuales ahora serán repartidas en diferentes horas del día, en vez de una sola sesión, como se acostumbra en los zoológicos.

El objetivo de este cambio es semejar los hábitos de los animales en vida libre (que comen poca cantidad pero varias veces al día) y reducir el estrés, asunto que se comprobará si al sumar mejoras ambientales y alimenticias, hay reducción del estrés crónico y mayor reproducción de felinos mexicanos en cautiverio.

Además de aportar nuevo conocimiento sobre el comportamiento de estos felinos mexicanos sobre los que hay escasa información, este proyecto crea parámetros de comparación con los felinos en vida libre e intenta mejorar el bienestar de los animales en cautiverio y la reproducción en zoológicos, como una medida que abata la extinción y reduzca nuevas capturas de animales en vida libre.

FOLIO 46
Ciencia y Tecnología

Medicinas y diagnósticos con matemáticas

Patricia López Suárez

Simular, imitar, representar. Acercarse a la realidad de forma virtual, hasta obtener resultados precisos de un experimento antes de realizarlo "en vivo". Es el universo de la simulación por computadora, una herramienta que no existiría sin las matemáticas, esa ciencia fundamental que, entre muchos otros quehaceres científicos, nutre a máquinas de gran capacidad con sistemas numéricos para convertirlos en imágenes, en formas, en resultados con un alto grado de certidumbre, en dimensiones y en ejemplos cada vez más parecidos a la realidad.

Con la ciencia de los números como sustento y la mejora farmacéutica como objetivo, el **Instituto de Matemáticas de la Universidad Nacional Autónoma de México (IM-UNAM)**, la Fundación Clínica Médica Sur y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) firmaron un convenio de colaboración para diseñar y desarrollar nuevos medicamentos y sistemas de diagnóstico dentro de un novedoso *Laboratorio de Simulación de Materiales*. Su "cerebro" será una

supercomputadora, la cual funcionará en el primer semestre del año dentro de las instalaciones que el Instituto de

Matemáticas de la UNAM tiene en Cuernavaca, Morelos.

El director del Instituto de Matemáticas, doctor José Antonio de la Peña Mena, comenta respecto a la supercomputadora y el *Laboratorio de Simulación de Materiales* que "sin esta sofisticada tecnología, algunos de los problemas motivo de este convenio de colaboración, serían imposibles de abordar". Y ejemplifica que con este proyecto, "podrán analizarse las interacciones moleculares entre fármacos y el ambiente biológico del organismo humano, lo que será útil para obtener un enfoque más racional en el diseño de medicamentos".

Acorde con el avance de la medicina genómica, en este proyecto se analizarán también las interacciones bioquímicas que ocurren entre

proteínas y material genético (ADN), con el fin de desarrollar en el futuro medicamentos para terapia génica.

El **doctor Luis Javier Álvarez Noguera, investigador responsable del proyecto de parte de la UNAM**, explica que "la simulación es una gran descripción de fenómenos físicos y químicos que no podemos ver; por ejemplo, una secuencia de ADN o las propiedades físicas de una molécula. Para llevarla a cabo requerimos de matemáticas, de simulación numérica de procesos, de una serie de componentes teóricos de las matemáticas en los que interviene el cómputo".

El académico señala para que una simulación sea cada vez más realista, necesitarán más matemáticas. Y añade que, además de una importante herramienta para la química, la física, la medicina, los nuevos materiales y otras disciplinas, la simulación realista de sistemas complejos es en sí misma un novedoso campo de conocimiento para las matemáticas, cuyo eje filosófico es explicarse fenómenos y predecirlos.

Con el "puente" que la simulación logra entre la abstracción matemática y su concreción visual por computadora, el logro último para el doctor Luis Javier Álvarez Noguera es "conferirle capacidades predictivas a la simulación", así como "crear una metodología propia en simulación realista de sistemas complejos, para generar nuevo conocimiento de frontera en este campo de las matemáticas y lograr aplicaciones que beneficien a ésta y otras ciencias", lo mismo el desarrollo de catalizadores, análisis volcánicos y cambios en las secuencias de ADN.

El laboratorio de simulación de Materiales

Utilizando programas de simulación hechos por el grupo del *Laboratorio de Simulación de Materiales* a partir de métodos numéricos de cálculo, el doctor Álvarez Noguera y sus colaboradores utilizarán en su laboratorio una supercomputadora (del tipo de la Cray de la UNAM, pero más moderna), que se emplea en el análisis de sistemas complejos, pues realiza enormes cantidades de cálculos muy rápidamente y luego los "traduce" en datos precisos e imágenes de sistemas, con un alto grado de realismo.

Los métodos utilizados son el de dinámica molecular y el de *Monte Carlo*, que están basados, en términos generales, en modelos matemáticos de la interacción entre átomos y moléculas. Estos métodos involucran la resolución numérica de enormes cantidades de ecuaciones diferenciales parciales, del uso de transformadas integrales, el cálculo de funciones de autocorrelación, la generación de millones de números aleatorios, entre otros.

Los expertos alimentan a la supercomputadora, que realiza miles de millones de operaciones por segundo, y generan resultados e imágenes de fenómenos fisicoquímicos, que de otra manera serían imposibles de estudiar.

Competencia farmacéutica con investigación propia

La idea del convenio **entre el IM-UNAM**, Conacyt y la Fundación Clínica Médica Sur es crear, en corto plazo, el Centro Mexicano de Investigación Farmacológica y Biotecnológica (CIF-Biotec) en el que se integren la investigación básica y la investigación clínica, enlazadas a un centro incubador y comercializador. La misión del CIF-Biotec será ofrecer un amplio espacio de posibilidades de servicio e interacción con la comunidad científica, un centro integrando de excelencia científica y tecnológica para el estudio y análisis de nuevas moléculas de utilidad terapéutica, de patente y desarrollado por mexicanos, para su evaluación en fases preclínicas y clínicas, así como para la realización de estudios de bioequivalencia que permitan disminuir el rezago que actualmente existe en México en estas áreas de gran relevancia sanitaria y económica para el país.

La parte básica del proyecto estará a cargo del IM-UNAM, dentro del Laboratorio de simulación del doctor Álvarez Noguera, mientras que la parte clínica estará a cargo de los especialistas de la fundación Médica sur, donde se realizarán estudios clínicos farmacológicos y biofarmacéuticos, una vez que los nuevos medicamentos se hayan probado mediante la simulación.

Este centro virtual (CIF-Biotec) estará dedicado al diseño, desarrollo, pruebas y comercialización de fármacos, partiendo de las matemáticas y estimulando la investigación propia en cinco ámbitos. Uno de ellos es el descubrimiento o modificación de fármacos y agentes de diagnóstico en áreas de gran impacto como el cáncer, infecciones y enfermedades crónico-degenerativas, que sean sujetos de ser patentados, una vez que se hayan sintetizado y fabricado los prototipos de los fármacos.

Posteriormente, se realizará la investigación clínica y farmacológica asociada a clínicas y laboratorios ya existentes; se harán pruebas que garanticen el respeto a la Norma Oficial Mexicana y se instalará una unidad especializada de farmacovigilancia hospitalaria, para finalmente realizar un análisis de mercado y comercialización de las patentes y aportaciones científico-tecnológicas que se logren con este proyecto. En una primera fase estudios de investigación clínica

con apego a las buenas prácticas de investigación. En una segunda etapa se llevarán a cabo estudios de bioequivalencia para certificar medicamentos susceptibles de venderse como genéricos intercambiables y en una tercera etapa, se incorporarán los desarrollos que se logren en la parte teórica del proyecto.

De las matemáticas a la aplicación de nuevos fármacos, este convenio confirma los fructíferos resultados que juntos pueden lograr la academia, la industria y los apoyos gubernamentales.

FOLIO 47
Ciencia y Tecnología

Vacuna contra el cáncer cérvico-uterino

Yolanda Rojas

En la actualidad la causa del cáncer cérvico-uterino (CaCu) está definida por un agente que participa de manera contundente en su desarrollo, y es el causal de ciertas infecciones en las mujeres y hombres. A este agente se le conoce como Virus del Papiloma Humano (VHP) y persiste en la aparición de lesiones que pueden producir un tumor maligno considerado de "alto riesgo por los especialistas".

Los VHP evolucionan de manera conjunta con los hombres y han encontrado la forma de pasar desapercibidos por el sistema inmunológico; frente a ello, los especialistas realizan diversos estudios a fin de encontrar mejores alternativas que logren controlarlos y evitar su propagación. Al respecto, científicos **del Instituto de Investigaciones Biomédicas de la Universidad Nacional Autónoma de México (IIB-UNAM)** y del Instituto Nacional de Cancerología (INC), trabajan en la búsqueda de vacunas que ayudarán a prevenir y combatir el cáncer cérvico-uterino en la mujer.

Los virus papiloma

Las neoplasias cérvico-uterinas pueden prevenirse con la prueba de Papanicolau, pero en algunas ocasiones es recomendable realizar adicionalmente un examen llamado captura de híbridos, que permite detectar la presencia de ADN (de los tipos de virus asociados con el desarrollo de la enfermedad).

Según el **doctor Alejandro García Carrancá**, del Departamento de Biología Molecular del IIB-UNAM y la División de Investigación del INC, los papilomavirus son entidades causantes de verrugas o papilomas (tumores benignos no cancerosos) en la piel y las mucosas tanto de los humanos como de los animales, pudiendo infectar a peces, aves, perros, conejos, bovinos, delfines y primates, por mencionar algunos.

"A la fecha se conocen cerca de 100 distintos tipos de virus que afectan a los humanos, de los cuales unos 30 tienen localización genital y pueden permanecer ahí sin dar síntomas. Cada uno de ellos contiene una molécula de ADN circular en su interior, la cual al introducirse en las células que conforman la mucosa genital provoca alteraciones que ocasionan cambios citológicos (en la célula). Los virus humanos se diferencian por la secuencia de nucleótidos en su genoma y pueden agruparse en módulos de bajo, moderado y alto riesgo. En particular los tipos 16, 18, 31, 33, 35, 45 y 58 son sexualmente transmisibles, y se encuentran con frecuencia en tumores malignos; en cambio, el 6, 11 o 41 están asociados a las lesiones benignas de las mucosas genitales conocidas comúnmente como *condilomas*, y debido a que se encuentran de manera poco frecuente en los tumores, se han clasificado de bajo riesgo", explica. La mayoría de las lesiones producidas por los papilomas de bajo riesgo, agrega, vuelven a la normalidad con el paso del tiempo, pero las producidas por los tipos de alto riesgo oncológico pueden evolucionar originando el cáncer.

Todos los virus de papiloma, refiere, presentan en su genoma características estructurales y de organización similares, y contienen dos genes específicos denominados E6 y E7, que propician el desarrollo de lesiones precursoras de cáncer. Los genes E6 y E7 son considerados "oncogenes" pues las proteínas que generan interfieren con los controles normales de crecimiento y proliferación celular. Además, para que se desarrolle finalmente un tumor, es necesaria la acumulación de daños genéticos en los "oncogenes" y los "genes supresores de tumores de las propias células".

En el caso particular de los virus de papiloma humano, los investigadores del IIB-UNAM y del INC están desarrollando básicamente dos tipos distintos de vacunas. Por un lado, las tradicionales que pretenden impedir la infección mediante la generación de una respuesta inmune, es decir, neutralizar las partículas virales; y del otro, las llamadas vacunas terapéuticas -incluidas las de ADN-- que podrían ayudar a disminuir el crecimiento y proliferación tumoral.

Respecto a las vacunas tradicionales, el doctor García Carrancá indica que en el laboratorio no ha sido posible obtener suficiente producción del virus para desarrollar fórmulas convencionales como las de la poliomielitis, ya que los que se producen no siempre están relacionados --aunque sí presentes-- con el desarrollo y la aparición de cáncer. Sin embargo, añade, "hemos diseñado diversas alternativas basadas en la observación de dos proteínas tardías llamadas L1 y L2, que solas o combinadas llevan a la generación de estructuras parecidas a las que presentan los virus de papiloma infecciosos (viriones), y que han sido denominadas partículas pseudo-virales (VLP). Las propiedades antigénicas de VLP las hacen candidatas para el desarrollo de vacunas profilácticas eficaces".

Menciona que hasta ahora estas vacunas han probado ser muy eficientes en diversos sistemas de papilomas animales, como el conejo de cola de algodón, distintos tipos de virus bovinos y el oral canino. En todos ellos se ha demostrado que la infección viral puede prevenirse mediante la vacunación con antígenos de VLP. "En diversos laboratorios del mundo se han creado vacunas contra el VPH 11 y 16, y los estudios mostraron que la mayoría de las pacientes sometidas a la prueba desarrollaron una respuesta inmune adecuada al tipo de virus usado".

Las vacunas de papiloma humano que están basadas en VLP ya se están probando en grupos grandes de individuos de países como Estados Unidos, Australia y Alemania, e investigadores de diversos institutos internacionales de salud comenzarán a ensayarlas en 20 mil mujeres de Costa Rica. Pero en opinión de algunos especialistas, tendrán que pasar 20 años para que estas vacunas puedan probar su eficacia en humanos. "Como normalmente se requieren cerca

de 20 años para que las infecciones virales se manifiesten y generen lesiones precancerosas, serán necesarios un número similar de años para estar seguros que las mujeres inmunizadas con VLP nunca desarrollarán la enfermedad", puntualiza García Carrancá.

La esperanza de la cura

"Los ensayos realizados en nuestro laboratorio con el gen E2 para reprimir la expresión de los oncogenes E6 y E7 son eficaces en ratones, y pensamos que en el año 2001 el INC podría aplicarlas a mujeres con cáncer en etapa avanzada", precisa el científico del la UNAM. En este caso particular, las llamadas vacunas terapéuticas de ADN que consisten principalmente en preparaciones con un fragmento del material genético de los virus de papiloma humano (el gen E2), se encuentran aún en fase experimental y están siendo probadas con éxito en animales por el Instituto Nacional de Cancerología.

El doctor Alejandro García Carrancá comenta que las vacunas de papiloma que se perfilan para estar en el mercado en algunos años son las basadas en VLP (partículas pseudo-virales) y se destinarán tanto a hombres como mujeres en edades tempranas (preferentemente antes de su primer experiencia sexual), tal y como se hace hoy en día con cualquier otra vacuna. Asimismo, si se logran crear las vacunas profilácticas de ADN, éstas podrían utilizarse "linfoalizadas", o sea, en estado seco como la penicilina: "Las vacunas de ADN, serían en principio más económicas de producir, pero es importante enfatizar que aún no han sido probadas para su uso en humanos".

Por otra parte, explica que estas investigaciones podrán ser útiles para desarrollar maneras de interrumpir el proceso por el cual la infección de virus del papiloma humano puede llevar al crecimiento de células anormales y eventualmente al cáncer. "A pesar de las grandes expectativas por estos tipos de vacunas contra el VPH, es necesario insistir en que además de la prevención, la mejor arma para atacar el cáncer cérvico-uterino es su detección temprana", concluye

¿Neuronas para robots?

Patricia López Suárez

Acaso haciendo eco de la sentencia bíblica que dicta que "Dios hizo al hombre a su imagen y semejanza", durante siglos los inventores, primero, y en las últimas décadas los científicos han desarrollado objetos y tecnologías imitando la forma del cuerpo humano y aspirando a crear maquinarias eficientes como la que ha regalado la evolución a cada ser vivo.

Así, han nacido muñecos, títeres, autómatas y robots; fabricaciones "humanizadas" que de la madera al metal y de los hilos a los cables pueden moverse por sí mismos, responder a un estímulo o desplazarse de un sitio a otro para realizar una tarea específica y automatizada por dictado del ser humano.

Mucho se ha avanzado desde la artesanía hasta la electrónica en imitar la forma, el diseño y la estructura física del ser humano. Pero hoy en día, los mayores avances de la robótica no se limitan a copiar el exterior de humanos y otras especies animales. Buscan entender y reproducir algunos aspectos del funcionamiento cerebral, para luego imitarlos mediante las matemáticas, la física, la ingeniería y el cómputo e integrarlos a máquinas cada vez más eficientes y precisas.

Dentro de esta tendencia mundial se ubica la neurorrobótica, que intenta "tomar de los seres vivos características del cerebro o de algunas funciones, como la rotación y la orientación de la cabeza del búho, para luego llevarlas a los robots", explica el **doctor José Ismael Espinosa Espinosa, investigador y profesor de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).**

Entre la electrónica y las neurociencias

Los robots que narra la literatura de ciencia ficción y animados por el cine, esos parecidos a nosotros y capaces de pensar y sentir de la misma forma que los humanos, son mucho más ficción que ciencia, pues lo que se realiza en los laboratorios científicos del mundo está todavía muy lejos de esos parámetros, considera el doctor Espinosa, quien en la Facultad de Ciencias coordina el Laboratorio de Cibernética del Departamento de Física, área en la cual decenas de estudiantes de ingeniería, física, biología y matemáticas se forman en esta rama del conocimiento.

"No es trivial copiar modelos animales y conocer los mecanismos para ver, oler y medir a través de complejos sensores biológicos que tienen diversas especies animales", señala el especialista, ingeniero mecánico-electricista, con maestría en ingeniería biomédica electrónica y doctorado en bioingeniería, especializado en neurociencias.

Comenta que los sensores son quizá los elementos más utilizados en cualquier robot, pues permiten a estas máquinas adquirir información, analizarla y compararla con la tarea prescrita, todo ello a través de una computadora.

Los robots más desarrollados en el mundo son los industriales, diseñados y programados para pintar piezas, decorar pasteles, taladrar, poner tuercas, soldar, realizar acabados, pasar piezas de un sitio a otro e incluso participar en cirugías médicas. Pero el reto actual "es sacar a los robots al exterior, sin condiciones controladas como las que hay dentro de una fábrica o una planta industrial, en donde están anclados en un solo punto", explica el doctor Ismael Espinosa, y refiere que hoy existen nuevas necesidades en donde los robots deben realizar su trabajo independientemente de las condiciones de suelo, clima o ciertas condiciones adversas.

Para "resolver" imprevistos y salir adelante en su trabajo automatizado, las modernas computadoras de los robots deben tomar decisiones, decidir y actuar. Por ello se crean imitando los patrones de conducta animal. "La neurorrobótica se inició en la robótica reactiva, y luego incorporó algún tipo de aprendizaje y capacidad de generalización, además de que es móvil o flexible, pues el robot se desplaza de un ambiente a otro", comenta el científico, y expone que "ahora no bastan las computadoras ni los mecanismos electrónicos; necesitamos conocer el cerebro, estudiar neurociencias para entender mecanismos como la visión, que involucra actividad eléctrica, química y óptica, y que no funciona aislada".

El universitario comenta que "para hacer neurorrobótica hay que perturbar los sistemas, saber qué mecanismo sigue un ave para orientarse y qué pasa entre sus ojos y sus oídos para que un animal logre cazar con gran precisión una presa y alimentarse".

¿Robots biológicos?

El cerebro funciona a través de redes neuronales. Así que en el Laboratorio de Cibernética, el doctor Espinosa y sus alumnos trabajan con varios módulos de investigación: uno utiliza modelos matemáticos para simular en un programa de computadora de cincuenta a quinientas neuronas artificiales, a fin de imitar el funcionamiento eléctrico de redes neuronales.

Otro módulo se llama neurofisiológico y estudia la conectividad entre neuronas en el hipocampo de ratas de laboratorio. Una de las funciones del hipocampo es servir como memoria espacial. La idea es lograr en el futuro robots que logren navegar con un propósito específico y regresar al

sitio de origen, máquinas que puedan "ir y volver a un sitio sin necesidad de un mapa".

Un tercer módulo se concentra en el procesamiento de señales y la adquisición de datos, mientras que un cuarto se dedica a la construcción de robots reales y virtuales y al estudio de otros que ya existen en el mercado. Todo esto con la idea fundamental de ensayar nuevo conocimiento y formar a los estudiantes en esta relevante área del conocimiento, para que las nuevas generaciones se acerquen desde la robótica al funcionamiento del cerebro, y a los mecanismos que sigue, y, a su vez, apliquen éstos en las máquinas y computadoras inteligentes del futuro, lo que es el objetivo fundamental de la cibernética, manifiesta el doctor José Ismael Espinosa.

FOLIO 49 PARA EMPRESARIOS

Laboratorios modulares para enseñar las ciencias

Patricia López Suárez

Uno de los problemas a los que se enfrentan las preparatorias y universidades es la adecuada enseñanza de la ciencia y la tecnología, debido a que los laboratorios utilizados en las prácticas y clases están diseñados de tal forma que los estudiantes no aprenden a hacer los experimentos y tienen una actitud pasiva frente a ellos. Otro inconveniente es que muchos de los materiales y equipos con los que cuentan son de importación.

Ante esta situación, **representantes de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)**, de la empresa mexicana Harry Mazal y del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) firmaron un convenio de colaboración que permitirá el diseño, actualización y elaboración de cinco laboratorios para la enseñanza de las ciencias, las técnicas y las ingenierías, los cuales ya se diseñan en el **Centro de Instrumentos de la UNAM**.

Una vez terminados, la empresa Harry Mazal dispondrá de estos laboratorios modulares para venderlos a escuelas preparatorias y universidades que los requieran en el país. Los cinco laboratorios, que estarán listos en los próximos 18 meses, cumplen con los programas y las prácticas de estudio de las preparatorias y universidades nacionales, son cien por ciento mexicanos y, además de ser insumos para la enseñanza, son líneas de investigación aplicada

del Centro de Instrumentos de la UNAM, que además pueden adecuarse a investigaciones científicas del más alto nivel, simplemente calibrando ciertos instrumentos que ya contienen.

Laboratorios "montables"

Harry Mazal es una empresa mexicana que se dedica a la importación de equipos de laboratorio y a la mejora de algunos de ellos. "Tanto los empresarios de Harry Mazal como las escuelas detectaron que los materiales de enseñanza importados utilizados en las prácticas y clases de temas científicos y tecnológicos no cumplen con los requerimientos, pues los estudiantes no aprenden al hacer los experimentos y tienen una actividad pasiva con materiales que tienen una sola solución", explica la **doctora Nydia Lara Zavala, coordinadora de Vinculación del Centro de Instrumentos de la UNAM** y generadora de este convenio.

La especialista agrega: "con estos equipos proponemos que el estudiante tenga una participación activa, que los científicos mexicanos desarrollen tecnología propia y realicen primero las prácticas de estudio para ajustar los equipos de enseñanza a las necesidades escolares". Además, al producir en México se crea infraestructura propia, se sustituyen importaciones y los científicos universitarios están listos para

modificar estos laboratorios de acuerdo a los cambios que haya en los planes de estudio, pues ellos son sus creadores.

La doctora Nydia Lara explica que el Centro de Instrumentos de la UNAM ha trabajado antes con la empresa Harry Mazal, y en esta ocasión el convenio se vio favorecido con el Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación y Desarrollos Conjuntos de Conacyt, mediante el cual esa instancia gubernamental estimula la colaboración de la industria aportando 50 centavos por cada peso que Harry Mazal invierta en el proyecto.

Para el coordinador de la Investigación Científica de la UNAM, doctor René Drucker Colín, este tipo de convenios entre la universidad y la industria privada "demuestran que la Universidad puede convocar a los empresarios, y que hay empresarios mexicanos dispuestos a apostar con recursos para la generación de equipos científicos nacionales".

Ciencia virtual, refrigeración, mecánica, control hidráulico El convenio en el que ya trabaja el Centro de Instrumentos incluye el diseño de un Laboratorio de Ciencias, el cual se anexa a una computadora y, de forma virtual, permite al estudiante realizar diversos experimentos de biología, química, física y matemáticas. "Con la facilidad de cambiar tarjetas al aparato, se cambian diversos sensores electrónicos que miden parámetros como temperatura, humedad o resistencias, entre otros, dependiendo del experimento que se realice", comenta la doctora Nydia Lara y añade que este laboratorio, realizado

totalmente en la UNAM, también emite gráficas de los resultados, es visual y atractivo para los estudiantes.

Los otros laboratorios modulares que ya se diseñan o mejoran son el de Aire Acondicionado y Mecánica Automotriz, de Control Eléctrico, el Laboratorio de Equipo de Refrigeración, de Control Neumático y el de Control Hidráulico.

Cada uno de ellos cuenta con modelos a escala. Por ejemplo, el de refrigeración explica el movimiento de gases, el bombeo, parte eléctrica y el uso de la temperatura, gracias a que el mecanismo completo está instalado en un solo gabinete de exhibición que se lleva a la preparatoria o al aula universitaria.

El Laboratorio de Control Hidráulico incluye una bomba hidráulica con una tarea específica, que permite entender el concepto, y tiene compuertas que permiten observar qué pasa cuando fallan estos equipos. Con sus especificaciones según lo que se enseñará en clase, cada uno de los cinco laboratorios se montan en un mueble grande, parecido a un gabinete, a fin de exhibirlos a los alumnos y que ellos mismos ensayen y obtengan resultados para facilitar el aprendizaje.

Para el doctor René Drucker Colín, este tipo de convenios "permiten crear un puente de los trabajos científicos de la Universidad Nacional hacia fuera, desarrollar tecnología propia y acercar a los científicos y a los empresarios en proyectos conjuntos".

FOLIO 50 BIOTECNOLOGÍA

Biotecnología y salud infantil

Eduardo González

La etapa infantil requiere de suma atención médica con el fin de detectar enfermedades, ya sea con el fin de prevenir su desarrollo a futuro o tratarlas forma oportuna. Así entre las primeras pruebas que se practican a un recién nacido figura la llamada detección del hipotiroidismo.

Esta enfermedad se caracteriza por la baja producción o ausencia de las hormonas tiroideas, y de no tratarse a tiempo, se corre el riesgo de que el niño sufra de cretinismo, padecimiento caracterizado por enanismo, retraso mental profundo irreversible y obesidad. Estadísticas de la Secretaría de Salud indican que de cada 2 mil

recién nacidos, uno de ellos sufre la ausencia de hormonas tiroideas. La terapia para revertir este mal consiste en aplicar dosis sustitutivas y el éxito del tratamiento depende de la edad en que se inicia y su continuidad.

Como una forma de contribuir a mejorar la salud de la población mexicana y reducir costos de atención médica, el **Instituto de Biotecnología (IBT) de la Universidad Nacional Autónoma de México** se dio a la tarea de desarrollar una prueba de detección del hipotiroidismo, en colaboración con los Laboratorios Silanes.

De esta manera, en el Departamento de Reconocimiento Molecular y Bioestructura del IBt, dirigido por el **doctor Alejandro Alagón Cano**, se logró cristalizar este proyecto, junto con un grupo de investigadores de Silanes, al mando del doctor Jorge Paniagua. En la investigación conjunta participaron científicos de las ramas de la biología, química e inmunología.

El principio como se detecta a un recién nacido el hipotiroidismo es comúnmente por dos vías: la prueba llamada Elisa y otra denominada dipstick. Así, al bebe se le toma una muestra de sangre que puede someterse a cualquiera de las pruebas. En 1992 un grupo de investigación del IBt se decidió por encontrar una tercera vía. Su objetivo fue desarrollar tiras de diagnóstico, diseñadas para una sola muestra y que funcionaran igual que una prueba de embarazo, con la diferencia que en lugar de orina como muestra se utilizara una gota de sangre.

El doctor Alagon Cano indica que las prueba Elisa, dipstick y esta novedosa tira, utilizan anticuerpos monoclonales que reaccionan ante la presencia de concentraciones de la hormona estimuladora de la tiroides (TSH). Por ello el primer paso que se tuvo que dar fue obtener anticuerpos monoclonales propios. Ello requirió la utilización de técnicas de biotecnología, que unieron células de los anticuerpos a otras que se dividen rápidamente. Con ello se obtuvo un hibridoma, que son células diseñadas para fabricar altos volúmenes, en este caso de anticuerpos. Esta etapa fue financiada por la Fundación Panamericana de la Salud.

En una segunda etapa, con los anticuerpos seleccionados de acuerdo a su potencialidad para reaccionar a la TSH, en los laboratorios de Silanes se realizó la fijación de éstos a las tiras de prueba. La opción, tras probar varios soportes, consistió en utilizar partículas de oro mezcladas con los anticuerpos en una solución inerte. También se desarrollaron los procesos de obtención a nivel planta piloto.

La tira desarrollada, explica el doctor Alagón Cano, funciona como una prueba de embarazo.

Sus ventajas: volumen mínimo de muestra, una gota de sangre; no requiere utilizar infraestructura especializada y costosa de laboratorio; vida útil de cera de un año; aplicación *in situ* y respuesta en un máximo de 15 minutos.

El IBt y Laboratorios Silnes establecieron un amplio convenio de colaboración, apunta Alagón Cano. "Fue esencial su apoyo para la obtención experimental de la prueba", además resalta que hubo muchos intercambio de información entre los especialistas de ambas partes.

Por ahora, esta tira de diagnóstico se encuentra en su etapa de validación, que se realiza en el Instituto Nacional de Pediatría, y se contrastan sus resultados con otros productos que existen en el mercado. El investigador de la UNAM comenta que los resultados de las 18 mil pruebas realizadas hasta ahora han sido muy satisfactorios, por lo que se espera que dentro de unos meses se obtenga la aprobación de las autoridades para lanzar el producto al mercado.

Esto otorgaría a Laboratorios Silanes la posibilidad de cubrir parte de las necesidades que en México hay para la detección del hipotiroidismo congénito, solamente en el sector de la Secretaría de Salud ocurren anualmente el nacimiento de 600 mil niños, mientras que en el Instituto Mexicano del Seguro Social representa un millón de partos. La última etapa consistirá en la transferencia tecnológica de los anticuerpos monoclonales y su proceso de obtención a Silanes, loS cuales de momento son proveídos por el IBt.

El doctor Alejandro Alagón Cano indica que el desarrollo de la prueba ayudará a la prevención del cretinismo y si la empresa consolida su exportación, beneficiaría a miles de niños de otras naciones. En el aspecto tecnológico, se demuestra que los científicos mexicanos junto con empresas y gobierno son capaces de crear casos exitosos de vinculación, con el fin de desarrollar productos mejores que aquellos que se importan, concluye.

Venda caseta de amplio uso

CONACYT

El tema de la seguridad es una preocupación generalizada y por ello día a día en escuelas, centros comerciales, oficinas o conjuntos residenciales, se instalan casetas de vigilancia que han de cumplir con ciertas características específicas para ser funcionales.

Con la idea de desarrollar una caseta de vigilancia económica y útil, **diseñadores de la Universidad Nacional Autónoma de México** realizaron un sistema de caseta que por la disposición y versatilidad de sus elementos permite crear módulos de distintos tamaños, y equiparlos de acuerdo a las necesidades específicas de uso.

Están contruidos con aluminio y plástico de alta resistencia, permiten una visión de 90 grados y se les pueden instalar celdas solares, además de un sencillo pero eficiente sistema de ventilado.

Comercialice está caseta fácil de producir y ensamblar, que sin duda tiene un gran campo de aplicaciones y una creciente demanda. Contacte al **diseñador industrial Hector López Aguado del Centro de Investigación en Diseño Industrial de la Universidad Autónoma de México (UNAM)** al tel: 5622-0835 y 36. e-mail: cidi@servidor.unam.mx

Vajilla cerámica de uso industrial

CONACYT

Las vajillas continuamente están sometidas a un riesgo de maltrato físico, sobre todo si son de hoteles, restaurantes y comedores industriales, donde los platos y demás elementos están expuestos a constantes golpeteos, vibraciones y continuos cambios de temperatura. Por ello este sector requiere de una loza capaz de soportar este uso y que a la vez sea visualmente estética.

Con este reto en mente, diseñadores industriales desarrollaron una vajilla hecha de cerámica de alta temperatura, creada específicamente para uso pesado.

Al contrario de otras ya existentes, ésta presenta estilizadas formas que combinan con cualquier decoración; incluye un servicio completo de platos, tazones y vasos, así como trinchas, salero, platon de ensalada, salsero, entre otras piezas, que la hacen una solución completa.

Surta a toda la industria de restaurantes, hotelera y comedores industriales con esta resistente y novedosa vajilla. **Contacte al diseñador industrial Hector Aguado, al Departamento de Difusión del Centro de Diseño Industrial del Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)** al teléfono 5622-0835 y 36, E-mail: cidi@servidor.unam.mx

Un robot ¡muy limpio!

Patricia López Suárez

Un ambiente "libre de partículas" es casi imposible de imaginar. El más mínimo movimiento de personas o máquinas genera minúsculas fricciones que generan polvo, residuos.

Bajo los ojos de la física, ni la más nívea incubadora ni los laboratorios farmacéuticos donde la asepsia es ley, están dentro de un ambiente cien por ciento limpio. Y este es el reto que enfrenta un nuevo robot de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México: participar en la manufactura y ensamble de sensibles microcircuitos electrónicos... en un ambiente libre de partículas.

"Este robot está creado y probado para trabajar en lugares rigurosamente controlados en los que se fabrican semiconductores, circuitos integrados, especialmente para transportar discos de silicio, material base para la impresión mediante procesos químicos de los circuitos integrados o chips, explica el responsable del proyecto, **maestro en ingeniería Leopoldo Adrián González González, del Centro de Diseño y Manufactura de la Facultad de Ingeniería de la UNAM**, quien en sus pruebas experimentales ha comprobado que el robot es capaz de mantener un ambiente limpio durante 90 horas de trabajo continuo.

Con el diseño y el prototipo construido y funcionando, el robot está actualmente en fase de prueba para aumentar sus horas de trabajo garantizando un ambiente limpio, "pues la industria de los semiconductores y de la microelectrónica requieren que estos equipos trabajen 24 horas los 365 días del año", explica.

Traslados "de primera clase"

El robot es un dispositivo automático con tres movimientos independientes, diseñado para transportar discos de silicio mediante el uso de tres servomotores de corriente directa. En el elemento terminal del robot se coloca el disco de silicio que se traslada de una estación de trabajo a otra estación.

El robot tiene un desplazamiento vertical de 15 centímetros y una rotación de 360 grados en ambas direcciones, el robot puede transportar hasta 800 discos por hora.

El nivel de limpieza o emisión de partículas del robot se ha probado de acuerdo a la Norma FED-STD-209 emitida en Estados Unidos para evaluar los llamados cuartos limpios", explica el maestro Leopoldo González, y refiere que dicha norma tiene las siguientes clasificaciones: Clase 1, que permite hasta una partícula de 0.5 micrones de diámetro (un micrón equivale a la milésima parte de un milímetro) en un volumen de un pie cúbico de aire. Clase 10, que permite hasta diez partículas de 0.5 micrones de diámetro en un pie cúbico de aire, Clase 100, que tolera hasta cien partículas en los mismos rangos y así hasta Clase 100,000.

La industria de la microelectrónica requiere de un nivel de limpieza Clase 1, ya que "los procesos de miniaturización han ocasionado que los circuitos integrados se vuelvan más vulnerables a partículas contaminantes de menores tamaños cada vez", explica el investigador. Por esa razón, agrega, se requiere eliminar casi por completo las partículas contaminantes en el proceso de producción.

Requerimientos de la industria

La tendencia actual de la industria de la microelectrónica requiere niveles de limpieza Clase 1, mientras que las industrias alimentaria y farmacéutica requieren niveles de limpieza Clase 10 y Clase 100. Como el resultado de las pruebas de emisión de partículas a las que se sometió el robot en una cámara de control, arrojó que el robot puede funcionar en un ambiente limpio Clase 1, en el futuro, el robot puede ser apto para ser utilizado en las industrias alimentaria y farmacéutica, en la producción de leches en polvo y sustancias inyectables, dentro de cadenas de producción con estrictos controles para disminuir la presencia de partículas contaminantes que afecten al producto final.

El reto futuro que tiene el maestro Leopoldo González y su equipo, los ingenieros Gerardo Álvarez S., Jesús Trenado S. y Oscar Monroy, en esta línea de investigación, es diseñar dispositivos limpios y confiables en cuanto a la emisión de partículas por periodos de tiempo más largos

La investigación recibió financiamiento por parte de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA) de la UNAM y del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt).

Datos sísmicos que localizan petróleo

Patricia López Suárez

Son movimientos terrestres que informan dónde hay petróleo, sismos provocados por expertos que traducen las ondulaciones del subsuelo en novedosa información científica. Les llamas "atributos sísmicos" y son el lenguaje a interpretar en el novedoso Laboratorio de Procesamiento de Datos Sísmicos y de Reflexión del **Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)**.

"El laboratorio está conformado por un grupo de computadoras con programas muy sofisticados para procesar y modelar metodológicamente datos sísmicos en línea", explica **el doctor Jaime Urrutia Fucugauchi, director del Instituto de Geofísica de la UNAM**. Para localizar yacimientos petroleros en suelos mexicanos e incrementar diversas investigaciones científicas en esta área, el Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) puso en marcha su Laboratorio de Procesamiento de Datos Sísmicos y de Reflexión, con el que además de investigación propia, se apoya a Petróleos Mexicanos (Pemex) en la búsqueda de nuevos yacimientos de hidrocarburos, en el análisis científico de datos sísmicos y en la formación de jóvenes investigadores con preparación de primer nivel en esta área.

"Este nuevo laboratorio consiste en un grupo de computadoras con programas sofisticados y tecnologías para procesar y modelar metodológicamente datos sísmicos en línea", explica el director del Instituto de Geofísica, doctor Jaime Urrutia Fucugauchi, y añade que el auge de la computación ha hecho posible el desarrollo de herramientas cada vez más precisas y confiables.

De esta manera, los datos son interpretados por ingenieros petroleros, geólogos y geofísicos, que en el laboratorio obtienen información sísmica en línea e imágenes sísmicas de profundidad, algo parecido a radiografías de las capas del subsuelo, que constituyen las técnicas más modernas de exploración petrolera en el mundo.

Mediante un convenio de colaboración iniciado hace tres años con Pemex y el Instituto Mexicano del Petróleo, que se concreta en este moderno laboratorio instalado en el edificio anexo del Instituto de Geofísica en Ciudad Universitaria, la UNAM participa en la identificación de nuevas

zonas petroleras, emitiendo datos científicos que informan con alto grado de certidumbre antes de realizar una costosa perforación petrolera "y trabajando en la responsabilidad principal de la Universidad: captar estudiantes y formarlos como científicos de primer nivel en ciencias de la tierra", indica el doctor Urrutia Fucugauchi.

"Atributos" sísmicos

Los movimientos sísmicos provocados con explosivos y pesadas planchas metálicas que se dejan caer en sitios muy localizados del suelo producen ondas sísmicas, las cuales los expertos "leen" a través del análisis de ondas, para conocer las propiedades del interior de la Tierra. Al estudio de estas ondas le llaman "análisis de atributos sísmicos", que significa la descripción científica de las características físicas, químicas y geológicas de ciertas áreas del subsuelo, es decir, son estudios que indican las particularidades del área del subsuelo estudiada. Por ejemplo, en estos análisis se identifica la atenuación, un proceso que sucede cuando la roca del subsuelo está rota y queda marcada, revelando el paso de fluidos y sirviendo a la ciencia como un indicador.

"Uno de los objetivos principales del laboratorio es interactuar con los grupos de exploración de yacimientos de petróleo de México y diseñar nuevas metodologías para el procesamiento de datos sísmicos", comenta el científico, y explica que este programa se relaciona con el Proyecto de Yacimientos Naturalmente Fracturados de Pemex. Asimismo, interactúa y con el Centro Nacional de Procesado Sísmico de la paraestatal, que es insuficiente para interpretar la gran cantidad de información sísmica que se emite en el país, por lo que requiere del apoyo de especialistas de la UNAM.

La mayor parte de las fuentes de petróleo y gas en México están en yacimientos naturalmente fracturados, que tienen la porosidad y permeabilidad necesarias para permitir el flujo de gas y aceite, comenta el doctor Jaime Urrutia, y cita como ejemplo que al analizar los datos físicos, químicos y geológicos y ver la imagen que estas ondas generan, se puede saber si las rocas contienen gas, petróleo o agua. Otra fase del análisis de este laboratorio es la de estudios de

sismología de reflexión, que se utiliza para explorar nuevos yacimientos y completar la explotación de los ya descubiertos.

Así, una vez obtenidos los datos de un sitio que se ha sometido al movimiento de ondas sísmicas, los datos se procesan en las computadoras de gran capacidad del laboratorio, y así los científicos emiten un diagnóstico adecuado del sitio, lo que sirve para localizar zonas de perforación petrolera.

Investigaciones de geofísica básica

Además de buscar yacimientos petroleros, en el Laboratorio de Procesamiento Sísmico y Reflexión se desarrollan diversas líneas de investigación básica. Un proyecto está relacionado con uno de los descubrimientos más importantes de los últimos años: el Cráter de Chicxulub, descubierto en Yucatán por científicos universitarios, un evento geológico sucedido hace miles de años. De

acuerdo a los estudios de los Institutos de Geofísica y Geología de la UNAM, como del Instituto Mexicano del Petróleo, podrían existir una relación directa entre las brechas productoras de hidrocarburos en la Sonda de Campeche y el impacto en Chicxulub. "De confirmarse esto, sería una de las contribuciones de la investigación al conocimiento de las estructuras en la parte sur del Golfo de México", comenta el doctor Jaime Urrutia.

En el laboratorio también se trabaja en líneas de investigación relacionadas con la estructura de la litósfera o suelo en el Océano Pacífico, el estudio del fracturamiento oceánico y la formación de nueva corteza oceánica, así como en la formación de las dorsales marinas, que son zonas de cordilleras oceánicas. Todos estos trabajos sirven para generar nuevo conocimiento sobre la evolución del planeta en el que vivimos.

FOLIO 55

Ciencia y Tecnología

Un satélite mexicano

Eduardo González

Luego de ocho años de esfuerzos de varias instituciones científicas y de gobierno, en el 2002 México podría colocar en órbita su primer satélite experimental, con un diseño, ensamble y operación realizados en su totalidad por investigadores del país.

El satélite ha recibido el nombre de Satex, y es resultado de un proyecto en el que participan secretarías de estado y **grupos de ciencia de la Universidad Nacional Autónoma de México**, Instituto Politécnico Nacional y del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE)

Este último participa con tres proyectos científicos, cuyo coordinador técnico es el **ingeniero Enrique Pacheco**, tiene bajo su responsabilidad el diseño y operación de los mismos. Los proyectos son: experimentos de comunicaciones ópticas, enlace de telemetría y una estación terrena de control.

En entrevista, refiere que el proyecto Satex data desde 1993, cuando se puso en marcha el programa de satélites *Solidaridad I* y *II*. En ese entonces, al firmar la compra de los satélites, el Instituto Mexicano de Comunicaciones (IMC), se incluyó un convenio de transferencia tecnológica con las empresas Hughes Communications, fabricante de los mismos, y Arianspace, encargada de ponerlos en órbita. Así, se incluyó

una cláusula que consistía en que investigadores mexicanos realizaran estancias en países como Francia y Estados Unidos, entre otros, con el fin de capacitarse en este campo. También se convino el lanzamiento de un microsateélite en el futuro, lo que dio origen al proyecto Satex.

Entre los investigadores que participaron de esa experiencia se encontraba el doctor Mendieta, quien en el CICESE es responsable institucional para el proyecto. Sin embargo, la crisis de 1994, la desaparición del IMC en 1997 y problemas de organización contribuyeron a que el proyecto se aplazara.

En octubre de 1999, después de una reunión entre la Secretaría de Comunicaciones y Transporte, la Comisión Federal de Telecomunicaciones y el IPN, se decidió retomar el proyecto bajo la coordinación del Politécnico. En marzo del 2000 se realizó otra reunión entre responsables de centros e institutos de investigación, en la que se restablecieron los proyectos y canales de comunicación que reactivaron el proyecto Satex, que es un microsateélite en forma de cubo, y cada una de sus seis caras mide 50 centímetros por lado.

El proyecto consiste en desarrollarlo y ponerlo en órbita a unos 780 kilómetros de la superficie terrestre. Su diseño, ensamble, pruebas y

operación son realizados por técnicos e investigadores mexicanos. Su objetivo, expone el ingeniero Enrique Pacheco, es brindar la posibilidad real de aprendizaje y de formación de recursos humanos especializados en satélites y con ello demostrar que se tiene la capacidad de generar tecnología propia. Otro objetivo es el desarrollo y la validación de comunicaciones ópticas, en la cual existe un interés en el ámbito mundial.

Expone que por su capacidad y experiencia demostrada, el CICESE tiene la tarea de desarrollar tres proyectos. El primero es realizar experimentos de comunicación óptica, tecnología que tiene como fin enviar y recibir información hacia y desde vehículos espaciales por medio de rayos infrarrojos, "parecido a como funcionan los controles remotos de televisión". Señala que en el centro de investigación de Ensenada ya se han efectuado exitosamente algunos ensayos similares, pero a nivel terrestre. De lograrlo con el Satex, México se colocaría como una de las naciones de vanguardia en estas aplicaciones.

El segundo proyecto son los enlaces de telemetría, comando y control, que consisten en desarrollar y operar un sistema por el cual se le darán las instrucciones al satélite para realizar sus funciones, es decir, se llevará a cabo un radioenlace entre las computadoras de tierra y las de a bordo.

El tercer proyecto es instalar la estación terrestre de control, que se albergara en las instalaciones del CICESE. Al respecto, el ingeniero Pacheco expone que se contempla la posibilidad de construir una segunda estación en el Distrito Federal para ampliar la capacidad del realizar experimentos.

Entre los aportes de otras instituciones, figuran los de cuatro dependencias del IPN: la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica Eléctrica (IPN), realiza el diseño de la estructura satelital; una sección de graduados hace lo propio con la manufactura de las antenas de comunicación, mientras que los algoritmos que permitirán estabilizar el satélite son diseñados en el **Centro de Investigación Matemática** y el ensamble total del satélite se llevará a cabo en la Escuela de Ingeniería Aeronáutica, donde ya se cuenta con un llamado cuarto limpio para tal fin.

A su vez, la UNAM ha desarrollado la computadora de a bordo. El especialista indica que el proyecto Satex requiere más compromiso, recursos y planeación entre los participantes, así como de una instancia gubernamental que sea la responsable de las actividades espaciales en México, ya que permitiría definir mejor la dirección de los esfuerzos, facilitaría la colaboración nacional e internacional y permitiría la asignación de recursos acorde a las políticas de desarrollo nacional.

FOLIO 56 PARA EMPRESARIOS

Venda funcional mobiliario

CONACYT

Para ser más productiva y funcional, además de recursos humanos una oficina requiere de equipo adecuado como lo es el mobiliario, sillas, escritorios, archiveros. Todos ellos deben cumplir con características de comodidad, funcionalidad y costo.

Una solución que ha tomado estos factores en cuenta es una línea de mobiliario para oficina desarrollado en la **Universidad Nacional Autónoma de México**. El equipo abarca sillas y mesas ergonómicas de uso general, una completa

sala de juntas, sistemas de archivado y libreros, y una línea de nivel gerencial.

Fabrique estos diseños y obtenga ganancias, ya que cumplen en aspecto, resistencia y funcionalidad, al tiempo que poseen acabados y estructuras fáciles de limpiar. Contacte al **Diseñador industrial Héctor López Aguado** del departamento de Difusión del **Centro de Investigación en Diseño Industrial de la UNAM** al teléfono 5622-0835 y 36 e-mail:cidi@servidor.unam.mx

Los biofertilizantes de la UNAM

Patricia López Suárez

Incrementan el rendimiento de cultivos de frijol, maíz y otras semillas, estimulan el crecimiento de las plantas y nutren cosechas de forma "limpia" a través de procesos biológicos que sustituyen a sustancias químicas contaminantes. Son biofertilizantes, tecnologías que apoyan el desarrollo agrícola utilizando bacterias que llevan nutrientes del aire a las raíces de las plantas.

Desarrollados en el **Centro de Investigación sobre Fijación del Nitrógeno de la Universidad Nacional Autónoma de México (CIFN-UNAM)** y probados en cultivos de sorgo, café, trigo, cebada, frijol y maíz, estos biofertilizantes duplican el rendimiento por hectárea en comparación con fertilizantes químicos tradicionales, reducen 50 por ciento el consumo de agua de riego para los cultivos y abaratan costos a los productores, quienes con un paquete de 400 gramos de biofertilizante que cuesta diez pesos pueden cultivar hasta una hectárea de cereal.

La **doctora Georgina Hernández Delgado**, directora del CIFN-UNAM, explica que "los fertilizantes químicos representan uno de los mayores insumos agrícolas. Su producción y uso se ha incrementado enormemente en las últimas décadas, sobre todo en países desarrollados, ocasionando serios daños a la ecología del planeta: la volatilización de óxidos de nitrógeno a la atmósfera que conlleva la destrucción de la capa de ozono; el agotamiento de recursos renovables; el desequilibrio del ciclo global de nitrógeno en la Tierra y la contaminación de los mantos acuíferos por exceso de nitratos. Esto último representa un grave problema de contaminación en los ríos más caudalosos del mundo, como el Mississippi en Estados Unidos, el Támesis en Gran Bretaña y el río Yang Tze, en China, que contaminan también a los mares donde desembocan y por tanto a otros países".

De ahí que una vertiente de la investigación aplicada del CIFN-UNAM se refiera a la utilización de microorganismos fijadores de nitrógeno como biofertilizantes, una efectiva alternativa en los cultivos agrícolas frente a los recursos químicos.

Un nutriente "en el aire"

El nitrógeno es un compuesto constituyente del 70 por ciento del aire que respiramos, pero solo

ciertas bacterias pueden aprovecharlo, "fijarlo" y transformarlo en compuestos que utilizan otros organismos. Algunas bacterias fijadoras del nitrógeno viven en simbiosis con leguminosas como frijoles, chícharos y garbanzos, habitando en los nódulos en sus raíces o en sus tallos. Otras viven independientemente y con su actividad enriquecen al suelo de nitrógeno.

Con diversas líneas investigación, los **doctores Jaime Mora Celis, Jesús Caballero Mellado y Georgina Hernández Delgado**, del Centro de Investigación sobre Fijación de la UNAM, desarrollan biofertilizantes a partir de la localización, cultivo, producción e inoculación de las bacterias *Azospirillum* y *Rhizobium etli*.

La bacteria *Azospirillum* fija nitrógeno de forma natural en vida libre, favorece al suelo, no depende de las plantas para vivir pero se asocia adecuadamente con las raíces de maíz y trigo. En cambio, *Rhizobium etli* solo fija nitrógeno al establecer simbiosis con la planta de frijol, "infectando" sus raíces, habitando en los nódulos de la planta y convirtiéndose en su única fuente de nutrientes. Ambas bacterias se aíslan de la tierra.

En el laboratorio, ambas se cultivan en grandes cantidades en matraces y fermentadores (para mayor producción) utilizando como medio de cultivo un material inerte y sólido llamado agrolita, en el que la bacteria se adhiere, se "seca" y se liofiliza.

Una vez conformado, el biofertilizante se lleva al campo, donde puede adicionarse a la tierra con todo y soporte, o separarse en un líquido con el que se recubren las semillas antes de sembrarse. También puede estar disuelto en el agua que se aplica por goteo, en un proceso llamado "rizoriego" que ha dado excelentes resultados.

Del laboratorio al campo las bacterias no alteran su capacidad de fijar el nitrógeno, pues poseen un mecanismo genético que sintetiza la enzima nitrogenasa, la cual reduce el nitrógeno de la atmósfera. Cuando se adiciona la bacteria en el biofertilizante, ésta permanece en estado latente, pero al entrar en contacto con el agua y los nutrientes de la tierra recupera su metabolismo habitual y puede expresar sus genes.

De experimentación a producción industrial

Hasta ahora, sólo el biofertilizante de *Azospirillum* para maíz y otras gramíneas se ha producido industrialmente. El CIFN proporcionó el material biológico, las cepas bacterianas adecuadas, y asesoró el crecimiento de éstas en grandes fermentadores y su incorporación al soporte de agrolita.

En 1999, mediante un convenio de colaboración entre la UNAM, por conducto del CIFN, y la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, a través del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), se produjeron los biofertilizantes en grandes cantidades. Las investigaciones básicas contaron con financiamiento del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt).

Un proyecto derivado de este convenio se concentra en la optimización de la producción y evaluación de biofertilizantes a base de *Rhizobium* para el cultivo de frijol. Su responsable, el doctor Jaime Mora Celis, probó el efecto de técnicas de riego alternativas que permitan reducir la cantidad de agua necesaria para los cultivos de frijol, tales como el sistema de riego por goteo y el de "rizoriego", que incluye la inoculación por goteo de las cepas de *Rhizobium* como biofertilizantes.

Los resultados fueron muy positivos, ya que ambas técnicas de riego resultan en un ahorro del 50 por ciento de agua y el rendimiento de la cosecha aumenta al doble o más, llegando a ser de cuatro a cinco toneladas por hectárea.

La investigación del biofertilizante para frijol, en la que también participa el doctor Jesús Caballero, se encuentra en etapa de prueba y análisis de los resultados de aquellas cepas detectadas como mejores fijadoras de nitrógeno. Con el permiso del Comité de Bioseguridad de la SAGAR se realizaron pruebas en cuatro campos experimentales del INIFAP localizados en Morelos, Guanajuato y Estado de México, utilizando tres distintas variedades de frijol que se cultivan en esos sitios.

El proyecto de maíz, a cargo de la doctora Georgina Hernández, está en etapa de producción, y se continúa la búsqueda de cepas cada vez mejores, útiles para diversas condiciones climáticas y suelos específicos.

La investigación básica continúa para conocer, por ejemplo, las bases moleculares y ecológicas que determinan que un microorganismo en simbiosis con su leguminosa hospedera exprese una alta, mediana o baja capacidad de fijación de nitrógeno. Mientras, los biofertilizantes de la UNAM han llegado a los campesinos del país a través del INIFAP, que los distribuyó durante 1999 y 2000 por medio de sus instancias en cada entidad.

FOLIO 58

Ciencia y Tecnología

Cráter de Chicxulub, un reto científico

María Guadalupe Camacho

Hace aproximadamente 65 millones de años un objeto extraterrestre impactó a la tierra en el área de la Península de Yucatán, en la zona que se conoce como Chicxulub. El objeto poseía diez kilómetros de diámetro y los científicos todavía no han determinado con exactitud si se trataba de un meteorito o de un cometa, pero sí coinciden en que su velocidad promedio era de 25 a 30 kilómetros por segundo y que dejó su impacto una huella (cráter) de aproximadamente 200 kilómetros de diámetro.

Después del impacto la tierra estuvo inmersa en un caos total. Ocurrieron grandes incendios originados a causa de una temperatura de hasta

20 mil grados centígrados que se registraron en todo el continente Americano; se presentaron terremotos cuyas intensidades oscilaron de 14 a 16 grados Richter y que derivaron en otras perturbaciones sísmicas y en numerosas erupciones volcánicas. Además, se hicieron presentes intensas lluvias de carácter ácido y se formaron inmensas olas, que en la actualidad se conocen como tsunamis (palabra derivada del idioma japonés), que viajan de forma horizontal a velocidades de hasta 750 kilómetros por hora y alcanzan de entre 15 a 30 metros de altura. En el caso del impacto de Chicxulub se ha calculado que las tsunamis pudieron haber alcanzado alturas de 100 a 200 metros, indica el geólogo

José Manuel Grajales Nishimura, investigador adscrito al Programa de Yacimientos Naturalmente Fracturados, del Instituto Mexicano del Petróleo (IMP).

A causa de lo inmenso del impacto, la tierra sufrió importantes cambios, que acabaron de forma masiva con cerca del 70 por ciento de las formas de vida que existían en esa época (límite del periodo Cretácico Terciario, mejor conocido como K-T), entre ellas la de los dinosaurios. "Por varios meses, e incluso, años la tierra estuvo inmersa en oscuridad total, debido a los polvos (cenizas) y humos arrojados y distribuidos a nivel global que paulatinamente impidieron el paso de los rayos solares; como consecuencia se presentó un intenso frío invernal que, de igual manera, tuvo una duración de varios años y que destruyó la flora (a falta de fotosíntesis) y con ella la cadena alimenticia".

El cráter de Chicxulub

En la década de los sesenta, Petróleos Mexicanos (Pemex) exploró por primera vez el área donde se encuentra el cráter de Chicxulub, sin saber que allí se localizaba dicho cráter. En esos años se creía que era posible encontrar petróleo, pero hasta el momento no se han localizado hidrocarburos. Para el año de 1980 el geofísico de Pemex Antonio Camargo realizó una investigación con el fin de estudiar estructuras que pudieran contener petróleo, pero descubrió una depresión que pensó podría deberse al impacto de un meteorito, o bien tendría una relación directa con un volcán, refiere el geólogo Grajales Nishimura.

Sin embargo, después de diversas investigaciones científicas que comprendían estudios de geología, mineralogía y tectónica de la Península de Yucatán, el ingeniero Camargo junto con otros especialistas de diversos países indicaron que los rasgos de deformación planar presente en las rocas del cráter Chicxulub, únicamente podrían tener como origen el impacto de explosiones nucleares o de objetos extraterrestres. Asimismo, localizaron en el sitio minerales con estructuras de deformación planar, asociados con el vidrio (roca fundida). Otro importante punto de comprobación de su origen fue la localización (fuera de la zona de Chicxulub) de un elemento químico llamado iridio. El iridio pertenece al grupo del platino y es muy escaso en la tierra, pero en los meteoritos y en diversos objetos extraterrestres se le encuentra de forma abundante. Este elemento se depositó, junto con otros sedimentos, en la capa de la tierra durante el límite de la época Cretácea Terciario (K-T)

Las primeras investigaciones del IMP

En 1991, investigadores del IMP colaboraron en la realización de nuevos estudios con el grupo de trabajo del doctor Walter Álvarez, de la Universidad de California y gran investigador del cráter, refiere el geólogo Grajales Nishimura. Los estudios comprendieron el análisis de diversas rocas y elementos, ligados al impacto en Chicxulub. Al siguiente año, los científicos del IMP publicaron en la revista Science un artículo referente al estudio y análisis de ciertas rocas de fusión extraídas de la zona mediante una perforación de Pemex. "Dichas rocas tenían 65 millones de años, edad que refuerza la relación entre el impacto y el tiempo en que ocurrió la extinción en masa (no total), incluyendo la de los dinosaurios".

Desde el inicio de la década pasada, los investigadores del IMP han colaborado de manera permanente en los diversos estudios de cráter Chicxulub.

Existe petróleo o no

A decir del geólogo Grajales Nishimura, en la zona del impacto no existe roca orgánica que pudiera generar hidrocarburos. En cambio, los yacimientos de la zona marina que se encuentran en el Golfo de México tienen una relación directa con el impacto. "La brecha carbonatada de edad K-T y que almacena hidrocarburos, tiene su origen a consecuencia de la sismicidad, sedimentación de diversos materiales y perturbación marina por tsunamis". Además, un gran porcentaje la capa del sello superior del yacimiento (de la zona marina) está compuesta por minerales arcillosos formados por la alteración de material vítreo proveniente del impacto de Chicxulub.

La Teoría Álvarez

Se conoce como Teoría Álvarez a la propuesta del doctor Wilson Álvarez, profesor de geología y geofísica de la Universidad de California, Berkeley, miembro de la Academia Nacional de Ciencias estadounidense e investigador del cráter. Dicha hipótesis (publicada en 1980 en la revista Science) postuló que las extinciones masivas que marcaron el fin de la Era Mesozoica y el inicio de la Cenozoica, se debían al impacto de un inmenso meteorito. La Teoría Álvarez estaba basada en los estudios que registraron los científicos y colaboradores de Álvarez, en los cuales se hacía referencia al anómalo alto contenido de iridio en la capa de arcilla que marca el límite entre estas dos eras.

El artículo documentó interpretaciones a las consecuencias de un impacto de esa magnitud. ¿Si hubo un gran impacto, dónde está el cráter? A

partir de esas declaraciones diversos grupos de investigadores en el orbe se dieron a la tarea de localizar el cráter que posiblemente hubiera dejado el impacto del objeto extraterrestre, explica el geólogo del IMP.

Lo más reciente

En la actualidad existe un grupo de investigación internacional, liderado por los **Institutos de Geología y Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)**, que realizarán un estudio muy preciso de las rocas perturbadas por el impacto, así como de aquellas que se generaron después del mismo. Para ello, se perforará la estructura del cráter profundidades de 2.5 kilómetros.

A su vez, los investigadores del Instituto Mexicano del Petróleo desarrollarán estudios de sedimentología, geoquímica y, probablemente, de paleontología en las muestras obtenidas.

En el proyecto también participarán especialistas de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), la Universidad de Yucatán y del Programa

Internacional de Perforación Científica Continental (ICDP por sus siglas en inglés).

En esa tarea, los investigadores del IMP se están apoyando en diversas técnicas tales como la sedimentología, micropaleontología, geoquímica y geocronología, entre otras.

El objetivo fundamental del estudio multidisciplinario es establecer, con mayor particularidad, qué ocurrió en los instantes subsecuentes al impacto, cómo afectó los sistemas de soporte de la vida y qué sucedió con el clima, entre otras incógnitas científicas.

Finalmente, aunque Chicxulub posea un cráter de impacto realmente conservado, Grajales Nishimura señala que la perforación de la corteza del cráter es difícil y cara, en especial si se pretende recuperar, a manera de columnas, muestras continuas de roca. Cabe destacar que la mayoría de estos procesos de perforación se realizan con el fin de encontrar roca generadora de petróleo, y no con fines netamente académicos, como en este caso.

FOLIO 59 PARA EMPRESARIOS

Negocie con vistosas exposiciones

CONACYT

La presentación de productos en exposiciones y ferias se ha convertido en la actualidad en una ventaja de negocios. Por tal fin los sistemas para mostrarlos deben de ser versátiles resistentes y llamativos

Ante ello, hoy se cuenta con un nuevo sistema de mamparas de exposición fabricado a base de componentes modulares manufacturados por rotomoldeo en paneles de polietileno.

El desarrollo fue realizado por **investigadores de la Universidad Nacional Autónoma de México** y entre sus ventajas se encuentran la facilidad de montaje, traslado y resistencia, además de un aspecto atractivo.

Provea de este sistema a empresas y negocios dedicados a la realización de exposiciones y ferias. Llame al **diseñador industrial Héctor López Aguado del departamento de Difusión del Centro de Investigación en Diseño Industrial**. Tel. 5622-0835 y 36 E-mail: cidi@servidor.unam.mx

El lenguaje del cerebro

Patricia López Suárez

¿Cómo se forma una imagen en nuestra mente?, ¿dónde nace una emoción?, ¿qué sucede dentro de nuestro mecanismo cerebral para que pasemos de la mirada al deseo y del olfato al recuerdo?

En busca de los mecanismos básicos que respondan a éstas y muchas otras preguntas, el **doctor Ranulfo Romo Trujillo, científico del Instituto de Fisiología Celular de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)**, desarrolló una investigación de punta a nivel mundial para detectar las señales eléctricas de las neuronas, descifrarlas, codificarlas y analizarlas matemáticamente.

Así como desde hace décadas un estetoscopio registra los latidos cardiacos que al acelerarse hacen eco de una arritmia o una emoción, hoy este científico universitario logra escuchar y traducir, mediante una sofisticada tecnología, las pulsaciones eléctricas que generan diversas expresiones. Se trata de descifrar el lenguaje eléctrico de las células cerebrales, el mismo que ordena el movimiento involuntario de un estornudo y construye un concepto abstracto en nuestra mente a partir de que vemos un objeto del mundo exterior.

"Escuchar las señales eléctricas es como tener acceso a tu sinfonía preferida y capturar una melodía de ella", explica el doctor Ranulfo Romo, galardonado con el Premio Nacional de Ciencias 2000, máximo reconocimiento que otorga el gobierno de la República a investigadores que destacan por sus aportaciones a la sociedad.

El registro de un lenguaje vivo

Intérprete de la comunicación eléctrica de las neuronas, el doctor Ranulfo Romo se cuestionó cómo los objetos del mundo externo se representan en el cerebro. Afrontó entonces el de investigar con cerebros vivos para encontrar la respuesta, y en el Laboratorio de Neurofisiología del Instituto de Fisiología Celular de la UNAM inició la captura e interpretación del lenguaje neuronal en monos *rhesus*, un modelo muy cercano al cerebro humano.

Desde hace seis meses, el doctor Romo Trujillo y sus colaboradores entrenan en el laboratorio a uno o dos monos *rhesus* jóvenes en tareas de percepción muy precisas que durante un año permitieron medir resultados de diversos

aprendizajes. Se trata de animales con escasa información del mundo externo, que funcionan para el investigador como el cerebro de un bebé humano que está "en blanco", como una tabla rasa con todo por saber.

Una vez aprendido el conocimiento de tareas específicas, a cada individuo se le hace una pequeña trepanación en el cráneo, que queda sellada con una cámara estéril. Con esa intervención y sin causar dolor en el animal, se introducen siete u ocho sondas bastante inocuas, de un grosor de 80 micras, las cuales atraviesan la protectora duramadre craneal para llevar a diversas zonas del cerebro un sistema de microelectrodos, pequeñísimos registros que dentro del cerebro vivo de los monos hacen el trabajo de un micrófono de alta precisión. De esta manera, unos siete u 8 microelectrodos llegan a dos o tres neuronas (cuyo cuerpo celular es de siete micras), que se escuchan simultáneamente "como los soldados de un regimiento", dice el científico.

Las sondas que transportan los microelectrodos están forradas de cuarzo y en su interior tienen una aleación de platino y tungsteno, el primero es un metal precioso de gran maleabilidad y el segundo es muy resistente al calor, ambos con elevado poder magnético y útiles para hacer filamentos y diversos materiales de uso biomédico.

Los electrodos son terminales de un circuito eléctrico y sirven para capturar las pulsaciones eléctricas y enviarlas hacia fuera del medio que se estudia, en este caso el cerebro del mono. La señal inmediata y simultánea llega directamente a una computadora con un sistema sofisticado de recepción y ahí, con apoyo de ingeniería de cómputo, electrónica y matemáticas, se codifican y analizan las expresiones eléctricas que las neuronas vivas emitieron mientras el animal aprende y repite un aprendizaje determinado.

"Cuando se introducen las sondas los microelectrodos captan, como pequeños micrófonos, las señales eléctricas de las neuronas; así podemos escuchar la actividad eléctrica que sucede en ese momento", explica el doctor Ranulfo Romo, cuya investigación de frontera forma parte de los "Proyectos del Milenio" financiados por el Banco Mundial, la Fundación Howard Hughes y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt).

A nivel mundial, se trata de un trabajo inédito, pues diversos estudiosos de las neurociencias en todo el mundo trabajan con cerebros muertos o con estudios indirectos sobre el comportamiento de cerebros vivos, mientras que en este trabajo los registros son directos e inmediatos, a pesar de lo instantáneo y dinámico que resulta el lenguaje eléctrico de nuestro órgano motor.

Una vez capturadas las señales en la computadora, se necesita una "conversión" matemática para interpretarlas, y se logra mediante el uso del sistema binario que utiliza los números 0 y 1 para darles un valor determinado a las pulsaciones. El binario es un sistema que *leen* las computadoras, y así además del registro el doctor Romo y sus colaboradores -entre los que se cuenta un biólogo, un ingeniero y un psicólogo- obtienen gráficas y otras representaciones de lo que está emitiendo el lenguaje eléctrico. De esta forma, la interpretación de las expresiones cerebrales se convierte en un lenguaje digital binario que hay que traducir.

Nodos críticos, no zonas exclusivas

Todo lo que aprendemos, desde leer este texto hasta nuestro más hondo sentir emotivo, se genera en el lenguaje eléctrico que comunica a las neuronas entre sí. "En este diálogo se producen funciones específicas que nos hacen una representación mental del mundo externo", explica el doctor Romo Trujillo, quien encontró la representación de un evento visual en el lenguaje neuronal y lo puso a prueba utilizando la "teoría de detección de señales", una representación muy nítida de lo que sucede dentro del cerebro.

Conforme a lo arrojado por esta investigación, las funciones cerebrales no tienen "zonas exclusivas"

como durante mucho tiempo se ha sostenido; "más bien se trata de módulos compactos de circuitos que se conectan", comenta el experto. Añade que son nodos críticos, sistemas sensoriales que registran lo que pasa a través del olfato, el gusto, la vista y los demás sentidos. De acuerdo a los resultados del doctor Romo, el placer o el dolor no se producen en un sitio preciso como el hipotálamo, sino en un flujo de señales eléctricas que van construyendo la memoria, el aprendizaje y la experiencia. Así, a través de los órganos y de los sentidos, el cerebro aprende información importante para desarrollar la experiencia.

Más de veinte años de investigación científica sostienen el trabajo de este sonorenses ganador del Premio Nacional de Ciencias 2000, quien en su quehacer combina el gusto por el conocimiento básico y el aspecto creativo del cerebro humano. Médico egresado de la UNAM y con doctorado en ciencias en la Universidad de París, Ranulfo Romo Trujillo cuenta con diversos reconocimientos por su trabajo en neurociencias, entre ellos la distinción Universidad Nacional a Jóvenes Académicos de la UNAM, el Premio *Miguel Alemán Valdés* y el Premio de Ciencia y Tecnología *Manuel Noriega Morales* que otorga la Organización de Estados Americanos (OEA).

Con sus respuestas a estas preguntas básicas sobre cómo funciona el cerebro y lo que Ranulfo Romo llama la "circuitería" que nos hace desde aprender reacciones involuntarias hasta tomar decisiones, quizá algún día sabremos por qué los seres humanos somos tan vulnerables a las palabras, ese otro lenguaje que literalmente se "conecta", nace y vuelve a su origen eléctrico.

FOLIO 61
Ciencia y Tecnología

Ojos de largo alcance...

Patricia López Suárez

Observar el campo desde el cenit, detectar materiales geológicos a distancia, seguir la ruta de un huracán, detectar la degradación de un bosque o predecir las cosechas... Todo, gracias a tecnologías que se convierten para la ciencia en ojos de largo alcance, herramientas fundamentales para observar, medir y pronosticar cuando el sujeto de estudio es tan vasto como el territorio nacional.

Se trata de la percepción remota y la fotointerpretación, dos técnicas que a partir de señales digitales de satélite y una especializada paquetería de cómputo capturan imágenes desde el espacio, registran datos e imágenes en un laboratorio computarizado y ofrecen a científicos, maestros y estudiantes nuevas fuentes de información para analizar las condiciones físico-químicas y biológicas del suelo, el comportamiento de las cuencas hidrológicas, la orografía y la

condición de diversos recursos ambientales del país.

Con un naciente Laboratorio de Percepción Remota y Fotointerpretación ubicado en su mapoteca, **la Escuela Nacional de Estudios Superiores (ENEP) Aragón de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)** se introduce en el uso de estas tecnologías para la enseñanza y la investigación científica en torno a la carrera de Planificación para el Desarrollo Agropecuario.

"El proyecto surge de la necesidad de incorporar a estudiantes y maestros de la carrera de Planificación para el Desarrollo Agropecuario a las nuevas tecnologías. Se trata de una carrera multidisciplinaria en donde intervienen temáticas de agronomía, geografía, biología, geología, ingeniería forestal y economía, y en donde el uso de tecnologías de punta es indispensable para los resultados académicos y para la formación de los profesionistas egresados", explica el jefe de la carrera de Planificación para el Desarrollo Agropecuario de ENEP Aragón, **licenciado José de Jesús Landeros López**, quien destaca entre los objetivos de este Laboratorio generar investigación propia y ofrecer servicios académicos a través de convenios con instituciones gubernamentales y privadas, así como con otras dependencias de la UNAM que permitan incrementar el trabajo de enseñanza e investigación.

Tecnología y mapas computacionales

La teledetección es una moderna técnica aplicada que crece vertiginosamente, facilita una progresión notable en la calidad, variedad y cantidad de información científica disponible e incluye ópticas y detectores del sensor, vehículo que lo sustenta, sistemas de transmisión, equipos de tratamiento y técnicas de interpretación.

Esta tecnología ha tenido un desarrollo acelerado con la prospección de los recursos naturales desde el espacio y participa en una nueva rama de la ciencia con métodos de análisis de imágenes satelitales, diseño y construcción de "arquitecturas computacionales" y la fabricación de sensores remotos de alta eficiencia.

Actualmente, al analizar los resultados de sus datos, la percepción remota está muy ligada a la multidisciplinaria. Por ejemplo, "la cobertura vegetal de un área terrestre está delimitada y determinada entre otros factores por la red hidrológica, la topología y los tipos de suelo, además del régimen de lluvias", explica el profesor Landeros, quien añade que "una clase de cobertura terrestre es el resultado de la estructura del terreno, la que a su vez se manifiesta por medio del estado espacial de la imagen". A esta "radiografía" de una región del país, los expertos suman factores como el

crecimiento de la población, la expansión de las áreas agrícolas y el desarrollo industrial, factores que, desde estos instrumentos, pueden fotografiarse, medirse y analizarse.

Instalado en una mapoteca que cuenta con cartografía del país a gran escala e información topográfica, geológica, de uso del suelo y vegetación, atlas de ríos y corrientes superficiales, síntesis geográfica de cada estado del país y materiales estadísticos; este laboratorio incluye cuatro computadoras de gran capacidad para almacenar imágenes procesadas, respaldos para discos compactos y dos sistemas de software: uno para el acceso, despliegue, consulta, análisis y publicación de datos; y otro para aplicar herramientas tradicionales como hojas de cálculo, gráficas y mapas extendibles.

Además, el laboratorio cuenta con un moderno sistema de información geográfica para el tratamiento de imágenes de diferentes tipos de satélite, de los cuales se realizan estudios sobre agricultura, administración de recursos ambientales, telecomunicaciones, ingeniería ambiental o cualquier otro campo relacionado con datos geográficos.

El equipamiento "permite disponer de herramientas para análisis, edición y creación de bases de datos geográficos, con opciones de mapeo y análisis espacial de información. También se utiliza para la creación y actualización de mapas de una forma amigable y funcional, para interactuar con la información ya creada", explica el **biólogo Cutberto Garrido Román**, que imparte las asignaturas de "Percepción Remota y Fotointerpretación" y "Conservación de los Recursos Naturales" en la ENEP Aragón, y quien participó en el "Inventario sobre Recursos Naturales" que realiza el Instituto de Geografía de la UNAM aplicando este tipo de tecnologías de punta.

Algunas aplicaciones

Actualmente y a la par que forma a estudiantes y maestros en el uso de estas tecnologías, el Laboratorio de Percepción Remota y Fotointerpretación apoya estudios que van de la geografía y la ecología al desarrollo agropecuario y económico.

Actualmente se utiliza en ingeniería civil para estudios de materiales parentales (rocas), suelos y análisis de cuencas. En arquitectura apoya estudios de planeación urbana y regional. En economía se aplica en análisis espaciales, bases de datos sobre el valor económico de una zona específica, costo por el daño al ambiente y proyectos de economía regional. Otras aplicaciones, por ejemplo ecológicas, tienen que ver con el estudio de la degradación de la cosecha

vegetal, estudios de impacto ambiental, así como fenómenos atmosféricos como El Niño; y en cuestiones climáticas y agronómicas con análisis finos sobre el cálculo y predicción de cosechas, el seguimiento de huracanes, cambio climático, la detección de materiales geológicos en el territorio nacional y la geomorfología de los volcanes activos como el Popocatepetl, entre otros.

Para los expertos, la percepción remota y la teledetección son "ojos de largo alcance" necesarios para caracterizar, cuantificar y conocer los recursos de la corteza terrestre, para optimizar el aprovechamiento del medio y propiciar un mejor manejo de los recursos naturales.

A través de estas tecnologías, los alumnos aplican técnicas de fotointerpretación y percepción remota en sus tesis profesionales, en las que actualmente desarrollan investigaciones como: la restauración

ecológica del estado de Tlaxcala, la actualización de regionalización ecológica y diagnóstico agropecuario de México, la aplicación de la percepción remota en la detección de la superficie agrícola por cosechar en espacio y tiempo definido, así como un sistema de consulta de variables relevantes en la base de datos digital del estado de Guanajuato.

Con este laboratorio en marcha, la ENEP Aragón de la UNAM busca la creación de convenios con instituciones gubernamentales como el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), el Instituto Nacional de Ecología (INE) y el Centro de Estadística Agropecuaria, para dar servicios y diagnósticos académicos sobre diversos recursos del país, en asociaciones que propicien el intercambio, la multidisciplina y la investigación científica sobre los recursos del país.

FOLIO 62 PARA EMPRESARIOS

Redituable autobús para minusválidos

CONACYT

Los sistemas de transporte públicos deben de brindar servicio a todos, incluyendo los discapacitados, que requieren de unidades adaptadas a sus específicas necesidades. Sin embargo las modificaciones que deben de aplicarse a los autobuses para tales fines resultan costosas.

Ante ello, **diseñadores de la UNAM** desarrollaron un completo sistema de modificaciones de bajo costo en una carrocería común de autobús, que permite el transporte de discapacitados en sillas de ruedas.

Para realizarlo se utilizan tecnologías nacionales y se cubren aspectos prioritarios, como la seguridad, comodidad y fácil acceso de personas discapacitadas. Otra ventaja interesante es que aun con las modificaciones, la unidad puede atender simultáneamente el servicio ordinario de pasajeros.

Este diseño representa una alternativa a la atención de personas con discapacidad a un bajo costo. Contacte a la oficina de Difusión del Centro de **Investigación en Diseño Industrial** al 5622-0835 y 36 e-mail: cidi@servidor.unam.mx

Ciencia y Tecnología en la reforma fiscal

Yolanda Rojas

La reforma fiscal planteada por el gobierno no es muy diferente a las de años anteriores, ya que sólo responde al propósito de cumplir con las metas económicas fijadas: mantener la inflación baja y conseguir una mayor recaudación. Estas son metas sensatas, pero inmediatistas. Por eso, si se quiere lograr el desarrollo sustentable de México con miras a largo alcance, será necesario que la reforma que apruebe el Congreso contemple mecanismos viables para impulsar la investigación científica y tecnológica.

Entre los mecanismos que pueden contribuir a tal fin se encuentran: promover la inversión del sector privado y garantizar el uso eficiente de los gastos en ciencia y tecnología; establecer convenios de colaboración con la academia para aprovechar el capital intelectual en la solución de problemas específicos; impulsar el desarrollo tecnológico de las pequeñas y medianas empresas; destinar recursos federales a áreas estratégicas del conocimiento; proteger los derechos de propiedad sobre desarrollos tecnológicos y patentes; estimular la formación de consorcios nacionales e internacionales que posibiliten la generación de innovaciones; fomentar la formación de científicos y tecnólogos; así como abrir espacios de divulgación científica en el país.

Estos son, en síntesis, algunos de los planteamientos hechos por investigadores, tecnólogos, científicos y empresarios en el marco del *Seminario Internacional sobre Investigación y Desarrollo en la Reforma Fiscal*, organizado por la Academia Mexicana de Ciencias (AMC) y los institutos de Matemáticas y de Investigaciones Jurídicas de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Cabe resaltar que en mucho tiempo, es la primera vez que se convoca un foro pluralista con el único fin de escuchar, discutir y analizar estrategias que promuevan y fortalezcan la investigación y el desarrollo tecnológico, mismas que se harán llegar al Congreso de la Unión con motivo de la reforma fiscal que se pretende.

El director del **Instituto de Matemáticas de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)** y vicepresidente de la Academia Mexicana de Ciencias (AMC), **José Antonio de la Peña**, expresó que la reforma fiscal planteada por el gobierno no es muy diferente a las de años anteriores, ya que sólo persigue una mayor recaudación y no busca una transformación de

fondo para el desarrollo del país, por ejemplo, en áreas estratégicas como la ciencia y la tecnología.

En ese sentido, informó que científicos, tecnólogos, académicos, empresarios y juristas llevarán a la Cámara de Diputados una propuesta de reforma fiscal alterna para impulsar la investigación científica y tecnológica con mecanismos viables, que ya se han adoptado exitosamente en países como Estados Unidos, Finlandia, Canadá o Japón.

De la Peña apuntó que entre los mecanismos fiscales que pueden apoyar la investigación y el desarrollo en México están: dedicar cierto porcentaje (generalmente el uno por ciento) de los impuestos sobre las ganancias de sectores gubernamentales al gasto en CyT; crear mecanismos de exención fiscal para el dinero que las empresas invierten en la materia y; otorgar fondos complementarios al dinero invertido por el sector privado en proyectos conjuntos con universidades. "En un país como el nuestro donde la inversión privada en CyT es mínima (menos de 20 por ciento), reformas fiscales de este tipo son urgentes".

De otro lado, el doctor Antonio Peña Díaz, coordinador del Foro Permanente de Ciencia y Tecnología, indicó que si en un futuro México desea integrarse al ámbito de los países desarrollados, tendrá que aumentar la inversión que destina actualmente hacia la CyT, lo cual puede conseguirse no sólo mediante el diseño de leyes tendientes a estimular la inversión en estos rubros, sino también con estructuras que aseguren el cumplimiento de esas leyes.

En ese sentido, sugirió que la Constitución deberá modificarse para convertir a la investigación científica y tecnológica en un nuevo derecho cultural de los mexicanos, pues ninguna sociedad puede llamarse moderna si no incluye al saber entre sus prioridades.

Añadió que por eso es necesario plantear una política fiscal fuera de paternalismos y sumisión, donde el gobierno habrá de incluir instrumentos de cooperación internacional en apoyo a la investigación científica y tecnológica, así como estimular la formación de consorcios nacionales e internacionales para generar innovaciones con inversión propia. "Si no hay un cabal cumplimiento de la ley, no se consolidará estímulo alguno".

Al respecto, el senador Rodimiro Amaya Téllez, presidente de la Comisión de Ciencia y Tecnología de la Cámara de Senadores (CCyTCS) puntualizó que en el marco de las discusiones sobre la reforma fiscal, el gobierno deberá asegurarse, de una vez por todas, que el impulso a la CyT sea una política de estado. Informó que el Congreso de la Unión se está apoyando en la reflexiones emitidas por los diversos sectores del país para hacer que se incluyan decididamente estrategias que promuevan y fortalezcan la investigación y el desarrollo tecnológico en México.

Adelantó que entre los logros obtenido está la iniciativa de ley que promueve el Conacyt para el otorgamiento de estímulos fiscales a las empresas que invierten en ID, el cual sería de 35 por ciento para las pequeñas y medianas, y del 20 por ciento a las grandes. Subrayó que con esta medida se busca aprovechar el recurso presupuestado de 500 millones de pesos anuales, para que la industria pueda crecer y desarrollar innovaciones.

A su vez, el ingeniero Carlos Arturo Bermúdez Aldama, secretario técnico de la Comisión del ramo, criticó a la "falsa dicotomía que priva en el sector público en el sentido de considerar más importante la inversión en salud y alimentación que en investigación," sin reconocer las ligas inevitables que les articulan.

Aseguró que los esfuerzos de la comisión a la que pertenece serán dirigidos hacia la consideración de estímulos fiscales destinados a CyT, punto que se tocará en septiembre próximo durante la discusión de la reforma fiscal.

El conocimiento, un producto comercializable

A diferencia de otros países latinoamericanos, el Estado mexicano carece de política científica. Esta es una cuestión cuya trascendencia ha pasado inadvertida, pero que en el futuro representará un problema de enorme magnitud sobre todo porque en el país no hay una verdadera estrategia que considere la importancia de la ciencia en el desarrollo colectivo, expuso el **doctor Diego Valadés, director del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM.**

"El Banco Mundial reportó en 1999 que alrededor de 40 por ciento del PIB de los países desarrollados procede de la creación y explotación de conocimientos, mientras que México apenas cuenta con 0.7 científicos e ingenieros dedicados a la investigación por cada 10 mil habitantes. Esto ha hecho que el país entre en el concepto de renta tecnológica, para aludir a la dependencia que tiene con otras naciones, sobre todo en el ámbito de las patentes", refirió.

Muestra de la problemática la dan las cifras: En 1999 se concedieron en México 4 mil patentes, de ellas, sólo 200 fueron otorgadas a mexicanos y el resto a empresas extranjeras que desarrollaron tecnología. Entonces, explicó, "lo que se descubre es que ante el panorama, el gobierno deberá fomentar por un lado, la formación de científicos y tecnólogos que puedan incorporarse a la planta productiva, y de otro, estimular la inversión privada en ID para modificar e incluso revertir las deficiencias advertidas".

Añadió, que los beneficios de esta participación son básicamente dos: canalizar fondos hacia la CyT y realizar investigación con fondos propios o mediante contratos del sector público. Sin embargo, mencionó que eso sólo puede ser posible mediante el otorgamiento de estímulos fiscales si se quiere evitar la concentración del saber y, por consiguiente, de la riqueza.

Asimismo, el presidente de la Academia Mexicana de Ciencias, René Drucker Colín, señaló, "uno de los problemas que priva en México es que los científicos y tecnólogos no se hacen entender a la sociedad de forma adecuada, por lo que ésta piensa que el trabajo de ellos no es trascendente". De ahí que manifestó estar de acuerdo con el Conacyt al declarar que el gobierno no debe buscar prioridades en la ciencia, sino invertir en áreas estratégicas del conocimiento, tales como biotecnología o informática, aprovechando lo que realmente es nuestro y en lo que podemos competir.

En términos generales, subrayó que mientras la ciencia ocupe un pequeñísimo espacio en los medios de comunicación, será mayor la dificultad de convencer a la sociedad de que hoy por hoy ese es el único camino rumbo al desarrollo.

Que el gobierno garantice la inversión: empresarios

Los empresarios actualmente sufren las consecuencias de la falta de personal calificado y de tecnologías de producción nacional, factores que les impiden de alguna manera invertir en ID, afirmó Mario Rodarte, investigador del Centro de Estudios Económicos del Consejo Coordinador Empresarial.

En su opinión, hay cuatro hipótesis que explican el porqué México experimenta un importante rezago competitivo. Primera: el desconocimiento de las empresas y del gobierno para saber qué y cómo invertir en desarrollo tecnológico, por eso no se hace un buen uso de los estímulos fiscales. Segunda: como no hay una buena recaudación de impuestos el gasto gubernamental se orienta a áreas poco estratégicas. Tercera: el país no genera suficientes científicos y tecnólogos que

ayuden a las empresas a crear innovaciones y éstas prefieren adquirir tecnología extranjera en vez de crearla. Y cuarta: la falta de incentivos fiscales ha sido una limitante para impulsar el desarrollo de los centros de investigación, equilibrar los salarios, incentivar la vinculación entre empresas y universidades, así como proteger los derechos de propiedad sobre los desarrollos tecnológicos.

Aseguró que los industriales están dispuestos a invertir en ID para de alguna manera contribuir a sufragar el déficit, pero requieren que el gobierno les garantice el destino adecuado de los recursos. De otro lado, Raúl Picard del Prado, presidente de la Cámara Nacional de la Industria de la Transformación (Canacintra), dijo que México tiene un rezago tecnológico equivalente a 20 años, por lo que los empresarios requieren de una reconversión tecnológica urgente. Comentó que el 98 por ciento del sector empresarial -- correspondiente a la micro, mediana y pequeña empresa-- tampoco ha sido favorecido durante los últimos tres sexenios, pues el gobierno ha preferido abrir las puertas del mercado interno a la industria extranjera antes que a la mexicana.

Afirmó que existe un verdadero interés del sector empresarial de participar activamente en la generación de recursos para CyT, pero las políticas económicas que ha seguido el país no se los han permitido.

Ante ello, propuso que el gobierno abra el mercado interno a la industria dándole oportunidad

de invertir en la reconversión de tecnología, con lo que a mediano plazo estarían en condiciones de apoyar eficazmente la investigación que se realiza en el país, "ya que desgraciadamente en el internacional no somos competitivos".

Asimismo, el ingeniero Carlos Slim Helú, presidente honorario vitalicio del grupo CARSO, indicó que el país requiere actualmente de estímulos tendientes a la formación de capital humano, para generar las condiciones de competitividad que México requiere en un mundo globalizado.

El empresario dijo que para lograrlo la ciencia básica juega un papel crucial, pero aclaró que el desarrollo del conocimiento no debe ser únicamente responsabilidad del Estado. "Es necesario que los sectores académicos hagan buena parte de su trabajo vinculados con la empresa, que básicamente necesita invertir en esfuerzos dirigidos hacia la resolución de problemas puntuales", afirmó.

De parte del ramo farmacéutico, el ingeniero Jaime Uribe de la Mora, director general de la empresa Probiomed, que desde hace algunos años ha apostado a la investigación, diseño y elaboración de fármacos, comentó que aunque hace falta una Ley de Fomento a la Innovación y Desarrollo Tecnológico, en el país existen empresarios que tienen un gran interés por invertir en el capital intelectual, empero consideró que ese tipo de inversionistas deben ser estimulados mediante eficientes políticas fiscales

FOLIO 64 Ciencia y Tecnología

En arte y arqueología...miradas científicas

Patricia López Suárez

No hay mirada más aguda y penetrante. Desnuda colores, descubre aleaciones, desenmascara a impostores. Ve hasta lo hondo, desentraña misterios, sustenta hipótesis y conserva el asombro. Es la mirada de la ciencia, de la física sacudiendo las partículas atómicas, provocando una energía reveladora de certezas.

Utilizando técnicas de origen nuclear, el **doctor José Luis Ruvalcaba Sil, del Instituto de Física de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)**, es un singular analista de la arqueología y el arte: estudia objetos prehispánicos y obras artísticas sumando su mirada a la de un moderno acelerador de partículas que aumenta la energía atómica y

mediante un haz de luz, detecta la naturaleza de las piezas vistas desde su parte más elemental: la expresión eléctrica de los átomos.

En el Laboratorio del Acelerador Peletrón del Instituto de Física ubicado en Ciudad Universitaria, este joven investigador analiza objetos y huesos de nuestros ancestros, óleos coloniales y joyas preciosas, a partir de dos técnicas nucleares muy sensibles que no destruyen ni dañan los objetos artísticos, arqueológicos e históricos, y las cuales brindan información novedosa y precisa sobre los materiales con que fueron contruidos hace cientos o miles de años, acerca de las metodologías con que fueron hechos y también respecto a la autenticidad, estado de deterioro y

formas de restauración de esos tesoros ancestrales.

Una sacudida y dos miradas nucleares

"Un acelerador de partículas (como el Peletrón) es un instrumento que se utiliza para aumentar la energía de las partículas atómicas cargadas eléctricamente, ya sean electrones, de carga negativa, o protones, de carga positiva", explica José Luis Ruvalcaba, quien deja fuera a los neutrones por carecer de carga eléctrica. El físico explica que "estas partículas cargadas eléctricamente se usan como proyectiles que impactan a otros átomos, rompen su núcleo e interactúan con las distintas partículas que lo componen, y producen transformaciones que hacen posible estudiar su naturaleza y comportamiento".

El acelerador de partículas emite un rayo o haz de iones, es decir, de partículas con carga eléctrica, en este caso positiva. Al tocar un material (por ejemplo una vasija cerámica, una figurilla metálica o un hueso humano), el haz provoca la emisión de radiación característica de los átomos que componen el material.

La radiación que se recibe es para los físicos un "lenguaje" que pueden leer a través de expresiones en rayos equis, gamma y nuevas partículas, dependiendo de los detectores que utilicen. De estas "lecturas" obtienen información para determinar las características de los materiales, su antigüedad, identidad e incluso formas de restauración. En el laboratorio del Acelerador Peletrón, el doctor José Luis Ruvalcaba utiliza dos técnicas analíticas de energía nuclear, para leer los mensajes más íntimos de la arqueología y el arte.

Una de las técnicas es PIXE, cuya siglas en inglés significan Emisión de Rayos X Inducida por Partículas. Se trata de una técnica muy sensible y versátil, en donde la respuesta a la irradiación se capta con rayos equis característicos de los átomos del material. La "mirada" de PIXE es tan aguda que "permite determinar hasta algunos átomos de un elemento entre un millón de átomos de otros elementos", explica el académico.

¿Cómo se logra tal precisión para analizar un objeto arqueológico? La respuesta está en leer lo que dicen los átomos. El investigador explica: "un átomo puede considerarse como un núcleo con carga positiva y electrones que se encuentran distribuidos en capas alrededor del núcleo. Cuando el haz de partículas incide y penetra en un material hay diversos efectos con sus átomos. Uno de ellos es la expulsión de los electrones de las capas internas del átomo, los electrones de capas más externas tienden a ocupar el lugar de los electrones expulsados, emitiéndose como

consecuencia un conjunto de rayos equis característicos del átomo en cuestión". Este fenómeno es la base de la técnica PIXE.

La otra técnica utilizada se conoce como RBS, cuyas siglas en inglés significan Retrodispersión Elástica de Partículas. Como PIXE, es una forma no destructiva y multielemental de analizar piezas de gran valor. La espectroscopia RBS permite determinar el perfil de concentración de los elementos que componen un material. ¿Cómo? Ruvalcaba Sil detalla: "consideremos que cuando las partículas cargadas del haz inciden en el material llevan una misma energía. Al penetrar en el material éstas son dispersadas en todas direcciones por los núcleos de los átomos, transmitiéndose una cierta cantidad de energía a los núcleos. Para un tipo de haz de partículas y para una dirección de dispersión dados, la energía de las partículas después de la dispersión depende de la masa del átomo que provocó la dispersión".

Siguiendo la ruta de la energía de las partículas dispersadas, los físicos establecen la identidad del átomo que provocó la dispersión y determinan a qué profundidad se produjo ésta. Así, determinan el perfil de concentración de los diferentes elementos que componen un material. La técnica RBS es ideal para estudiar elementos pesados en superficies constituidas de elementos ligeros: por ejemplo el metal que hay adentro de una capa de pintura, los diferentes capas de dorados y plateados en el caso de piezas metálicas.

En el laboratorio del Acelerador Peletrón, donde se realizan diversos análisis de piezas arqueológicas y artísticas mexicanas, las técnicas PIXE y RBS se combinan y complementan. Su uso simultáneo es el método más apropiado para estudiar la composición elemental de un material, según explica el doctor Ruvalcaba Sil quien, desde estas miradas científicas, sustenta diversas teorías arqueológicas, por ejemplo, acerca de las rutas entre diferentes culturas y respecto a la identidad de determinadas piezas artísticas y restos humanos localizados in situ.

Del análisis a la restauración

El doctor José Luis Ruvalcaba explica que los metales -presentes en esculturas, vasijas, pectorales y diversos objetos arqueológicos y artísticos- son quizá el material más adecuado para el análisis mediante técnicas nucleares. Con el acelerador de partículas y las técnicas PIXE y RBS, en el laboratorio del Instituto de Física de la UNAM es posible determinar la composición de aleaciones y las técnicas de orfebrería que utilizaron las culturas ancestrales de nuestro país.

Esta información luego se coteja con las hipótesis de arqueólogos e historiadores para armar con mayor precisión sus "rompecabezas del pasado". Un ejemplo reciente del análisis de joyas con técnica PIXE fue realizado por el doctor Ruvalcaba y sus colaboradores a una colección de piezas funerarias mixtecas de oro, del Museo Nacional de Antropología e Historia. Otras piezas, principalmente orejeras, se analizaron al vacío para determinar la composición de las aleaciones empleadas. Gracias a estas miradas científicas y al fino análisis de los físicos, hoy se sabe que la composición de aleaciones mixtecas está constituida en promedio de 75 por ciento de oro, 20 por ciento de plata y 5 por ciento de cobre.

Otro interesante estudio en donde físicos y arqueólogos ejercen la multidisciplinaria búsqueda de respuestas sobre nuestros orígenes e identidad, está en el trabajo conjunto del doctor Ruvalcaba Sil con especialistas del Instituto Nacional de Antropología e Historia de Hidalgo y la Escuela Nacional de Antropología e Historia, para estudiar el cráneo de una persona que vivió en la región minera de Hidalgo a principios del siglo XVI.

Al someter el cráneo al acelerador de partículas Peletrón, el especialista detectó sustancias tóxicas que pudieron causarle la muerte al sujeto a consecuencia del contacto del agua con desechos minerales. Además de identificación arqueológica, este tipo de trabajos conjuntos ofrecen

información concreta para otras áreas, como la ambiental.

Un ejemplo más está en el análisis de obsidias arqueológicas procedentes de las cuevas con pinturas rupestres ubicadas en Baja California, el cual permitió diferenciar dos fuentes volcánicas utilizando las composiciones de elementos mayores y algunas trazas.

Y como un caso de restauración y conservación, el doctor José Luis Ruvalcaba y sus colaboradores realizan un trabajo original sobre las pinturas y banquetas del Recinto de los Caballeros Águila del Templo Mayor, en el corazón de la ciudad de México. El material arqueológico está expuesto a altos índices de contaminación, y su estudio permitirá determinar los agentes de deterioro, la evaluación del sitio y los métodos de conservación y restauración más apropiados para cuidar ese tesoro nacional bajo custodia del Museo Nacional de Antropología e Historia.

El abanico de análisis con el acelerador Peletrón y las técnicas PIXE y RBS se amplía al análisis de obras pictóricas coloniales, manuscritos, libros y pinturas, piedras preciosas, orfebrería, cerámicas, vidrios y metales, así como a huesos, dientes y conchas marinas. Estos análisis del pasado arqueológico, histórico y artístico, también miran al futuro: a la evaluación y creación de nuevos materiales de conservación y restauración que nos permitan desentrañar lo que somos con miradas conjuntas de la ciencia y el arte.

FOLIO 65

Ciencia y Tecnología

Un nuevo observatorio para científicos... y principiantes

Patricia López Suárez

Observar el Sol, la Luna y las estrellas desde la azotea de la **propia Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)** es una buena forma de acercarse a la ciencia, en especial a la astronomía. Claro, con un telescopio que permita ver los astros mucho más allá de la contaminación capitalina y muy cerca de una de las cunas de instrumentación en torno a la ciencia.

Con un espíritu de divulgación científica, la Sociedad Astronómica de la Facultad de Ingeniería (SAFIR) y su *alma mater*, la Facultad de Ingeniería de la UNAM, inauguraron en marzo pasado un nuevo observatorio, cuyo objetivo principal es acercarse a estudiantes y a todo aquel

interesado en el quehacer astronómico a las ciencias del espacio, según explica el **ingeniero José Antonio Ruiz De la Herrán**, egresado de dicha Facultad, asesor de la Dirección General de Divulgación de la Ciencia de la UNAM y entusiasta pionero de la divulgación científica en nuestro país.

El telescopio y las magnitudes estelares

Además de sembrar a favor de la educación de estas materias, el nuevo observatorio sistematizará estudios fotográficos y fotométricos de los astros y a mediano plazo entablará colaboración con líneas de investigación científica del Instituto de Astronomía de la UNAM,

especialmente para estudiar estrellas dobles y variables. El observatorio de la Facultad de Ingeniería está equipado con un telescopio ecuatorial marca Celestrón de tipo catadióptrico, es decir, un modelo compacto de 21 centímetros de diámetro, capaz de aumentar los objetos hasta 360 veces. “Esto significa que vemos los objetos celestes como si estuviera 360 veces más cerca de nosotros. Así la luna, que está a 384 mil kilómetros de distancia de la Tierra, la observamos como si estuviera a seis mil 400 kilómetros”, explica De la Herrán.

El telescopio semiprofesional está instalado en el edificio de la Facultad de Ingeniería, en Ciudad Universitaria, dentro de una cúpula giratoria que lo protege de la intemperie. La instalación se logró con el apoyo de la Facultad de Ingeniería y la SAFIR, organismo de jóvenes ingenieros egresados que dirige la operación del observatorio.

Este instrumento permite observar objetos celestes débiles hasta la magnitud 11 de la Escala Astronómica de Magnitudes. De esta manera, las estrellas de primera magnitud son las más brillantes. As simple vista el ojo humano observar objetos celestes hasta la magnitud 6. “Las estrellas de sexta magnitud son las que apenas se alcanzan a ver a simple vista en una noche oscura, despejada y sin Luna”, comenta De la Herrán.

Referencia conocida para quines se acercan a estas materias, la Escala Astronómica de Magnitudes fue establecida por el astrónomo griego Hiparco hace unos dos mil años. Actualmente se ha extendido tanto a objetos celestes más débiles (o sea menos brillantes y de las magnitudes 7, 8, 9 y siguientes) cuanto a

objetos más brillantes para los cuales la numeración se vuelve negativa. Así, el planeta Marte en su máximo brillo presenta magnitudes de menos dos, y Venus en su máximo brillo una magnitud de menos 4.7.

Próximamente el observatorio será equipado con el fin de poder realizar trabajos científicos, por ejemplo, el estudio de las estrellas variables y de las estrellas dobles, áreas de la astronomía que conjugan el interés de aficionados y de científicos profesionales.

En nuestra Galaxia casi la mitad de las estrellas son dobles binarias, es decir, son estrellas que giran una alrededor de la otra. Estos objetos celestes, junto con las estrellas variables (llamadas así porque su energía radiada cambia periódicamente) son de gran interés astronómico porque indican condiciones inestables en las que resulta muy difícil la vida. “Estudiando estrellas dobles y variables, descartamos de un plumazo la posibilidad de vida en un 50 por ciento de las estrellas de nuestra Galaxia, debido a que se requieren estrellas muy estables, como el Sol, para que no se produzcan en sus planetas variaciones extremas de temperatura que harían imposible la vida”, comenta José De la Herrán.

La observación de estrellas dobles y estrellas variables requiere de noches despejadas, generalmente en invierno. Con el equipo del nuevo observatorio podrán observarse gracias a filtros que eliminan parcialmente los efectos de la contaminación luminosa que hay en la atmósfera de la ciudad. Hoy es posible ver desde este nuevo observatorio a Marte, Júpiter, los demás planetas y la Luna. Asimismo, con un filtro especial se hacen observaciones astronómicas de día para estudiar al Sol y detectar manchas solares.

Negocie con aceite quemado

CONACYT

En la mayoría de las cocinas industriales y cadenas de restaurantes el aceite comestible es una materia prima que se ocupa en alto volumen, y una vez cumplido su ciclo de uso se desecha, con el efecto que se genera una fuente de contaminación.

Con el fin de apoyar a la industria restaurantera, **investigadores de la UNAM** han desarrollado el sistema Tergeo. Esta es una máquina que en un solo paso procesa aceite comestible de desecho para obtener a partir de él jabón líquido o sólido que ahorra recursos económicos al obtener un subproducto de limpieza. Está manufacturado en

acero inoxidable y plástico de alta resistencia que lo hacen ideal para el ambiente al que está dirigido.

Tergeo ganó un premio por su diseño y utilidad. Sus piezas son cien por ciento nacionales y es fácil de construir y operar. Comercialice esta novedad para un amplio mercado cada día en aumento. Contacte al **diseñador industrial Héctor López Aguado del Departamento de Difusión del Centro de Investigación en Diseño Industrial** tel. 5622-0835 y 36 e-mail: cidi@servidor.unam.mx.

Vehículo subacuático para la investigación científica

Patricia López Suárez

Con el fin de recopilar información científica marina, ingenieros mexicanos diseñaron un equipo que permite obtener un registro preciso de peces, corales, corrientes, salinidad y temperatura de las aguas someras o poco profundas del país. Se trata de una cámara de video a control remoto manejada desde la superficie mediante una computadora, tecnología que prescinde del hombre buzo, sustituye en gran medida las importaciones y reduce costos de investigación.

Es el diseño y prototipo creado por un profesor y su alumno en la **Facultad de Ingeniería** de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), quienes desarrollaron un contenedor capaz de sumergirse hasta 100 metros de profundidad, custodiando en su interior una cámara de video, la cual forma parte de un complejo sistema subacuático para capturar imágenes utilizando ingeniería electrónica, mecánica y computación.

Con el diseño listo y el prototipo funcionando, **el maestro en ingeniería Luis Arturo Haro Ruiz**, jefe del Departamento de Ingeniería Electrónica en

dicha Facultad, y su alumno de licenciatura Francisco Dorador González -quien se titulará con esta investigación conjunta- presentan una tecnología única en su tipo en México, especial para dimensiones reducidas y aguas poco profundas. "Se trata de un diseño original pensado para apoyar la investigación científica en mares, ríos y lagunas del país", comenta el maestro Haro Ruiz, quien ha colaborado en la instrumentación de los buques oceanográficos "Justo Sierra" y "Puma" que la UNAM tiene como laboratorios en altamar para diversos trabajos científicos.

Una estructura con sensores

La idea principal de este desarrollo es ofrecer a los científicos y usuarios especializados, como Petróleos Mexicanos (Pemex), un vehículo subacuático que responda a las necesidades del país, "pues los que existen para aguas profundas tienen muchos sensores y los diseñados comerciales extranjeros solo cuentan con cámara de video y registros arbitrarios que no pueden controlarse ni dirigirse", explica y agrega que el sistema diseñado por él y su alumno "está planeado para

registros a escasa profundidad con tres sensores que miden, respectivamente, temperatura, salinidad y profundidad, datos importantes para los especialistas en ciencias del mar".

El diseño es una estructura de acero hermética en la que están montadas una cámara de vídeo acuática, la electrónica de control remoto y dos lámparas de luz blanca para iluminar una vez que el vehículo ha bajado hasta 100 metros de profundidad, ya que después de los 60 metros bajo el agua la oscuridad es evidente y el registro de imágenes complicado.

El vehículo cuenta con un sistema de infrarrojo que permite capturar imágenes en casi total oscuridad sin perturbar el ambiente ni a los seres marinos. "Al no ser visto por los animales acuáticos y grabar sin que ellos se den cuenta, el sistema se convierte en no invasivo, lo que resulta útil, por ejemplo, para el estudio de especies marinas con hábitos nocturnos", comenta a su vez Francisco Dorador.

El contenedor hermético tiene un sistema de seguridad que mide la humedad interna, los objetos circundantes cercanos y el adecuado funcionamiento de los motores con los que opera. Es un sistema electrónico, controlado por microcontroladores y por un cable coaxial especial para que viaje por él información de vídeo y de señales de datos y control de cómputo. El cable tiene ocho conexiones que incluyen la alimentación de energía desde la superficie.

El registro que se logra es de vídeo en movimiento y de fotografía fija, así que el material que se extrae puede estudiarse posteriormente en una videocassetera o en una computadora, "a diferencia de los registros que se hacen por la observación directa de los buzos, que no pueden repetirse y se limitan a la impresión personal de quien exploró", comenta el maestro Haro Ruiz.

El prototipo incluye el armazón metálico, diseño mecánico y electrónico de ingeniería y las conexiones, así como la adecuación a las necesidades de las expediciones nacionales. El usuario tendrá una palanca de mando parecida a las de los videojuegos y una computadora personal para dirigir el vehículo subacuático desde la superficie terrestre. En los buques oceanográficos de la UNAM será un complemento en el estudio de fauna y flora marina y limnológica (es decir, de aguas dulces). Este desarrollo también es aplicable en inspecciones de tuberías como las que Pemex tiene en altamar, como en la identificación de zonas de mantenimiento o para estudios de impacto ambiental de empresas.

"Algo interesante de este trabajo es que en México hay muy pocos equipos de trabajo dedicados a la instrumentación, y la idea de este trabajo es contar con una tecnología propia, que pronto pase del prototipo al escalamiento para ofrecerlo a la propia Universidad y a otras instituciones que realizan investigación científica y diversos trabajos en mares, lagos y lagunas", comenta Luis Arturo Haro, quien junto con Francisco Dorador trabaja actualmente en la búsqueda de financiamiento para montar el prototipo electrónico ya terminado en una estructura competitiva y funcional, en lo cual ya laboran con otros investigadores de la Facultad de Ingeniería.

Con este nuevo dispositivo mexicano, la UNAM da otro paso en creación de tecnología propia y a reducciones de costos. Por ejemplo, la importación de un aparato de este tipo oscila en 100 mil dólares, mientras que la puesta en marcha del instrumento universitario tiene un costo de 100 mil pesos en promedio.

FOLIO 68
Ciencia y Tecnología

El mundo de los núcleos atómicos

Patricia López Suárez

Durante mucho tiempo creímos que los átomos eran las estructuras más pequeñas del Universo. Incluso, su nombre griego átomos pareció condenarlos a lo indivisible. Pero eso no ha detenido a la física ni a los hombres y mujeres de ciencia empeñados en desentrañar qué es lo que contiene y cómo se organiza un átomo, la cantidad

más pequeña de un elemento químico que puede entrar en combinación.

Desde que un par de pensadores griegos presocráticos, Demócrito y Leucipo, consideraron a la materia formada por corpúsculos indivisibles en movimiento, no solo han pasado muchos siglos, sino también ocurrido múltiples

conocimientos científicos para penetrar en las estructuras más eficientes de toda materia, en donde las relaciones y los acomodos entre partículas subatómicas suceden en un lenguaje de cargas eléctricas positivas, negativas y neutras. La médula del asunto está en los núcleos atómicos, sistemas muy complejos que aún no se conocen por completo, a pesar de haber sido estudiados durante los últimos 60 años por físicos de todo el planeta.

"A fines del siglo XIX se conocen los rayos alfa, beta y gamma, capaces de romper un átomo y expresar una emisión, también llamada decaimiento atómico, a través de la cual se estudian los núcleos atómicos. Poco a poco se han descubierto diversas formas de decaimiento atómico que ofrecen información sobre lo que sucede en el interior de los núcleos atómicos, y nosotros tuvimos la suerte de encontrar una", explica el **doctor Efraín Chávez Lomelí, investigador del Instituto de Física de la Universidad Nacional Autónoma de México (IF-UNAM)**, quien junto con su colega la **doctora María Esther Ortíz Salazar**, descubrieron una singular forma de decaimiento atómico que se predijo teóricamente hace 40 años y que hoy este par de científicos mexicanos han demostrado a través de la experimentación.

Este hallazgo científico internacional lo realizaron con científicos mexicanos como el doctor Jorge Gómez del Campo y otros colegas suyos estadounidenses del Laboratorio Nacional de Oak Ridge, Estados Unidos, sitio en donde la metodología de la UNAM pudo llevarse a la práctica.

Decaimiento radiactivo, núcleos que se expresan

En la naturaleza, casi todos los núcleos atómicos son inestables. De las más de dos mil variedades que se conocen, el 90 por ciento decae o se desintegra, y en ese proceso emiten algún tipo de radiación, que conforme ha avanzado el conocimiento se le ha clasificado, por ejemplo, en radiación alfa, beta o gamma, explican los especialistas del

Departamento de Física Experimental del IF-UNAM

El decaimiento radiactivo es la manera en que un núcleo emite radiación de cualquier tipo, principalmente en forma de partículas, y se transforma en otro diferente. Esta radiación es la que los físicos registran y analizan, y gracias a su estudio se conocen detalles finos de los núcleos atómicos y se avanza en el conocimiento acerca de la estructura atómica y nuclear.

Desde el descubrimiento de la radiactividad alcanzada hace poco más de un siglo por Bequerel y los esposos Pierre y Marie Curie, se conoce la desintegración del núcleo de ciertos elementos con emisión de radiación, que forman otro elemento. Sin embargo, el reto para los científicos universitarios era conocer y experimentar con un nuevo tipo de decaimiento radiactivo, que aporte nuevo conocimiento básico sobre el tema.

En la actualidad son múltiples las aplicaciones que tienen las ciencias nucleares: se irradian alimentos y medicinas, se esterilizan los mismos materiales de laboratorio que obras de arte, y se realizan diversos estudios médicos utilizando materiales radiactivos. Sin embargo, persisten dudas fundamentales sobre cómo son los núcleos atómicos. Así, mediante el desarrollo de un método llamado "de blanco grueso", María Esther Ortíz Salazar y Efraín Chávez Lomelí han despejado una parte del camino dirigido a generar nuevo conocimiento básico en ese terreno de la física experimental.

El "blanco grueso", un experimento de tiro al blanco

Los primeros experimentos mundiales para conocer el tamaño de los núcleos atómicos se hicieron con radiación natural, o sea con partículas alfa. Hoy, en el Instituto de Física de la UNAM los expertos disponen de poderosas herramientas, como los aceleradores de partículas, con los cuales se controlan sus flujos y velocidades. Pero hay características de los núcleos que permanecen en misterio, ya que se trata de sistemas pequeñísimos y difíciles de estudiar, que funcionan como centro de confinamiento de una gran cantidad de partículas. La idea de su experimento era tener un "blanco grueso", es decir, una zona definida aunque pequeña, para "disparar" partículas que produzcan el decaimiento radiactivo y poder medirlo.

Los científicos Efraín Chávez y María Esther Ortíz comentan que desde hace tiempo se ha explicado la estabilidad de los núcleos atómicos a partir de un principio de equilibrio, en donde los protones y neutrones que forman el núcleo se arreglan adentro de él en forma de parejas. Estos apareamientos son normales y necesarios para la existencia de los núcleos, pero estos pares de nucleones (o partículas subatómicas) "nunca se habían observado de manera libre al ocurrir un decaimiento o desintegración nuclear". Este es el hallazgo de su trabajo, reconocido mundialmente y publicado en la *Physical Review Letters*, la revista de física más importante del mundo.

El experimento de los científicos universitarios, diseñado en el Instituto de Física y llevado a la

práctica en el Laboratorio de Oak Ridge de Estados Unidos, consistió en lograr que un haz o corriente de partículas de Flúor 17, como una minúscula y poderosa flecha delante de un finísimo tiro al blanco, incidiera sobre un "blanco" de hidrógeno. El Flúor 17 contiene átomos a los cuales se les quitan los electrones para acelerarlo, y por eso se eligió como "flecha" o "disparador", mientras que el núcleo de hidrógeno se utilizó como "blanco" ya que contiene un núcleo o protón único.

Los haces radiactivos proporcionan muy pocos "proyectiles" en el experimento, insuficientes para reunir los datos necesarios y demostrar la existencia del nuevo método de decaimiento radiactivo. Así que en el acelerador de partículas Peletrón de la UNAM, desarrollaron la técnica de "blanco grueso" para lograr su comprobación con una muestra más grande.

La técnica utiliza un "blanco" de cinco micras, y con ayuda de tecnología especializada de medición, se reconstruye lo que pasa en el interior del núcleo atómico.

Además de los haces radiactivos, son fundamentales los detectores, capaces de revelar a los científicos lo que sucede en fracciones de segundos. Como se trata de un "tiro al blanco" de alta precisión, solo existen 64 segundos para montar el experimento, realizarlo y detectar lo que sucede en milisegundos.

Gracias a este experimento de física experimental, estos dos investigadores mexicanos descubrieron un nuevo tipo de decaimiento radiactivo, que consiste en la emisión simultánea de dos protones por un núcleo atómico. Después de 40 años de buscar este singular tipo de decaimiento, fue posible verificarlo con las nuevas técnicas de los aceleradores que permiten utilizar haces de partículas radiactivas y detectores de alta tecnología.

Próximamente, los científicos universitarios realizarán un segundo experimento de este tipo de decaimiento, para lograr una cobertura mayor a la actual.

FOLIO 69 PARA EMPRESARIOS

Efectivos contenedores para basura

CONACYT

Uno de los problemas a los que se enfrentan las ciudades es el de la basura, porque no se dispone de contenedores adecuados que permitan almacenarla de forma segura y faciliten su manejo.

Investigadores de la Universidad Nacional Autónoma de México desarrollaron un contenedor de basura metálico con una capacidad de hasta 1250 kilogramos. El diseño posee un centro de gravedad que dificulta su volteo y permite la entrada de desechos sin necesidad de abrir la tapa principal. Se puede fijar a dos postes

creados para este contenedor y solo puede ser liberado por medio de una llave especial, al tiempo que se adapta a la mayoría de los sistemas de volteo de los camiones recolectores.

Sin duda este novedoso diseño ahorrará tiempo en el manejo de la basura en empresas, industrias y vía pública. Invierta en su fabricación. Llame al **diseñador industrial Héctor López Aguado** del Departamento de Difusión del **Centro de Investigación en Diseño Industrial**, tel. 5622-0835 y 36, e-mail: cidi@servidor.unam.mx

Atractivo producto para expositores

CONACYT

En los centenares de ferias y exposiciones que cada año se realizan con los más variados temas y propósitos, las empresas que acuden buscan tener espacios llamativos para mostrar sus servicios y productos y así atraer a posibles compradores.

Ahora **diseñadores de la UNAM** han ideado una estructura para espectáculos que es ligera, desmontable y fácil de transportar llamado Moduteatro. Esta es una especie de carpa con una estructura de cuatro arcos parabólicos de acero inoxidable, que se recubren con una

membrana plástica de lona fortotflex de fabricación nacional y tiene un aspecto muy llamativo. También cuenta con una amplia gama de accesorios.

Este diseño se ha usado como teatro móvil en la UNAM y ha demostrado la eficacia de su diseño. Provea a centros de espectáculos y empresas de este conveniente diseño. Contacte al **diseñador industrial Héctor López Aguado** del Departamento de Difusión del **Centro de Investigación en Diseño Industrial**, tel. 5622-0835 y 36, e-mail: cidi@servidor.unam.mx

Robot para monitoreo de alto riesgo

Verónica Guerrero Mothelet

Si usted es de los que temen que los robots se apoderen del mundo, no se preocupe, pues hasta ahora se han revelado más como aliados que como nuestros enemigos. En la industria, por ejemplo, realizan tareas repetitivas y monótonas con exactitud y velocidad. Pero existen áreas específicas donde son irremplazables, como en los volcanes activos o plantas siderúrgicas, donde las elevadas temperaturas amenazan la vida humana; o en zonas que carecen de las condiciones indispensables para la supervivencia; por ejemplo, las profundidades marinas o el espacio exterior. ¿De qué otra manera podría efectuarse una inspección o estudio, en sitios tan arriesgados y a veces inaccesibles para una persona?

La robótica es un campo muy amplio, que cubre desde androides hasta robots móviles, médicos, industriales, teleoperadores, didácticos y recreativos. En la Universidad Nacional Autónoma de México, desde hace más de ocho años, un equipo de ingenieros en electrónica del **Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y Sistemas (IIMAS-UNAM)** del Departamento de

Ingeniería de Sistemas Computacionales y Automatización (Sección Electrónica y

Automatización) se concentró en la robótica móvil, específicamente dentro de un área conocida como *Robot Vision*; se trata de un robot que utiliza métodos de visión por computadora para el reconocimiento de color, líneas y rutas de navegación.

El sistema cuenta con una cámara de video para realizar labores de supervisión en forma remota, control de la plataforma móvil y el manipulador de seis grados de libertad por medio de una computadora personal en forma inalámbrica con el uso de radio frecuencia, cuenta con un sistema de adquisición de 16 canales analógicos de 8 bits, y dos puertos de entrada/salida de 8 bits, baterías de respaldo para trabajo aproximado de 6 horas continuas.

El **ingeniero Román Osorio Comparán**, del Departamento de Ingeniería de Sistemas Computacionales y Automatización del IIMAS/UNAM, refiere que al inicio de los años noventa, empezó un proyecto, que consistió en

monitorear una zona de alto riesgo en ambiente nuclear dentro de la central nucleoelectrica de Laguna Verde, en Veracruz, con la colaboraci3n de personal del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ), quienes estaban a cargo de la protecci3n radiol3gica de la planta.

Dicha central requería, para su mantenimiento, de un equipo que detectara puntos vulnerables, como el control de la temperatura o de la humedad, la localizaci3n de piezas que tuvieran que reemplazarse y la revisi3n de las condiciones generales de la construcci3n. El IIMAS se ocup3 de todo lo relacionado con la instrumentaci3n y la rob3tica, "como el diseño de un robot m3vil con movimiento aut3nomo; de la electr3nica, de los sensores que llevaría montados, de los sistemas de adquisici3n y, desde luego, de los sistemas para su propio monitoreo y control; así como del sistema de inspecci3n que estaría controlado por la c3mara de video", comenta Osorio Comparán.

Entre 1992 y 1993, el IIMAS construy3 el primer prototipo del robot m3vil y despu3 sus investigadores realizaron el diseño específi- co que cubriera las necesidades de Laguna Verde. Tras 18 meses de labor, entregaron el nuevo modelo, que fue evaluado en la planta y mejorado con integraci3n de sistemas sugeridos por tres departamentos de la central nucleoelectrica (mantenimiento, operaci3n y supervisi3n), ya que cada uno tenía sus propios parámetros.

Una vez terminada la fase pruebas y caracterizaci3n de problemáticas en la planta No. 2 en construcci3n (en aquel entonces) de Laguna Verde, la siguiente fase fue elaborar prototipos para resolver problemas específi- cos. "Ahora el objetivo es contar con tecnología propia y adecuarla al entorno de la planta, en la cual se pretenda instalar este sistema", explica el especialista en electr3nica.

La idea de un robot m3vil es que tenga autonomía de operaci3n, que "decida" por sí mismo hacia d3nde moverse y qué actividad realizar. Esto en esencia se consigue mediante algoritmos (f3rmulas o procedimientos matemáticos utilizados para resolver problemas), con los cuales el robot detecta el ambiente en el que trabajará. De esta forma, ya no depende del control remoto, sino que, por medio de sensores, "decide" la ruta correcta, dependiendo de las tareas a cumplir, apunta Osorio Comparán.

"Es una investigaci3n de fondo muy desarrollada, que requiere mucha dedicaci3n", dice, e informa que el prototipo es transferible a inversionistas que tengan inter3s en adecuarlo para beneficio de una industria en particular. Ya se trate de la localizaci3n y manejo de explosivos o de la manipulaci3n de materiales peligrosos, este modelo puede adaptarse para que participe en una amplia diversidad de procesos industriales.

Un caso concreto es el del sector automotriz, donde sería útil en la transferencia de material, carga y descarga de máquinas, para la aplicaci3n de pintura, soldadura, pulido, remachado y rectificaci3n, entre otras tareas. En laboratorios, puede dedicarse a la colocaci3n de pruebas dentro de los instrumentos de medici3n y del manejo de reactivos quími- cos o productos bacteriol3gicos, con objeto de reducir la exposici3n del ser humano a sustancias químicas nocivas.

En pocas palabras, al conocer las características y amplias posibilidades de aplicaci3n de este prototipo de robot m3vil, tan lejos de las negativas predicciones de una rebeli3n rob3tica, lo que resulta evidente son las ventajas de este valioso ayudante, concebido para llevar a cabo una tarea con éxi- to y brindar seguridad al personal humano en ambientes peligrosos.

FOLIO 72 BIOTECNOLOGÍA

Las potencialidades de la biotecnología

Por: Dra. Isabel Saad*

Los recursos biológicos se consideran hoy como bien mundial de valor inestimable, elemento clave para la supervivencia de generaciones presentes y futuras. Sin embargo, la diversidad biológica no ha estado nunca tan amenazada como ahora.

En la actualidad la pérdida de diversidad es acelerada a todos los niveles: en los ecosistemas,

entre especies, dentro de éstas (variedades, razas), en los individuos (hay pérdida irreversible de genes). Esto ocurre tanto en el ámbito mundial como al interior del país. Las causas de la erosión biológica son muchas: presi3n demográfica, degradaci3n del medio ambiente, desmonte, explotaci3n excesiva de especies, guerras, disturbios civiles, políticas y legislaciones

inadecuadas, desastres naturales, cambios en las políticas culturales, agricultura extensiva, enfermedades y plagas.

El problema es grave y complejo, para superarlo se requieren estrategias integrales, planificación cuidadosa, trabajo compartido. Pero más allá del esfuerzo de imaginación colectiva que todo esto implica, la solución de este problema demanda nuevas tecnologías. La biotecnología será sin duda una disciplina estratégica para encarar los desafíos del siglo que empieza, porque su potencial de acción abarca todos los ámbitos en los que intervienen sistemas biológicos.

La biotecnología puede contribuir a la conservación, uso y manejo sustentable de la biodiversidad en cinco ámbitos principales: remoción de contaminantes, establecimiento de un sistema de agricultura sustentable, desarrollo de procesos industriales más amigables con el ambiente, rescate de especies amenazadas y caracterización y conservación de variedades vegetales.

Una condición indispensable para reducir la pérdida de diversidad es conseguir condiciones ambientales adecuadas. La biotecnología ambiental ofrece una amplia gama de posibilidades para tratar aguas domésticas e industriales; recuperar suelos y acuíferos contaminados; aprovechar los desechos sólidos obteniendo compostas y gas combustible. El aprovechamiento de la amplia capacidad sintética de los organismos vivos, de sus organelos y enzimas, será la base de un amplio número de procesos industriales involucrados en la producción de sustancias de interés industrial y medicamentos, que serán más rápidos, económicos y menos contaminantes.

A su vez, la biotecnología agrícola es elemento esencial en la instauración de un nuevo sistema

agrícola que necesitamos, basado en el conocimiento profundo de la naturaleza, sus ritmos e interacciones, menos dependiente de insumos industriales; que utilice el equilibrio ecológico para controlar plagas, que estimule a microbios del suelo a fin de producir abonos estabilizados e higiénicos, que aproveche las moléculas sintetizadas por plantas y microorganismos para atacar patógenos específicos; que sea capaz de reunir en un sólo ser las mejores capacidades de varios, combinando la efectividad en los ecosistemas de las especies silvestres, con la alta productividad y la estabilidad de las especies cultivadas.

Por su parte, además, la biotecnología vegetal ofrece la posibilidad de rescatar especies en peligro de extinción. Esta tecnología tiene mucho que aportar en el manejo sustentable de bosques y selvas porque permite la propagación de especies todo el año, una multiplicación selectiva de individuos con atributos valiosos y acelerar el proceso de domesticación de plantas y animales.

En tanto, el empleo de tecnologías biológicas es también indispensable para la caracterización y conservación de recursos alimenticios estratégicos, en bancos de germoplasma y conservar la diversidad genética de los cultivos es importante para la seguridad alimentaria nacional y mundial.

* La autora es maestra en biotecnología y doctora en Ciencias, en la **Facultad de Ciencias de la (UNAM)** su trabajo se centra en la biotecnología vegetal, en particular en la reproducción de especies amenazadas; el desarrollo de paquetes tecnológicos de plantas medicinales, y las biotransformaciones con células vegetales. Desde 1996 es integrante de CamBioTec (red internacional formada por países latinoamericanos y Canadá para el fomento de la biotecnología y desarrollo sustentable).

FOLIO 73
Ciencia y Tecnología

Los escudos moleculares del organismo

Verónica Guerrero Mothelet

El oxígeno es fuente de vida, pero también es causa natural de la muerte. Así como corroe los metales, también destruye las moléculas de nuestras células. ¿Cómo fue entonces que, en algún momento de la evolución aprendimos a defendernos de este elemento de doble filo? Después de una amplia investigación, **el doctor**

Jorge Membrillo Hernández descubrió que la clave se encuentra en una proteína específica producida por los organismos vivos, que sirve como un escudo molecular: la chaperona Dna-K.

El especialista del **Departamento de Biología Molecular y Biotecnología del Instituto de**

Investigaciones Biomédicas de la Universidad Nacional Autónoma de México (IIB-UNAM), explica que cuando los organismos procesan el oxígeno para obtener energía, éste genera subproductos muy nocivos, como el superóxido y el peróxido, que son los famosos radicales libres (pequeñas moléculas a las que les falta un electrón) responsables del envejecimiento. No hay salida, refiere el investigador, "si usas oxígeno produces estos radicales".

Para contrarrestarlos, todos los organismos vivos han desarrollado defensas en la forma de enzimas, que son moléculas complejas de proteínas producidas de manera natural dentro de las células. En particular, se sabe que la enzima llamada superóxido-dismutasa desecha el superóxido, en tanto que la catalasa elimina el peróxido. Lo que encontró el equipo de científicos liderados por el doctor Membrillo Hernández fue una tercera forma de protección molecular: "gracias al uso de las enzimas existe un equilibrio entre la producción y desecho de los radicales libres; empero cuando aquel se pierde, aparece lo que se conoce como estrés oxidativo".

Cuando comenzó la vida, todos los organismos eran forzosamente anaeróbicos; es decir, no respiraban oxígeno porque no lo había en grandes cantidades, pero al aumentar el volumen del elemento químico en la atmósfera, ésta se volvió oxidante. En ese momento evolutivo, relata el investigador, "los organismos tuvieron que tomar varias decisiones". Un grupo emigró a ambientes libres de oxígeno, en lo profundo del mar o de la tierra, y de él surgieron los organismos anaeróbicos estrictos (cuyas funciones no dependen del oxígeno).

Otros, a su vez, perfeccionaron algunos mecanismos de supervivencia convirtiéndose en organismos "facultativos", que en ausencia de oxígeno pueden encontrar otros medios para vivir, como la fermentación. Un grupo más aprovechó el potencial electrónico de ese elemento, utilizándolo de tal manera que se volvió dependiente. De allí surgieron los organismos aeróbicos estrictos (que no pueden vivir sin oxígeno).

Los facultativos y aeróbicos estrictos desarrollaron defensas en tanto elaboraban mecanismos para aprovechar la energía producida por el oxígeno, mismas que ahora nos protegen de la oxidación.

En 1997, Membrillo Hernández fue invitado a la Escuela de Medicina de la Universidad de Harvard, Estados Unidos, para colaborar con el profesor en Microbiología, Edmund Lin, con quien desarrolló un proyecto para comprender, a nivel molecular, cómo se enfrentan los organismos al oxígeno, un problema básico de la biología. "Lo que a mí me interesaba era lograr que una enzima que sólo trabaja sin oxígeno lo hiciera en presencia de éste. Algo así como provocar su evolución", señala.

Ante ello, eligieron la *Escherichia coli*, una bacteria facultativa que tiene mecanismos muy específicos para producir sólo las proteínas propias del ambiente en que se encuentra (con o sin oxígeno). Tomaron una enzima de su proceso fermentativo - (alcohol deshidrogenasa), que únicamente trabaja anaeróbicamente, y tras colocarla en un medio con etanol, a pesar de que la enzima se destruye por el oxígeno, fue mutada para trabajar en presencia del elemento. De esta forma, los científicos observaron en sólo diez días lo que pasó en millones de años. De regreso a México, como parte del programa de repatriación de jóvenes científicos del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), en el IIB de la UNAM el investigador buscó responder nuevas interrogantes. Una de ellas era saber si estas enzimas se habían hecho resistentes al estrés oxidativo. Sin embargo, al purificarlas descubrieron que no sólo no eran más resistentes, sino que incluso eran más sensibles. ¿Qué sucedía? Si la proteína no puede vivir en presencia de oxígeno, pero a pesar de ello funcionaba, debía contar con una protección. Ante tal paradoja plantearon que el responsable de esta protección contra el estrés oxidativo podía ser un escudo molecular...Y así fue, la proteína chaperona Dna-K.

Para el especialista y su equipo el hallazgo fue asombroso, porque por primera vez demostraron, con ensayos bioquímicos muy sofisticados, que existe una interacción física y evidencia molecular de la función de esta chaperona. Más tarde, encontraron un artículo científico donde se señala que los niños que nacen con deficiencia de esta proteína desarrollan el Síndrome de Progeria, la terrible enfermedad del envejecimiento prematuro.

Ahora, la relación de estas chaperonas con el Síndrome de Progeria abre las puertas a la posible descripción de un fenómeno sobre el que la gente tiene muchas fantasías: el envejecimiento

Un pionero de los trasplantes

María Guadalupe Camacho

En la década de los cincuenta un grupo de catedráticos de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) incluía dentro de las clases de medicina una materia de cirugía, en la cual sustituían diversos órganos y tejidos en animales, específicamente en perros.

Empero, un grupo de señoras comenzaron a protestar por las prácticas médicas que llevaban a cabo. Frente a ello, la Universidad prohibió continuar con esta experimentación científica, que bien fue el inicio de los trasplantes en México, así lo narra uno de los pioneros de este tipo de cirugía, el **doctor Trifón de la Sierra Ramírez**, que en la actualidad cuenta con más de medio siglo de ejercer la medicina.

Graduado en 1949 de médico cirujano de UNAM, se especializó en gastroenterología, "sin embargo, durante mi enseñanza tuve la oportunidad de tomar clases con el doctor Julián González Méndez, quien nos introdujo al mundo de los trasplantes". De esta manera, afirma, comenzó su inquietud por aprender todo lo referente a la cirugía sustitutiva, "el fin era comenzar en México una nueva era en medicina".

El primer trasplante renal

El especialista recuerda que él y sus compañeros de la facultad Manuel Campuzano, Jorge Sony y Alfredo Flores Sertuche practicaron diversos trasplantes durante su formación universitaria, nuestros pacientes, apunta, eran los perros.

Sin embargo, explica que después tuvieron la oportunidad de realizar cirugías en humanos "por la zona de Mixcoac había un lugar en el cual se mantenían, por un breve periodo, cadáveres de personas que no tenían familiares. Allí, fue donde comencé mis prácticas quirúrgicas más formales".

En 1964 y siendo director médico del *20 de Noviembre*, el doctor De la Sierra formó un equipo médico especializado en el trasplante renal, con el fin de realizar la primera cirugía de este tipo. De esta manera, únicamente esperaban al paciente idóneo para la práctica quirúrgica y recuerda: "Llegó un enfermo muy joven (26 años) con insuficiencia renal terminal a consecuencia de una infección que destruye el órgano. Durante más de un mes la persona estuvo sometida a diálisis y al

cabo de ese tiempo le planteamos la posibilidad de una cirugía de trasplante".

Los familiares, desde luego, se negaron a participar porque en esos años aún había gran desconocimiento sobre el tema. No obstante, la novia del paciente fue la que aceptó donar su riñón. "Fue el doctor Alfredo Flores Sertuche quien le extrajo el órgano a la señorita y yo se lo trasplanté al paciente". Enseguida de la operación, recuerda el doctor De la Sierra, el joven evolucionó bastante bien incluso, comenzó a orinar a la brevedad.

Sin embargo, a principios de los sesenta no existían los medicamentos que en la actualidad se emplean en las personas trasplantadas. "Le administramos un medicamento que era para prevenir infecciones y con este fármaco evolucionó de manera adecuada durante la primera semana después de la intervención. Además, la única prueba que llevamos a cabo antes de la cirugía fue la sanguínea y no las que ahora son imprescindibles: compatibilidad, posibilidad de rechazo y muestreo de células renales, entre otras".

Así, después de un mes el paciente murió debido a que el órgano fue rechazado por falta de fármacos. El galeno apunta que de 1965 a 1975 no se realizó ningún tipo de actividad médica que tuviera relación con los trasplantes. Frente a ello, afirma, México tiene aproximadamente 10 años de retraso en esta materia. "No se llevaron a cabo más investigaciones debido a la falta de interés por parte de las autoridades de salud de ese entonces".

En el 20 de noviembre

Después de terminar su especialidad en gastroenterología y antes de realizar el primer trasplante renal, De la Sierra fue llamado en 1954 por el doctor Salvador Zubirán para que ocupara la jefatura de cirugía del recientemente inaugurado Hospital para Trabajadores al Servicio del Estado, que en ese entonces tenía su sede en el Casco de Santo Tomás (actualmente es el Hospital de la Mujer), y además pertenecía a la Secretaría de Salubridad y Asistencia, "aún no se fundaba el Instituto de Seguridad Social al Servicio de los Trabajadores del Estado (ISSSTE)".

Comenta que en dicho hospital laboró durante cinco años, pero a principios de los sesenta "a todos los trabajadores nos dieron un año de vacaciones pagadas. Nosotros no sabíamos, pero estaban estructurando el ISSSTE". Durante ese tiempo se dedicó a escribir un libro titulado *El método científico aplicado a la clínica*, que fue publicado en 1986 por la Universidad Autónoma de Metropolitana (UAM).

Asimismo, recuerda que 16 de mayo de 1961 fue inaugurado el Hospital 20 de Noviembre, "entre protestas de los médicos, enfermeras y demás trabajadores de la salud, ya que a muy pocos nos avisaron del nuevo proyecto". Después, comenta, un grupo muy importante de especialistas externaron su descontento con el doctor José Álvarez Amézquita, entonces secretario de Salud en el periodo de 1960 a 64 y todos fuimos reubicados en diversas instituciones.

El doctor De la Sierra apunta que a él lo contrataron como jefe de cirugía en el Hospital 20 de Noviembre, y a los dos años el doctor Javier de la Riva, en ese entonces director médico del ISSSTE, lo nombró director del citado nosocomio, ya en el puesto, comenzó a organizar todo lo referente a lo médico, ya que otra persona se encargaría de dirigir la parte administrativa.

De esta manera, señala, se consolidaron dos unidades: terapia intensiva y cuidados

postoperatorios. Asimismo, las áreas de ginecología, pediatría, medicina interna y cirugía comenzaron a funcionar casi de manera independiente con el fin de brindar un mejor servicio a los derechohabientes.

En la actualidad el Centro Médico Nacional 20 de noviembre está conformado por 39 especialidades, entre las que destacan: cirugía cardiovascular, nefrología, neurofisiología, medicina nuclear, oncología, radioterapia y quimioterapia, entre otras.
Catedrático, consejero y la consulta privada

Durante 28 años el doctor Trifón de la Sierra fue catedrático de la **Facultad de Medicina de la UNAM**, donde al igual que su profesor implementó la clase de Cirugía Experimental en Animales. En la actualidad atiende todas las tardes a diversos pacientes en su consultorio privado y también es consejero médico honorario del Instituto de Seguridad Social al Servicio de los Trabajadores del Estado (ISSSTE).

Finalmente, rememora, "visité Nueva York en 1959 mucho antes de que se construyeran las Torres Gemelas, iba de vacaciones a conocer la ciudad y después de más de cuatro décadas me doy cuenta de que el mundo ha cambiado mucho, en algunas cuestiones para bien, pero en otras para mal".

FOLIO 75
Ciencia y Tecnología

Caracterizando a las huellas dactilares

Fernando Guzmán Aguilar

Con el fin de distinguir morfológicamente cada una de las huellas dactilares, estudiar el iris de los ojos, patrón único que también permite identificar a los humanos, investigadores mexicanos desarrollaron un versátil y novedoso dactiloscopio que además permitirá caracterizar, estudiar y clasificar esas huellas, con importantes implicaciones en el nivel de procuración de justicia, identificación de trabajadores, seguridad pública, control de asistencia, entre otros aspectos.

En busca de soluciones y respuestas, un científico de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) trata de entender, mediante la morfogénesis matemática, cómo se forman esos patrones únicos en la naturaleza. En particular, desarrolló un sistema dactiloscópico para caracterizar y estudiar las huellas dactilares.

El doctor Victor Castaño Meneses, del Instituto de Física de la UNAM, campus Juriquilla, Querétaro, dice que las huellas dactilares son el medio más confiable y común para identificar a las personas, ya que presentan salientes y depresiones, formando dibujos caprichosos con variedad de combinaciones, únicas en cada dedo.

La ciencia que estudia las huellas dactilares es la dactiloscopia. Dos grandes escuelas la practican. En México, Sudamérica y parte de Europa se usa la clasificación de Vucetich (policía argentino de principios de siglo XX), mientras que en Estados Unidos y Gran Bretaña se aplica la clasificación de Henry.

Sin embargo, el proceso de clasificación manual es bastante lento y complicado, y la información

sobre los sistemas dactiloscópicos comerciales es limitada.

Por esas y otras razones, los investigadores y hermanos Rodrigo y Alejandro Castañeda, bajo la dirección de Víctor Castaño, diseñaron un sistema de reconocimiento que se basa en las características geométricas y topológicas isométricas (número de bifurcaciones, líneas adyacentes, y características de los vecinos) del patrón de la huella. Estos métodos matemáticos fueron desarrollados para distinguir, morfológicamente, las diferencias entre cada una de las huellas dactilares, indica Castaño, quien es jefe del Departamento de Física Aplicada.

"Desarrollamos -agregan los hermanos Castañeda- un *hardware* para digitalizar y registrar la huella dactilar a través de un pequeño scanner y un software que realiza una serie de análisis matemáticos que nos permiten filtrar patrones borrosos que le hacen 'ruido' a las líneas topológicas y geométricas de nuestros dedos". La huella dactilar es una imagen bidimensional, por lo que es tratada a través de seis etapas: adquisición, preprocesamiento, segmentación, representación, descripción y reconocimiento de la huella.

La metodología -explican- consiste en el enlace de las seis etapas a fin de acondicionar la imagen para ser leída. Luego se extraen sus componentes mediante un algoritmo de rastreo automático de líneas delgadas, realizando la detección de los puntos característicos de la imagen. Después la información se procesa digitalmente para lograr su interpolación y reconocimiento.

El sistema es versátil, ya que está integrado por módulos que se pueden quitar y usar en otro sistema. Por ejemplo, para intercambiar datos dactilares de una procuraduría a otra, sin que alguna tenga acceso a información secreta.

Permite compactar grandes cantidades de información. Si bien no se aplica a gran escala, actualmente guarda las huellas dactilares de 20 mil personas. Se le pueden poner diferentes datos en cada ficha electrónica, como edad, Registro Federal de Causantes estatura, color de ojos, y otros. En tiempo de búsqueda realiza la identificación, en un par de minutos

Otra aplicación del sistema podría ser en el estudio del iris de los ojos, patrón único que también permite identificar a los humanos. Para ello, en vez del scanner, se podría conectar a la computadora, una pequeña cámara de televisión, adaptando el software a fin de hacer la clasificación de iris.

Pero ¿para qué diseñar un sistema de reconocimiento de huellas dactilares si ya existen en el mercado. El doctor Castaño aclara que no se trata simplemente del diseño de un sistema, sino de un proyecto más amplio para entender cómo se forman las huellas dactilares y otros patrones en la naturaleza.

Y agrega: Queremos ofrecer un sistema dactiloscópico, con tecnología nacional, donde los mexicanos: la procuraduría, el ejército, y las compañías sepan cómo están clasificando las huellas de los ciudadanos o de sus empleados. Además, dice, porque los sistemas que venden empresas extranjeras son cajas negras.

Una caja negra -explica el doctor Castaño- es un sistema en el cual entra algo y sale otra cosa y no se sabe qué pasa en medio. La fotocopidora es un ejemplo de caja negra: uno pone la hoja, presiona un botón y sale la copia. ¿Cómo lo hizo? ¿Cuál es el principio físico? "A uno, como usuario de una fotocopidora, no le importa, pero como usuario de las huellas dactilares es diferente. Imagínese que este sistema se manipule y que después identifique sus huellas como las mismas de alguien que cometió algún delito en Tijuana. ¿Qué pensaría que todas huellas dactilares de los ciudadanos estén siendo clasificadas por una caja negra que sólo los extranjeros que la diseñaron saben cómo funciona?"

El investigador considera que lo relacionado con la seguridad nacional, como la base de datos dactilares de los ciudadanos, debe ser de pleno conocimiento y transparente.

Pero señala que hay otro punto en el proyecto que es más importante para los investigadores del mañana: saber cómo se forman los patrones y cómo están contruidos los seres vivos. Con ese fin utiliza la morfogénesis (morfo: forma; génesis: origen), rama relativamente moderna de las matemáticas. Las huellas dactilares -asegura- no se forman genéticamente, como el color de la piel y los ojos; aparecen varios meses después de la concepción.

Por eso se pregunta: ¿por qué tienen ese patrón intrincado de remolinos con una variedad de combinaciones que las hace únicas? ¿Por qué en las yemas la piel no es lisa o tiene escamas o pequeños agujeritos? ¿Por qué se forman después de la gestación, aproximadamente a los tres meses? Castaño sostiene una hipótesis: en esa etapa del feto la piel está formada por sustancias que tienen diferentes características químicas de mezclado.

Si dos sustancias químicas, explica, son completamente miscibles, se disuelve una dentro de la otra. Pero si son inmiscibles, como el agua y

aceite, no se mezclan. Pero si no son completamente ni una ni otra, entonces forman patrones. "Creo que las diferentes sustancias químicas que forman lo que va a ser la piel son parcialmente emisibles".

Por el momento, en estudios que realiza en el citado campus del Instituto de Física para mezclar molecularmente plásticos (polímeros), se ha observado que muchos de los patrones que se forman se parecen muchísimo a los de las huellas dactilares.

"Es impresionante. En una foto no se distingue si es huella dactilar o plásticos mezclados".

Si conocemos las leyes de estos procesos, además de entender cómo se forman esos patrones, podremos hacer biomimética; es decir, imitar a la naturaleza para generar nuevas estructuras, que sean elásticas, resistentes y porosas como nuestra piel, para hacer injertos u otro tipo de materiales, concluye.

FOLIO 76
Ciencia y Tecnología

Microfábricas automatizadas... pero mexicanas

Fernando Guzmán Aguilar

En México está muy cercano el día en que se instalen, con tecnología nacional, microfábricas automatizadas. Producirán a grandes escalas en menos tiempo, más barato, y desde luego bajo normas de alta calidad.

Investigadores de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), encabezados por el doctor Ernest Kussul, desarrollan una célula productiva: han construido los prototipos de una micro máquina herramienta y de un pequeño brazo mecánico para manipular dispositivos que se podrán montar en una mesa.

Es del tamaño de una caja de zapatos, y pertenece a la tercera generación diseñada, construida y probada con éxito en el **Centro de Instrumentos (CI) de la UNAM**. En tanto, el micromanipulador es de la misma escala. La máquina fue diseñada para realizar procesos de desgaste de material. En sus sistemas de arranque tiene herramientas mucho más duras que los materiales con que trabaja y funciona como torno, fresadora y taladro.

En el Laboratorio de Mecatrónica y Micromecánica del CI, Kussul y su equipo también han diseñado un microfiltro y tecnologías que por convenio deben mantener inéditas.

La micromecánica

Leopoldo Ruiz, maestro en ingeniería y colaborador de Kussul, dice que la micromecánica tiene tres grandes grupos de aplicaciones: Competir en la producción de cosas pequeñas como tornillos para lentes y grabadoras, entre otros objetos. Su siguiente aplicación es hacer

más eficientes y reducir el tamaño de sistemas que ya existen; por ejemplo, los intercambiadores de calor como los radiadores de coche, refrigeradores o sistemas de aire acondicionado.

Y la tercera aplicación es desarrollar pequeños dispositivos para cirugía no agresiva. De esta forma, se podrían introducir al organismo a través del endoscopio para realizar suturas sin abrir el tórax del paciente.

Tercera generación

Alberto Caballero, maestro en ingeniería y colaborador del doctor Kussul, señala que su objetivo es crear una célula productiva capaz de fabricar dispositivos micro aplicando la mecánica convencional.

Agrega que debido a lo caro que resulta producir piezas pequeñas con equipo convencional, surgió la idea de diseñar máquinas proporcionales a las piezas que se quieren elaborar. Las micromáquinas se van desarrollando por generación. "La nuestra es de tercera generación", apunta.

Por su parte, Leopoldo Ruiz opina que no se necesitan máquinas del tamaño de un cuarto para producir tornillos de 2 milímetro. Por esa razón, dice, se trata de hacer micro mecánica, compactando la ingeniería mecánica convencional hasta desarrollar máquinas del tamaño deseado, capaces de producir dispositivos muy pequeños que ahora son producidos por máquinas muy grandes y que repercuten en costo tanto de energía como en espacio.

Centro de maquinado

EL equipo del doctor Kussul, integrado también por las doctoras Tetyana Baydyk y Graciela Velasco, ha desarrollado un centro de maquinado que tiene tres ejes de desplazamiento o movimiento: a lo largo, a lo alto y a lo ancho. Trabaja en tres dimensiones, lo cual le permite tornejar, fresar, taladrar y algunas otras operaciones no convencionales de la mecánica.

Con este centro de maquinado, asegura el maestro Caballero, se pueden fabricar tornillos, engranes, pernos, flechas, bujes, dispositivos para las siguientes generaciones de máquinas, piezas para microfiltros, entre otras.

Sin embargo, precisa, para una célula completa de producción no sólo se necesitan máquinas herramientas, sino también otros microdispositivos, como manipuladores que permitan realizar ensambles.

Como segundo dispositivo, señala Leopoldo Ruiz, se desarrolló un micro manipulador. Su eficiencia se prueba en funciones como alimentación de materia prima, control de calidad, ensamblado, empaclado, almacenado y transporte de productos terminados.

Además, habrá que desarrollar, a escala, sistemas de visión o cámaras que puedan observar, localizar, reconocer e identificar la manera en que cayó una pieza, para que llegue el manipulador, la agarre y la transporte a su lugar.

El investigador apunta que también diseñan y construyen microfiltros, nuevas máquinas herramientas, dispositivos para cirugías no agresivas "que no podemos revelar" pero que permitirán realizar suturas e incisiones en el estómago humano vía endoscopio.

Las ventajas

El maestro Ruiz considera que si bien el tiempo de producción de la pequeña máquina-herramienta no es tan rápido como el de una grande y convencional, el costo de la primera es tan reducido que se podrían tener mil trabajando en paralelo y producir la misma cantidad de piezas, pero abatiendo costos y tiempo de producción.

En tanto, Alberto Caballero opina que si se monta la microfrábrica, otra ventaja será que con sólo diez máquinas trabajando se producirá la misma cantidad de engranes que la obtenida en Estados Unidos con sistemas de mecánica por depósito de materiales. La diferencia es que allá, mediante este proceso, cada engrane fabricado cuesta seis centavos de dólar, "y aquí a nosotros nos costaría un centavo de peso".

Otro caso señala Leopoldo Ruiz, son los pequeños tornillos que unen los brazos con las gafas y se producen en serie desde hace años. Las compañías que los fabrican tienen centros de maquinado. Con una sola máquina producen mil o más tornillos por día. La máquina es aproximadamente del tamaño de un escritorio y cuesta entre cien mil y 150 mil dólares. Mientras que "una máquina como la nuestra cuesta cien dólares".

Otra ventaja de la máquina herramienta es que sirve como apoyo didáctico. Por ejemplo en ingeniería mecánica o industrial el estudiante debe aprender procesos de producción, y en lugar de que en una máquina convencional aprendan 15 ó 20 alumnos, se podría tener una máquina micro para cada uno, lo que les ayudará a tener una mejor formación.

Filtro mecánico

Para obtener mayor pureza del aire o del fluido con el que trabaja la industria química en sus procesos de destilación, se usan filtros llamados de filtración fina, con los que se pueden retirar partículas del orden de micras.

El equipo del doctor Kussul diseñó un filtro mecánico, cuyo prototipo tiene ranuras de filtración de una micra. Se llama mecánico porque está hecho con partes sólidas que no absorben ningún fluido. Además tiene distintas aplicaciones: por ejemplo, en la destilación separa partículas y en química de alimentos aísla bacterias de más de una micra. A diferencia de los de papel (que se mojan), el filtro no tiene absorción de fluido, ni caídas de presión, y las pérdidas son casi nulas.

También es mejor que los filtros de carbón activo que se usan en casas para el agua, ya que en éstos tarda en salir y lo hace con poca presión. Con un ancho de ranura adecuado para filtrar el agua, este desarrollo podría tener uso doméstico.

El ingenio

Aunque el proyecto aún esta en una etapa básica, apunta Leopoldo Ruiz, "Japón está interesado en trabajar con nosotros, sobre todo porque podemos producir con mucho menor costo. No hablamos de mano de obra, sino de ingenio para hacer las cosas.

En ese país, destaca, desarrollan proyectos similares. Por esa razón, el día de la entrevista el doctor Kussul se encontraba en Japón, afinando los detalles para desarrollar conjuntamente el proyecto de la microfrábrica automatizada.

Por su parte, Leopoldo Ruiz manifiesta "mientras nosotros desarrollamos todo: el diseño de la máquina es pensado, fabricado y probado en México; ellos compran dispositivos a empresas. Mientras una máquina nos cuesta cien dólares, ellos pagan 30 mil dólares porque los puros sistemas, ya que son tecnológicamente más avanzados".

Pese a que los japoneses empezaron a hacer este tipo de prototipos en 1991 y los investigadores de la UNAM en 1999, Alberto Caballero y Leopoldo Ruiz se sienten orgullosos. "Honrosamente México no se encuentra tan desfasado en micromecánica", acota el maestro en ingeniería, Leopoldo Ruiz

FOLIO 77

Ciencia y Tecnología

El mundo de las pequeñas estructuras orgánicas

Yolanda Rojas

Piense en la cabeza de un alfiler y luego intente imaginar un robot un millón de veces más pequeño, introduciéndose en su cuerpo a fin de diagnosticar enfermedades. Lo que para muchos pudiera ser el capítulo de una novela fantástica de viajes intracorporales en naves microscópicas, ahora se ha convertido en tema de investigación para académicos y universitarios de todo el mundo, gracias al estudio de una disciplina conocida como nanotecnología.

Esta "locura" científica consiste en la manipulación de la materia a partir de sus átomos, una suerte de ingeniería molecular que puede utilizarse en diversas ramas del conocimiento, como la física, química, biología y medicina.

Se trata de hacer estructuras cada vez más pequeñas a una escala nanométrica (la millonésima parte de un metro), más allá de los límites establecidos en un *microchip* (100 nanómetros), pero más grandes que un átomo (0.1 nanómetros), y cuyas propiedades físicas y químicas sean superiores a los materiales de gran escala, explica el **doctor José Manuel Saniger Blesa, jefe del Laboratorio de Materiales y Sensores del Centro de Instrumentos de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)**.

Y es precisamente en este campo, que un grupo de científicos encabezados por él ha logrado el crecimiento y manipulación de nanotubos de carbono, tecnología hasta ahora producida en naciones como Alemania, Canadá, Estados Unidos y Japón. Cabe señalar que los desarrollos basados en nanotubos de carbono permitirán a futuro crear desde máquinas minúsculas a escalas moleculares, hasta el procesamiento ultrarrápido de información en nuevas generaciones de computadoras.

Incluso, "podrán usarse en todo tipo de aplicaciones industriales, ya sea para la fabricación de sensores de alta precisión, almacenamiento seguro de hidrógeno empleado como combustible limpio, desarrollo de materiales compuestos con resistencia superior al acero, herramientas nanolitográficas, monitores ultraplano o fármacos *inteligentes*", sostiene Saniger Blesa. Sin embargo, añade, aún faltan años de investigación básica para saltar a la industria, pues no sólo se requiere de nuevos conocimientos, sino de cuantiosas inversiones.

De lo macro, a lo micro

Si una lámina metálica, por ejemplo, se corta en miles de pedazos, el material seguirá conservando sus propiedades originales; empero cuando esta división alcanza el tamaño de los nanómetros las partículas resultantes comenzarán a presentar características diferentes. El doctor Saniger expone que ello ocurre debido a que en esas nanopartículas gran parte de sus átomos se localizan en la superficie, a diferencia de las macropartículas cuyos átomos se encuentran mayoritariamente en el interior de las mismas. De tal forma que "empequeñecer el tamaño de los objetos, es una manera de generar un cambio paulatino de sus propiedades", puntualiza y añade que otra particularidad proporcionada por la nanotecnología es lo que se llama confinamiento cuántico.

Por ejemplo, en un objeto macroscópico sus electrones externos están localizados en las llamadas bandas de valencia y de conducción. Cuando se suministra energía al objeto, los electrones pueden brincar entre una banda y otra, como ocurre con los materiales semiconductores empleados en los dispositivos electrónicos actuales. Esto significa que la posición de sus electrones está limitada a una de estas dos

bandas o, a dos estados electrónicos diferenciados. Muestra de ello son las computadoras, cuya lógica permite utilizar un sistema binario de "unos" y "ceros" (*bits*).

En cambio, cuando un material se divide hasta alcanzar un tamaño nanométrico, las bandas de valencia y conducción comienzan a desdoblarse y aparecen bandas intermedias adicionales donde pueden estar los electrones. De esta manera sus posibles localizaciones aumentan permitiendo construir dispositivos que no operen con una lógica binaria ("unos" y "ceros"), sino con otra de mayor nivel, como sería una ternaria, cuaternaria, etcétera.

Asimismo, el doctor Saniger indica que los científicos tienen dos maneras de crear materiales nanométricos: haciendo más chiquito lo macro por disgregación mecánica o, ensamblando unidades de menor tamaño (átomos y moléculas) hasta alcanzar el tamaño buscado. Este último es más atractivo, pero a veces limitante, ya que no se pueden agrupar moléculas o átomos al antojo. "Para que una molécula se encadene con otra ambas deben tener afinidad y, por tanto, es necesario conocer las propiedades químicas de cada elemento para predecir si el ensamblado es o no posible".

Fullerenos y nanotubos de carbono

A mediados de los 80, los científicos pensaban que el carbono se presentaba en la naturaleza básicamente de dos formas, como diamante o como grafito, materiales que a pesar de provenir del mismo elemento químico sostienen propiedades diferentes. Empero, la opinión comenzó a cambiar a principios de los noventa, ya que se descubrió una nueva familia de moléculas (*fullerenos*) cuya especie más estable y abundante es la compuesta por sesenta átomos de carbono C-60.

Antes de sintetizarse en la Tierra, el fullereno ya había sido propuestos en base a estudios espectroscópicos de la materia del espacio interestelar. "La molécula es de alta simetría y recuerda a un balón de fútbol americano, formado por un arreglo de hexágonos y pentágonos en cuyos vértices se encuentran los átomos de carbono. Su nombre se deriva de la similitud que tiene con la carpa geodésica diseñada por el arquitecto R. Buckminster Fuller", narra Saniger.

Para obtenerla en ambiente terrestre, continúa, los científicos irradiaron "blancos" de carbono con láser, a fin de obtener pequeños cúmulos de vapor que al enfriarse dieron lugar a una serie de moléculas, siendo las más abundantes las formadas por 60 (C-60) y por 70 (C-70) átomos de carbono. Otra manera de generar estos cúmulos

fue aplicando alto voltaje entre dos electrodos de grafito encerrados en una cámara de helio, lo que produjo un hollín del que se podía extraer un número mayor de C-60 y C-70.

Por sus cualidades físicas y químicas, las moléculas de *fullerenos* pueden combinarse entre sí o con otras moléculas, lo que posibilita el desarrollo de una nueva rama de la química con resultados aún insospechados. De ahí que algunos investigadores en el área médica, ya plantean su aplicación como nuevos fármacos en el combate contra el Virus de Inmunodeficiencia Humana (VIH), pues se sabe que inhiben su desarrollo.

"El problema es que los *fullerenos* son difíciles de disolver en medios celulares... pero en eso se está trabajando", subraya el académico e indica que a partir de ellos, ya se han creado nuevos superconductores que pueden emplearse en dispositivos nanoelectrónicos, al estudiar el papel que estas moléculas pueden jugar en el ensamblado de máquinas diminutas con cualidades *inteligentes*.

Por otra parte, al investigar qué otras cosas se podían rescatar del hollín, un microscopista japonés encontró además de *fullerenos* unos tubos de carbono nanométricos con diámetros variables, y cuyas paredes estaban formadas por láminas o capas de grafito enrolladas. Observándolos al microscopio, pronto se dio cuenta que estos nanotubos eran buenos conductores eléctricos y tenían una enorme resistencia mecánica.

Dicho acontecimiento abrió nuevas posibilidades de crear estructuras nanoconductoras más eficientes. El problema es que cuando se forman nanotubos mediante descargas de alto voltaje, éstos crecen en condiciones incontroladas. "Al haber diferentes posibilidades de enrollamiento de las láminas de grafito, el arreglo de los electrones al interior del nanotubo es diferente y, por tanto, sus propiedades eléctricas varían. De tal manera que de un mismo hollín se pueden cosechar nanotubos conductores o semiconductores difíciles de separar".

Frente a ello, se encontró otra manera de lograr nanotubos de carbono y esta fue a través de la descomposición de hidrocarburos gaseosos, que al calentarse a una temperatura de 700 u 800 grados centígrados sobre una película delgada de níquel producen un crecimiento espectacular, similar a espigas en un campo de trigo.

El doctor José Manuel Saniger explica que bajo este método, en el Laboratorio de Materiales y Sensores de la UNAM, se han logrado crecer tubos de carbono de tamaño uniforme. Para tener

un mayor control de las estructuras, los científicos universitarios crearon un soporte basado en una película delgada y porosa de óxido de aluminio, que funciona como una especie de molde con perforaciones del orden de 10 hasta 100 nanómetros de diámetro, dentro de las cuales crecen estas diminutas estructuras. Sin embargo, refiere, la estructura de sus paredes no es tan cristalina como cuando éstos se desarrollan por otras técnicas, por lo que actualmente su departamento efectúa otras técnicas experimentales.

Aunque el desarrollo de nanoestructuras requiere todavía de mucha investigación básica a nivel mundial, el país ha podido incursionar en el campo

gracias al esfuerzo de diferentes grupos de investigación que, como la UNAM, trabajan además en el crecimiento de nanotubos de carbono, nanoalambres metálicos, transformación química de *fullerenos*, producción de nanopartículas semiconductoras y desarrollo de medios nanoestructurados, entre otros.

"Este logro posibilitará que a futuro se pueda fabricar en México tecnología compleja con aplicaciones industriales, una vez que se encuentre la manera de reducir drásticamente los costos de estos materiales, ya que actualmente un kilogramo de nanotubos de carbono costaría cerca de un millón de dólares", concluye el doctor Saniger Blesa.

FOLIO 78

Ciencia y Tecnología

Banco de pruebas de la UNAM para la industria automotriz

Vera Mohölet

Un alto índice de personas se quejan por la severa contaminación que afecta tanto a su organismo como a la atmósfera. Muchas veces no se toma en cuenta la relación existente entre un automóvil, cuyo motor está diseñado para aprovechar de la mejor manera el combustible que consume, y las consecuencias nocivas que genera en el aire que se respira.

Es así como el famoso rendimiento (la cantidad de kilómetros que avanza un automóvil por cada litro de gasolina que consume) ha provocado una gran competencia entre las empresas automotrices, las cuales buscan que cada vez que se renueva la carga de combustible del motor (sucede cuando un automóvil se pone en marcha), éste la utilice lo mejor posible y, por lo tanto, contamine menos.

Para aumentar el rendimiento de los automóviles se requiere contar con motores más eficientes, es decir mejorar sus piezas o hacer diseños más funcionales. Es aquí donde resulta de gran ayuda el llamado banco de flujo estacionario, desarrollado en el Laboratorio de Control de Emisiones de la **Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (LCE-UNAM) por los doctores Juventino Santiago Ruiz y Rogelio González Oropeza.**

Este sistema se utiliza para examinar piezas de motores de combustión interna (gasolina, diesel o gas), cuyo objetivo es mejorar el diseño o compararlas con otra, y decidir cuál es el más

conveniente para el mejor aprovechamiento del combustible.

El banco de flujo de LCE-UNAM consta de un turbo soplador (que se encuentra aislado por razones de seguridad) parecido a una aspiradora industrial. Aspira-jala o bombea-arroja aire según se requiera y el fin es crear una corriente (o flujo) de aire que se controla mecánicamente. El resto del sistema, instalado en una sala contigua, está formado por una base (el banco propiamente dicho), donde se ponen las piezas que se van a inspeccionar, y es mediante una serie de válvulas (que se abren y cierran) como se controla el paso del aire. Cuenta además con medidores que registran las propiedades de la corriente de aire y con un depósito de remanso que sirve para regularizar el flujo, además de amortiguar los pequeños cambios de presión en el aire que pudiera generar el soplador.

Por ejemplo, una vez colocada en el banco la pieza de un automóvil que va a ser inspeccionada, en este caso el colector o múltiple de admisión de un motor, (por donde se distribuyen los gases de la gasolina hacia los cilindros para su combustión) se acciona el soplador, el cual lanza una corriente de aire que pasa por los medidores y entra al múltiple de admisión. Después se mide la presión en un medidor de orificio por donde pasa (de) este flujo para determinar el gasto másico, que es el aire aprovechado y la proporción ideal (desperdiciada).

El objetivo de esta acción es comparar un flujo teórico, que se supone debe tener una magnitud determinada (o ideal), con lo sucedido en la realidad. Esta relación se llama coeficiente de flujo (interés). Cuanto más elevado es el coeficiente de flujo (interés), la pieza resulta más adecuada. Por ejemplo, se puede comparar una pieza estándar (comercial) con una de prototipo, y así calcular cuánto aumenta el rendimiento del motor con el uso de este último.

Una vez obtenidos los valores, se procesan en un programa de computación y de esta manera se compara el gasto real con el teórico o ideal, es decir, se obtiene una referencia concreta del comportamiento de la pieza (cómo conduce el aire). "Las mediciones son muy exhaustivas, y se aplican criterios de repetición para que el experimento sea confiable", señala el ingeniero Gerardo Ramírez.

En México este banco de flujo es único en su tipo, indica por su parte el maestro en ciencias, Rodrigo Rincón Gómez, integrante del laboratorio. Se han comercializado otros, pero no son tan versátiles como éste ni ofrecen tantas prestaciones. De hecho, el banco de flujo del LCE-UNAM ya efectuó su primera tarea importante.

Volkswagen de México acudió al laboratorio para probar sus prototipos con el fin de acelerar sus procesos de producción. Para tal efecto, la empresa facilitó al equipo del LCE-UNAM todo el sistema de admisión de un motor para su evaluación, con el propósito de mejorarlo. En este caso, señalan los expertos, "se trató de un proyecto externo a la Universidad; un servicio".

El laboratorio puede ofrecer esta asistencia a quienes lo soliciten y los recursos obtenidos son aplicados al mejoramiento del desarrollo. Existe otro tipo de aparatos para medir el rendimiento de un motor, pero por lo general requieren de una inversión más costosa, además de combustibles. En cambio, el banco de flujo estacionario sólo necesita aire, por lo que resulta más barato. Asimismo, sus alcances son obvios: además de examinar piezas nuevas y en circulación, también puede aplicarse en procesos de rediseño.

Por lo pronto, el desarrollo cumple con el objetivo de crear tecnología propia y es muy versátil. Incluso, para su construcción fueron utilizados remanentes de otros proyectos, en una especie de reciclado. Una de las metas del laboratorio es obtener su certificación, con el fin de incrementar la validez de sus resultados. "Queremos tener un equipo bien hecho, confiable y certificado", concluye el ingeniero Pedro Rincón Gómez, responsable interino del LCE-UNAM.

FOLIO 79 PARA EMPRESARIOS

Un remolque ligero

CONACYT

Son muchas las personas que utilizan diversos remolques para transportar y ofrecer sus mercancías, la desventaja es que en muchas ocasiones son construidos por ellas mismas y en consecuencia resultan pocos funcionales y seguros.

Para solucionar el problema, **diseñadores de la Universidad Nacional Autónoma de México** desarrollaron un remolque ligero que tiene accesos por tres costados a través de puertas que se abaten hacia arriba por medio de amortiguadores hidráulicos, ello permite tener

acceso físico y visual a los productos. Su construcción se realiza con lamina negra preparada y sus acabados son de tipo automotriz, además cuenta con luces de choque y soportes auxiliares.

Construya y comercialice este seguro y conveniente diseño de múltiples aplicaciones y gran mercado. Contacte al **diseñador industrial Héctor López Aguado** del Departamento de Difusión del **Centro de Investigación en Diseño Industrial**, al Tel 5622-0835 y 36 e-mail: cidi@servido.uam.mx

Los aportes de un científico mexicano ante eventos sísmicos

Yolanda Rojas

Debido a la presencia de dos terremotos con magnitudes de 8.1 y 7.6 grados en escala de Richter, el 19 y 20 de septiembre de 1985 la ciudad de México sufrió la mayor catástrofe en la historia del país, tanto por el número de pérdidas humanas, como por los elevados daños económicos a causa del colapso de estructuras arquitectónicas.

Por irónico que parezca, el terrible acontecimiento dio lugar a importantes movilizaciones sociales y de solidaridad, que permitieron a la sociedad aprender de la experiencia y al gobierno desarrollar programas de protección civil a través de instancias como el Centro Nacional de Prevención de Desastres (Cenapred). El resultado es que ahora se conoce más sobre el fenómeno, cuáles son las zonas sísmicas de mayor peligro, qué tipo de construcciones resultarían afectadas, cómo se deben edificar las viviendas, oficinas o edificios, y qué medidas deberá tomar la población frente a un evento telúrico.

"En ese sentido, ha habido una gran participación de la comunidad científica y una mejora de la práctica de ingeniería, aunque ha quedado rezagado el ámbito de la construcción", indica el **doctor Sergio Manuel Alcocer Martínez de Castro, investigador del Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (II-UNAM)** y recientemente **galardonado con el Premio Investigación 2001, que otorga anualmente la Academia Mexicana de Ciencias (AMC) y Jóvenes Académicos que concede la UNAM.**

Alcocer Martínez de Castro, también director de investigación del Cenapred, fue distinguido gracias a sus estudios sobre el comportamiento que presentan las estructuras de mampostería (ladrillos y tabiques) y concreto ante diferentes sismos. Los resultados de estas investigaciones no sólo han contribuido a mejorar los criterios empleados para el diseño de viviendas --particularmente unidades de interés social-- sino aportar técnicas de vanguardia en la rehabilitación de edificios.

Asimismo, bajo su dirección se concluyó la instalación y aceptación de una mesa vibradora en el Instituto de Ingeniería, tecnología usada en la simulación de movimientos telúricos con modelos a pequeña escala, lo que proporcionará a los científicos un medio de trabajo para comprender el fenómeno en todo tipo de construcciones.

Las lecciones... a 16 años del temblor

Luego del terremoto del 85, la ciudad de México quedó sumergida en ruinas debido a la caída de sus estructuras arquitectónicas y ello se debió tanto al peso de los asentamientos urbanos como a las malas normas de construcción con que fueron diseñadas, explica el doctor Sergio Manuel Alcocer.

No obstante, indica, a raíz de esa dolorosa experiencia surgieron importantes iniciativas de investigación científica en la UNAM, enfocadas a evaluar las intensidades sísmicas en la capital, zonas de riesgo de los inmuebles, tecnologías constructivas existentes y rehabilitación de estructuras dañadas, posibilitando a las autoridades modificar el *Reglamento de Construcciones del Distrito Federal* y sus Normas Técnicas Complementarias.

Ese aspecto fue importante porque tras la opinión de los especialistas el gobierno fijó reglas de diseño más estrictas, las cuales incluyen características de los materiales empleados, detalles de refuerzo y de responsabilidad del jefe de obra, entre otros requisitos que deben cumplir las empresas constructoras si desean obtener las licencias o permisos correspondientes.

De esta manera, se puede afirmar que actualmente las agencias financiadoras de vivienda formal como Infonavit, Fovissste o Fovi construyen casas con aceptable nivel de seguridad, mismo que es evaluado por ingenieros del Cenapred. Además, dicho proceso les permite obtener mayor conocimiento sobre las estructuras y, por tanto, eficientar las técnicas de diseño y construcción del país.

Alcocer expone que a pesar de haber mejorado en ese aspecto aún existen dos problemas a nivel nacional: el deterioro de las estructuras por falta de mantenimiento y la autoconstrucción. "En varias entidades, principalmente en la región costera del Pacífico, el 60 por ciento de las viviendas son edificadas con materiales inadecuados (cartón, lámina, adobe, paja), o bien sin la supervisión de un especialista. Estudios realizados por la UNAM han detectado que esa situación las pone en peligro, sobre todo si no reciben un mantenimiento apropiado".

Y añade: "ambos escenarios son producto tanto del crecimiento demográfico de la población, como del contexto económico por el que atraviesan las familias

mexicanas. De ahí que uno de los grandes retos de las normas de construcción es balancear el concepto de seguridad con el de economía y ello no nada más incluye el costo arquitectónico, sino el de sus eventuales reparaciones".

Ante ello, investigadores del Instituto de Ingeniería de la UNAM, encabezados por el doctor Alcocer, llevan a cabo un proyecto financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, el cual consiste en construir sobre una mesa vibradora modelos de viviendas de mampostería de uno a cinco pisos a escala reducida, con el propósito de someterlas a diferentes sismos y así evaluar su resistencia.

Cabe mencionar que la mesa vibradora del II-UNAM consiste en una plataforma de aluminio de cuatro metros de lado, con un peso aproximado de ocho toneladas y 70 centímetros de espesor, apoyada sobre ocho gatos hidráulicos conectados a un par de bombas también hidráulicas. Según Alcocer Martínez de Castro, esta tecnología es única en su tipo, pues se controla a través de un avanzado sistema digital que permite realizar cálculos matemáticos precisos.

Técnicas para prevenir los desastres

Para desarrollar normas de construcción, en el laboratorio del Cenapred los ingenieros realizan ensayos sobre muros aislados sometidos a cargas laterales mediante gatos hidráulicos, como las ocurridas durante un temblor, y a cargas verticales que, en caso de un edificio real, provienen del peso total de la estructura más la carga viva, es decir, las personas y el mobiliario.

Un sismo, explica el ingeniero Alcocer, produce aceleraciones en la superficie terrestre que, de acuerdo con la segunda ley de Newton, al multiplicar esa aceleración por la masa del edificio, se producirá una fuerza capaz de ser resistida por la estructura. Es lo que se denomina carga lateral. Empero, "con la mesa vibradora no se necesitan ejercer las cargas directamente sobre el modelo, ya que sólo basta programarla para simular temblores. Como esta técnica es más realista, podemos observar a detalle el comportamiento de las estructuras de mampostería y concreto durante eventos sísmicos de diferentes características e intensidades".

El académico señala que los ensayos con modelos a escala aún se encuentran en etapa de investigación básica, pero a futuro sus resultados contribuirán a mejorar los reglamentos de construcción existentes. De hecho, uno de sus objetivos es buscar soluciones

económicas para reforzar la vivienda e inculcar en la población una cultura de la buena construcción.

"Se trata de poner a disposición de los usuarios (en casas de materiales y empresas) folletos sencillos con información de cómo deben construir sus viviendas, el tipo de materiales a usar dependiendo del proyecto y las normas de seguridad aplicables en la obra, entre otras recomendaciones útiles para evitar graves daños a las estructuras en caso de sismo o de fenómenos naturales extremos". De esta forma, añade, el promedio de vida de una vivienda puede sobrepasar los 50 años, siempre y cuando se le dé constante mantenimiento.

Normatividad

Después del terremoto del 85 la comunidad ingenieril participó en la elaboración de los nuevos reglamentos de construcción, planteando normas más estrictas basadas en la experiencia de países como Japón y México.

Esos años de investigación y evaluación de las estructuras arquitectónicas han permitido revisar las Normas Técnicas Complementarias para el Distrito Federal, mismas que se espera sean aprobadas por el gobierno capitalino y luego publicadas en el Diario Oficial de la Federación a principio del 2002. No obstante, los científicos todavía necesitan evaluar el comportamiento de la mampostería en regiones como Guadalajara, Guerrero, Oaxaca o Morelia, ciudades con alto riesgo sísmico y legislación no actualizada en materia de construcción.

Al respecto, el entrevistado comenta que como parte del *Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006*, el gobierno federal impulsará a través del Cenapred un *Programa Especial de Prevención y Mitigación del Riesgo de Desastres*, conformado por 60 proyectos de investigación y de los cuales más de la mitad se relacionan con fenómenos sísmicos. "Esa iniciativa es importante porque permitirá vincular a más investigadores en la solución de problemas reales e incrementar el número de ingenieros locales que atiendan las necesidades de la población en su estado o comunidad", puntualiza.

Finalmente, el doctor Alcocer apunta que para el 2002, el gobierno desarrollará el Programa Especial de Protección Civil para Sismos, que incluirá un conjunto de acciones a tomar, en corto y largo plazo, para reducir los impactos de un gran evento telúrico en el país.

Novedoso puesto modular

CONACYT

Muchas personas desarrollan su actividad productiva en la vía pública y para ello emplean puestos de metal semifijos que en muchas ocasiones son estorbosos y poco funcionales, además de inseguros.

Ante este problema, **investigadores de la Universidad Nacional Autónoma de México** diseñaron un mueble modular que permite albergar a la persona y sus productos. Todo de manera ordenada, limpia y cómoda, facilitando además su ubicación e identificación.

El sistema es desarmable, portátil y está construido en piezas con perfiles metálicos estándar, el suelo es de tablonos y puede fabricarse bajo distintas dimensiones.

Construya este sistema ideal para plazas, jardines, universidades y otros espacios públicos. Contacte con el **diseñador industrial Héctor López Aguado** del Departamento de Difusión del **Centro de Investigación en Diseño Industrial** tel. 5622-0835 y 36 e-mail:cidi@servidor.unam.mx

FOLIO 82

Ciencia y Tecnología

Sistemas mexicanos de inteligencia artificial

Yolanda Rojas

Cuando se efectúa una cirugía de corazón abierto, algunas veces se presentan complicaciones inesperadas que implican un gran reto para el cirujano, pues necesita encontrar en el menor tiempo posible la solución quirúrgica idónea con objeto de salvar la vida del paciente.

No obstante, ante una situación compleja que requiere de tiempo, actualmente los ingenieros han desarrollado sistemas expertos; es decir, programas computacionales que analizan la situación y *deciden* en cuestión de segundos el procedimiento a seguir, incluso si se requiere practicar una cirugía de corazón exitosa. Se trata de un avanzado sistema computacional aplicable a cualquier actividad médica o industria, que además de contener el conocimiento de los mejores especialistas en la materia, es capaz de procesar, aprender y manipular el mundo exterior tal y como lo hacen los seres humanos.

De acuerdo con el **maestro Nicolás Kemper Valverde, investigador del Centro de Instrumentos de la Universidad Nacional Autónoma de México (Cinstrum-UNAM)** y creador de este tipo de tecnología, hoy es posible desarrollar *sistemas expertos* gracias a la inteligencia artificial (IA), una rama derivada de la ingeniería cuya meta es generar teorías

explicativas sobre el comportamiento de entes naturalmente inteligentes (hombres y animales) y construir máquinas que emulen y/o simulen dicho comportamiento.

Aunque la IA se encuentra en etapas de investigación básica, actualmente su estudio ha permitido hacer programas de cómputo capaces de ejecutar tareas específicas basadas en el razonamiento y la percepción del mundo real: jugar ajedrez, demostrar teoremas matemáticos, diagnosticar enfermedades o determinar cómo habrán de perforarse los pozos petroleros. Por eso, "no es raro ver a otros científicos incursionando en el campo, ya que simplifica y automatiza trabajos intelectuales que de otra manera les llevaría toda una vida", indica.

Técnicas de Inteligencia Artificial

Mediante sentidos como la vista, oído, gusto, olfato y tacto, las entidades naturalmente inteligentes (humanos y animales) perciben y recaban información del mundo real, la cual es procesada en el cerebro a través de un complejo sistema de razonamiento-aprendizaje, que les permite transmitir información traducida en movimientos, voz, sonidos y manipulación. A ese proceso de salida se le denomina conducta,

explica el maestro Kemper, jefe del Laboratorio de Sistemas Inteligentes del Cinstrum-UNAM.

El objetivo de la IA es tratar de reproducir la *entrada-procesamiento-salida* de información en humanos y animales, y entender la capacidad cerebral que poseen ante el proceso razonamiento-aprendizaje. De tal forma que para emular y/o simular los sentidos, la IA cuenta con técnicas que reconocen patrones (vista), lenguaje natural (oído) y texturas o fragilidad de materiales (tacto); y para duplicar el proceso razonamiento-aprendizaje ha desarrollado sistemas expertos, redes neuronales, lógica difusa, razonamiento basado en datos y algoritmos genéticos.

Con ello, los ingenieros han logrado manufacturar robots, equipos multimedia y de realidad virtual, que pueden resolver problemas generales y particulares de diagnóstico, diseño, control, optimización, pronóstico, programación o entrenamiento.

"En ese sentido, si un programa computacional consigue simular el comportamiento de los humanos y animales empleando una o más técnicas de IA para resolver problemas específicos, deberá catalogarse *inteligente*", señala Kemper Valverde, quien en colaboración con un grupo de científicos universitarios estudia y desarrolla sistemas expertos para diversas áreas del conocimiento.

Sistemas que aprenden

Un sistema experto es un *software* computacional integrado a elementos de transferencia y conversión de datos mejor conocidos como interfaces, medio por el cual la computadora se comunica con máquinas o con humanos.

Por ejemplo, en la medicina un sistema experto puede conectarse a dispositivos que efectúan electrocardiogramas, miden la presión sanguínea o bombean oxígeno, con objeto de obtener, proporcionar y modificar parámetros de información en tiempo real. Asimismo, *conoce* ampliamente las posibles soluciones o prevé situaciones desconocidas, teniendo la oportunidad de aprender cosas nuevas. Pero, ¿cómo puede ejecutar todas estas funciones sin intervención del hombre?

El maestro Nicolás Kemper Valverde expone que como los *sistemas inteligentes* almacenan una gran cantidad de conocimientos (fruto de la experiencia de uno o más especialistas), no se necesita de una persona capacitada en el tema para operarlos. Es decir, realizan un análisis similar al que haría un experto humano frente al problema.

Sin embargo, una dificultad que limita su desarrollo es la relación entre el ingeniero y el especialista humano, ya que en ello radica el éxito del programa computacional. Por ese motivo, los técnicos de la UNAM graban las entrevistas con el especialista a fin ahorrar tiempo y recopilar datos confiables. Una vez terminado el proceso, la información se codifica e inserta al programa para verificar que el sistema brinde respuestas correctas en cada caso.

La base de conocimiento contiene hechos e información de dominio especializado, misma que es usada por el mecanismo de interferencia (encadenamiento de reglas que dan respuesta a preguntas formuladas por el usuario, las cuales son almacenadas en la memoria de trabajo) del sistema para formular hipótesis y obtener conclusiones.

Es de precisar que el sistema se comunica con el usuario por medio de una interfaz de entrada/salida; es decir, el usuario ofrece datos iniciales a la máquina y ésta a su vez le responde. Así, cuando se ha resuelto el problema, el contenido de la memoria de trabajo es eliminado. Empero, si el usuario no estuviera satisfecho con la información obtenida, el sistema posee un módulo de explicaciones y otro de aprendizaje.

Con el módulo de explicaciones, apunta Kemper Valverde, el usuario sigue de cerca el proceso que el sistema ejecuta para llegar a la solución de un problema y, con el de aprendizaje, adquiere nuevos conocimientos. No obstante, "hay pocos sistemas expertos que poseen esta habilidad y es justamente la optimización del módulo de aprendizaje una rama en la que estamos trabajando", agrega.

En resumen, los sistemas expertos operan con datos cualitativos y cuantitativos; razonan y sacan conclusiones a partir de información incompleta o vaga; reaccionan inmediatamente frente a un problema; interrumpen una línea de razonamiento para efectuar otra; revisan sus conclusiones ante la llegada de datos contradictorios; acceden a módulos escritos en otros lenguajes y tienen la capacidad de aprender sobre nuevas situaciones.

Aplicación en el mundo real

Si bien la IA requiere de muchos años de investigación para lograr desarrollar máquinas que emulen y/o simulen eficazmente el comportamiento humano, los sistemas expertos están catalogados como la materia prima de donde surgirá la posibilidad de producirlas a futuro.

De hecho, en diversos países los sistemas expertos han demostrado su aplicación en varias

ramas del conocimiento y van desde la optimización de recursos energéticos en plantas de producción hasta el diagnóstico temprano de enfermedades.

En ese sentido, el maestro Kemper y su grupo de trabajo del Cinstrum-UNAM trabajan en el desarrollo de *sistemas inteligentes* personalizados, atendiendo los problemas que existen en determinada industria o sector productivo.

Entre algunos de sus logros está la creación de un sistema experto para el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), enfocado a la perforación de pozos petroleros; otro encomendado por el Instituto de Biotecnología de la UNAM con la misión de estudiar organismos bacteriológicos; y uno más de búsqueda interactiva usado en la localización de etnias mexicanas, a solicitud del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH).

FOLIO 83

Ciencia y Tecnología

Científicos de la UNAM crean pintura *antigrffiti*

Verónica Guerrero Mothelet

Quizás a usted ya le sucedió... Acaba de pintar la fachada de su casa, con el costo que eso implica, y apenas se ha secado la pared cuando alguien "decide crear" un mural, justo a un lado de su puerta.

Si alguna vez ha sufrido este tipo de agresión a su propiedad, no le queda otro recurso que pintar de nuevo (o acostumbrarse a los garabatos que dejaron en su pared).

Para contra atacar a los "genios del *graffiti*", en el campus del **Instituto de Física de la Universidad Nacional Autónoma de México (IF-UNAM)**, con sede en **Juriquilla, Querétaro**, el **doctor Víctor Manuel Castaño**, así como el **doctor Rogelio Rodríguez Talavera**, del **Departamento de Física Aplicada y Tecnología Avanzada**, y un grupo de investigadores han desarrollado la primera pintura mexicana anti *graffiti*, denominada Deletum 3000.

Después de varios años de trabajar con materiales poliméricos, que son plásticos muy utilizados en la industria, entre otras cosas para la fabricación de pinturas, el doctor Castaño y su equipo pudieron controlar el proceso de separación de los componentes de una mezcla líquida --como la de agua y aceite--, conocido como *fenómeno de segregación*. Ya que éste también se aplica a las pinturas, cuyos componentes pueden tener características *oleofóbicas* (que rechazan los aceites) o *hidrofóbicas* (que rechazan el agua), los investigadores aprovecharon dicho conocimiento para crear la separación, o segregación, de los componentes oleofóbicos e hidrofóbicos de una mezcla y fabricar una pintura que al secarse presenta una superficie con características de

rechazo. "De esta forma, cuando alguien intenta pintarrapear encima de esa superficie con alguna pintura que tenga base de agua (como la vinílica) o de aceite (como los esmaltes), sencillamente no lo consigue", explica el doctor Castaño.

Dado que el nivel de protección de la pintura anti *graffiti* puede controlarse durante su elaboración, el especialista recomienda manejar una fórmula que no impida por completo la actividad de los "graffiteros", porque esto "podría generar su ira" o provocar su violencia. En su lugar, señala sería más conveniente utilizar una mezcla que acepte la aplicación del *graffiti*, pero permitiendo una limpieza posterior rápida y fácil con un chorro de agua, o bien que el *graffiti* se pueda retirar con una cinta adhesiva, desde luego sin causar daño al recubrimiento original.

La aplicación de esta pintura anti *graffiti* es muy sencilla, continúa el científico. Se utiliza de igual forma que una pintura común y tarda de dos o tres días en secar. El grupo del doctor Castaño también ha desarrollado toda una familia de pinturas que pueden aplicarse en diferentes texturas como madera, concreto, yeso, metales o plásticos, además cuenta con una amplia gama de colores y niveles de viscosidad. Por estas razones, sus empleos son innumerables, incluyendo su posible uso como esmalte automotriz- De hecho, agrega, como también se ha conseguido desarrollar la pintura en una versión completamente transparente, servirá para cubrir ventanas, lo que sería muy útil en los edificios muy altos, porque además protegerá la superficie del polvo y de la lluvia.

Aunque el doctor Castaño aclara que este tipo de pinturas anti *graffiti* existen a nivel internacional desde hace algunos años, la tecnología desarrollada en el IF-UNAM cuenta con varias características que deben resaltarse. Se trata de tecnología mexicana y su precio es tan accesible como el de cualquier pintura de buena calidad. Al referirse a la patente, el investigador señala que ésta se encuentra en trámite y quedará en manos de la UNAM.

No obstante, en la actualidad, se ha iniciado la negociación del primer convenio con una compañía queretana para licenciar su producción, con el objetivo de que esté disponible en el mercado a nivel comercial en 2002. Por lo anterior, el pasado 30 de noviembre el IF-UNAM fue visitado por el rector de la UNAM, Juan Ramón de la Fuente, y el gobernador de Querétaro, Ignacio Loyola, con el propósito de formalizar un convenio con la empresa Recubrimientos Industriales del Bajío, que comercializará el producto en todo el país a partir del próximo año

FOLIO 84
Ciensialud

Aprendiendo a vivir sin fumar

Teodora Durán

Pláticas, ejercicios, pastillas, chicles, parches e inhaladores son algunas alternativas que logran vencer el escepticismo inicial de las personas que desean dejar de fumar. Según testimonios de pacientes que acuden a una Clínica contra el Tabaquismo, para la mayoría no fue fácil dejar la adicción: algunos sufrieron el síndrome de abstinencia y otros tuvieron crisis emocionales. Sin embargo, ahora la mayoría de ellos están satisfechos por haber dejado de fumar. Por ejemplo, un paciente lo logró después de 40 años de fumar cajetilla y media de cigarrillos cada día.

Con el propósito de brindar ayuda profesional a las personas que desean o necesita dejar de fumar, el 31 de mayo de 2001, Día Mundial de no Fumar, se creó la Clínica contra el Tabaquismo de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México. Hasta hoy ha obtenido buenos resultados, ya que alrededor del 90 por ciento de los pacientes han dejado de fumar nueve de cada diez.

La **doctora Guadalupe Ponciano**, coordinadora de la Clínica, explica que ésta forma parte del **Programa de Estudios sobre Tabaquismo de la Facultad de Medicina**, y destaca que entre sus características se encuentra desarrollar la investigación básica en un laboratorio de toxicología, y clínica, aparte de ofrecer terapias a la comunidad universitaria, así como a la población en general. Menciona que uno de los proyectos importantes es llevar a cabo una campaña entre los médicos egresados de esta Facultad para liberarlos de las adicciones y sean congruentes con la labor que desempeñan. Se

espera que a principios del 2002 la Facultad de Medicina se declare libre de humo de tabaco.

Enfermedad adictiva

El tabaquismo es una enfermedad adictiva, que en México afecta a más de 14 millones de fumadores activos y a 48 millones de fumadores pasivos. La principal adicción que se desarrolla es a la nicotina, sustancia que únicamente se encuentra en las hojas del tabaco e ingresen al organismo a través del humo de cigarro, puro, de pipa o también cuando se mastica tabaco. El humo del cigarrillo tiene alrededor de 4 mil compuestos químicos, algunos tienen efectos irritantes y tóxicos, mientras que otros como la nicotina modifican los procesos cerebrales del individuo. Del número de sustancias citadas, 45 son cancerígenas.

La especialista señala que la adicción a la nicotina se desarrolla de manera psicológica y fisiológica. Esta última implica una dependencia a la nicotina que puede, incluso, interrumpir el sueño u otra actividad del individuo para que éste fume. La psicológica se da cuando el fumador asocia al tabaco con actividades cotidianas. Por ejemplo, una taza de café o una copa de vino sólo los disfrutaban si los "acompañan" con el tabaco, o no pueden mantener una conversación sin estar fumando.

En la Clínica de la UNAM se atiende a los dos tipos de adicciones. Durante diez sesiones al paciente se le brinda terapia cognitivo conductual; que es información sobre la problemática del

tabaquismo, de tal manera que les permita modificar su conducta. Este tipo de terapia se utiliza también para el tratamiento de otras adicciones, porque se parte del principio de que éstas son conductas aprendidas.

Asimismo, se establece una dinámica de grupo para estimular la comunicación entre los pacientes. También se brinda terapia farmacológica, es decir, prescripción de medicamentos para evitar el síndrome de abstinencia, que ocurre cuando súbitamente se corta la llegada de nicotina al cerebro, lo que en el paciente genera alteraciones como irritabilidad, nerviosismo, incremento del apetito e insomnio.

De acuerdo con el tipo y duración de la adicción, a la persona se le brinda la Terapia de Reemplazo de Nicotina (TRN), ya sea en forma de chicle, parche o inhalador. Cuando la adicción es muy severa, se utiliza una tableta antidepressiva que tiene como principio activo al bupropión, medicamento sobre el cual el grupo de la doctora Ponciano realizó estudios para probar su eficacia y seguridad en la población.

Una vez que termina el tratamiento se hace un seguimiento del paciente, y si se mantiene al exfumador involucrado en su tratamiento durante un año, el éxito es mayor y tiene menos posibilidades de recaer. La entrevistada destaca que no se debe pensar en que todos los fumadores son iguales, pues existen diversos tipos. Desde los sensorio-motores, con una adicción moderada y quienes fuman solo para satisfacer sus sentidos, hasta aquellos denominados de tipo automático, con una adicción severa, que aun con un cigarro en la boca enciende el siguiente.

Asimismo, hay fumadores que ven al tabaco como un sedante, y otros que lo utilizan a manera de estimulante. De acuerdo al tipo de fumador y al grado de adicción psicológica y fisiológica de cada paciente se determina su tratamiento a seguir.

Para hacer una detección de lesiones tempranas en los pacientes, en la clínica se les hace un chequeo general que incluye radiografía del tórax, y pruebas de espirometría (para ver como funcionan los pulmones), electrocardiograma, biometría hemática, química sanguínea, citología nasal y revisión de tejidos blandos de cavidad bucal. Un equipo multidisciplinario de profesionales de la salud atiende a los pacientes.

La doctora Guadalupe Ponciano explica que a los pacientes también se les informa sobre los efectos del tabaco en el aparato respiratorio, cardiovascular y pláticas sobre tabaquismo pasivo o involuntario. También se les enseña a manejar el estrés a través de ejercicios de relajación y

respiración. El propósito es hacer conciencia en ello sobre el daño que se hacen a sí mismos y a quienes los rodean. Otro tema de las sesiones corresponde a las estrategias publicitarias de que se valen las compañías tabacaleras, las cuales son muy agresivas hacia los jóvenes, según la investigadora.

Los fumadores pasivos

Los fumadores pasivos son personas que no fuman pero que al compartir su espacio con uno o varios fumadores se exponen a los efectos del humo de tabaco ambiental.

Por ejemplo, los niños que conviven con fumadores tienen un incremento de infecciones respiratorias agudas, tos con flema, moco, sibilancias, y otitis crónica. Además, tienen altas posibilidades de desarrollar asma. Se sabe que las sustancias tóxicas del humo del tabaco también están asociadas con el síndrome de muerte de cuna. En Estados Unidos los bebés menores de un año de papás fumadores, tienen hasta 30 veces más riesgo de tener síndrome de muerte en la cuna.

A su vez, la mujer en edad fértil que fuma puede tener un incremento en el riesgo de abortos, al igual que reducción de su fertilidad, así como alteraciones menstruales. Durante el embarazo también tiene riesgos de parto prematuro, placenta previa y el producto tiene una mayor susceptibilidad a infecciones respiratorias. Es así como los bebés de féminas fumadoras nacen con bajo peso, son pequeños de talla, y se cree que con mayor susceptibilidad a cualquier tipo de adicción, pues sus terminales cerebrales recibieron la nicotina (una droga) durante su desarrollo.

Hasta ahora, apunta la especialista, las dos malformaciones congénitas que se aceptan asociadas al tabaco, son las fisuras orales (labio leporino) y problemas cardiacos.

Investigación

La doctora Ponciano señala que en la Clínica contra el Tabaquismo de la UNAM se desarrollan investigaciones para lograr marcadores tempranos en la detección de cáncer pulmonar y en la cavidad bucal, así como estudios que determinen la concentración de nicotina en cigarrillos mexicanos (que según resultados iniciales, aparentemente es mucho más alta de la revelada en las cajetillas). Otra investigación consiste en ver las diferencias entre los fumadores y no fumadores a través de la cotinina que es un producto de la nicotina. Se ha demostrado que esta sustancia dura más tiempo en el organismo de los fumadores pasivos, por lo que el daño que produce es mayor.

Otras líneas de investigación se refieren a las malformaciones congénitas relacionadas con el tabaco, que experimentalmente se estudian en ratas de laboratorio. La especialista añade que

otro de los proyectos para este año es caracterizar los rasgos de personalidad de los fumadores mexicanos.

FOLIO 85

Ciencia y Tecnología

Misterio y efecto de los rayos ultravioleta

Yolanda Rojas

El Sol, además de proporcionar vida y energía a los hombres, plantas y animales, también ayuda a disminuir la depresión y fomenta la producción de vitamina D. Sin embargo, exponerse por tiempo prolongado a la luz que proyecta puede dañar el material genético del organismo humano y producir severos problemas en la piel, como enrojecimiento, quemaduras, vejez prematura y cáncer.

Estas complicaciones se deben a un tipo de radiación que emite el llamado astro rey hacia la Tierra conocida como rayos ultravioleta (UV), los cuales son responsables de crear y renovar el ozono existente en la estratosfera, indica el **doctor Agustín Muhlia Velázquez**, quien desde hace 10 años estudia en el **Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México (IG-UNAM)** la transferencia de radiación solar en la atmósfera y los factores que determinan el grado de inocuidad del fenómeno ultravioleta.

Ventanas espectrales de la luz solar

El espectro total de luz que emite el Sol hacia la Tierra se divide en tres ventanas espectrales: las ondas de luz infrarrojas, el electromagnético (contiene los colores del arcoiris) y el ultravioleta, que también expresa rayos X y gama en cantidades menores. Los rayos UV, explica el doctor Muhlia, pueden considerarse como partículas de luz (fotones) u ondas que se agrupan en tres rangos de longitud de onda conocidas como bandas A, B y C, y cuyas extensiones oscilan entre los 100 y 400 nanómetros (la millonésima parte de un metro).

La banda C, por ejemplo, es altamente energética porque posee una longitud de onda más corta que las bandas A y B, permitiéndole originar fenómenos de ionización capaces de pulverizar todo lo que encuentre a su paso. Afortunadamente, esta radiación no llega a la superficie terrestre, pero al quedarse en la estratósfera rompe moléculas de oxígeno que

después se unen para producir ozono, una capa concentrada a 23 kilómetros de altura sobre la superficie terrestre y reduce el flujo de éstas y otras radiaciones provenientes del Sol, indica el también coordinador del Observatorio de Radiación Solar del IG-UNAM.

En contraste, las bandas A y B tocan la Tierra con mayor facilidad debido a que cuentan con longitudes de onda más largas y de menor energía, lo que es aprovechado por los seres vivos con el propósito de realizar múltiples funciones bioquímicas necesarias para la vida, entre ellas la síntesis de vitaminas. Sin embargo y a pesar de sus cualidades benéficas, exponerse por tiempo prolongado a este tipo de rayos --especialmente a los ultravioleta B (UV-B)-- perjudica la salud.

"La radiación ultravioleta B es responsable de mutaciones genéticas en la vegetación y causante de vejez prematura, enrojecimiento de la piel (eritema), quemaduras de diversos grados y hasta cáncer en los humanos, sobre todo en regiones cercanas a los polos sur y norte del planeta, donde la capa de ozono ha disminuido a consecuencia de la inyección de gases, como el clorofluorocarbono en la atmósfera", señala y agrega que como resultado de este adelgazamiento, "la radiación que entra a la superficie terrestre ha aumentado por arriba de lo normal, pero esta anomalía es todavía inapreciable en nuestras latitudes".

La cantidad de radiación solar obedece a factores astronómicos y físicos atmosféricos, por lo que dependiendo de la posición geográfica, fecha, hora del día, aire, partículas y espesor de la capa de ozono, los rayos UV-B llegarán a la Tierra en direcciones generalmente oblicuas con intensidades variables. "Por encima de la estratosfera, estos rayos (UV A, B y C) tienen una intensidad de 100 watts por metro cuadrado (w/m²) y al entrar a la atmósfera disminuyen hasta en 80 por ciento, con valores que alcanzan unos 20 w/m². Pero, en regiones con alta turbiedad

atmosférica el fenómeno se presenta con valores aún más bajos", expone el científico.

Al respecto, el doctor Muhlia Velázquez y su equipo de investigadores del IG-UNAM descubrieron que debido a la contaminación causada por gases y partículas suspendidas, la ciudad de México se encuentra protegida por una capa de ozono extra (aproximadamente 5 por ciento más de lo establecido), lo cual impide la entrada normal de rayos UV-B y, por tanto, el desarrollo de procesos fotoquímicos y bioquímicos en la atmósfera y en los organismos vivos.

Así, luego de estudiar el efecto de las partículas en los niveles de radiación UV-B que inciden sobre la piel humana y en dos lugares diferentes del país ubicados a la misma altitud que la ciudad de México, los especialistas encontraron que los valores de irradiancia en términos del índice ultravioleta (IUV) --del cual se clasifica el nivel de riesgo de exposición de una persona a los rayos

banda B-- son 30 por ciento más bajos en zonas urbanas que rurales, y en horas donde los UV-B penetran verticalmente a la Tierra.

"Uno podría pensar que gracias a la turbiedad los habitantes de la capital están más protegidos ante los rayos ultravioleta, en comparación a aquellos que viven en atmósferas puras. Pese a esa percepción, la exposición moderada a este tipo de espectro aporta más beneficios a la salud, que los derivados de la contaminación", subraya.

Entonces, ¿cuáles serían los tiempos máximos que un individuo debe exponerse a los rayos UV-B sin sufrir daño? El doctor Agustín Muhlia refiere que ello depende de la piel de cada persona. "La piel de los albinos es extremadamente sensible y exponerla por más de 15 minutos al Sol causará quemaduras severas; en contraste, los morenos o de tez muy oscura, pueden permanecer hasta una hora sin sufrir consecuencias graves", concluye.

FOLIO 86

Ciencia y Tecnología

Al ritmo de las olas

Verónica Guerrero Mothelet

Las lagunas costeras mexicanas, ecosistemas ricos en biodiversidad y de gran valor comercial, han sufrido las consecuencias de las actividades económicas realizadas por el hombre. Turismo, industria, pesca, explotación de hidrocarburos y acumulación de residuos orgánicos, han convertido a muchos de esos antiguos paraísos en depósitos de contaminantes, poniendo en riesgo la existencia de la flora y fauna marina y la salud y forma de vida de los habitantes de la zona.

Con la idea de sanear esos lugares, el **doctor en oceanografía física Steven Czitrom Baus** y un equipo de investigadores del **Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México (ICML-UNAM)**, desarrollaron un sistema de bombeo que sana las aguas de puertos o lagunas costeras de los desechos orgánicos y algunas sustancias químicas con el movimiento de las olas del mar; una energía gratuita, inagotable y ecológica.

El doctor Czitrom relata que el diseño del método de bombeo existía desde los años setenta, pero era ineficaz y para mejorarlo se le añadió un sistema de sintonización. A esta innovación se conoce como Sistema de Bombeo por Energía de

Oleaje (SIBEO), el cual se compone de dos tubos --uno de admisión, que se tiende expuesto a la acción de las olas marinas, y otro de desagüe, que descarga el agua a la laguna o puerto- y una cámara de compresión.

Esta última es la parte más importante de la bomba, debido a que allí se encuentra el sintonizador (dispositivo que, por medio de un *chip* electrónico, mide el oleaje, determina qué frecuencia tiene mayor energía y sintoniza el aparato para que funcione en resonancia con esa frecuencia). En el mar, indica el investigador, existen muchas frecuencias con mayor o menor grado de energía, por lo que es importante sintonizar la bomba para que funcione junto con el oleaje de mayor energía. Esto se hace con el fin de que el bombeo sea óptimo.

Cuando se instala el sistema de bombeo, se extrae parte del aire de la cámara de compresión por medio de una bomba de vacío, provocando que ésta succione el agua marítima (un ejemplo es cuando tapamos el extremo superior de un popote que se encuentra dentro de un vaso con líquido y éste queda atrapado). Al apagarse la bomba de vacío, el agua queda en el tubo de

admisión y no puede regresar al mar, pero su nivel sube y baja al ritmo del oleaje. Cada vez que sube el agua se derrama en la cámara de compresión y, al no poder regresar (ya que el colector está sobre el nivel de agua en la cámara) ésta se acumula y desciende por gravedad a la laguna.

Este es el funcionamiento básico y muy sencillo del SIBEO y opera para cualquier frecuencia del oleaje. Adicionalmente, el sintonizador, que fue desarrollado en la UNAM, pone al SIBEO en resonancia con el oleaje de mayor energía. En resonancia las oscilaciones en el tubo de succión se hacen muy grandes, provocando que el bombeo sea máximo. La sintonización se logra cambiando el volumen de aire en la cámara de compresión para que la frecuencia natural de oscilación del sistema aire-agua (resorte-masa) del SIBEO coincida con la frecuencia del oleaje de mayor energía.

Los otros usos

El investigador señala que si bien no todos los casos de contaminación se resuelven con el SIBEO, porque en ocasiones son contaminantes muy nocivos --como metales pesados--, las características del sistema también pudieran reducir los costos de bombeo en la producción de sal. Asimismo, en 1995, cuando se instaló temporalmente un prototipo a escala en la Laguna de Lagartero, Oaxaca, además de obtener una capacidad de bombeo de 18 mil litros de agua por hora --el equivalente a renovar, a escala real, toda el agua de la laguna en 100 días--, los científicos observaron que las larvas de organismos marinos podían pasar a través del sistema de bombeo sin dañarse. De hecho, el doctor Czitrom refiere que su equipo planea colaborar con la comunidad de pescadores que ayudó a la instalación del primer prototipo, ya que la principal particularidad del SIBEO es que no utiliza ningún tipo de combustible ni tiene partes móviles, por lo que

tampoco contamina y requiere de muy poco mantenimiento.

Otra perspectiva que se pretende realizar es la instalación de uno o varios sistemas para sanear el puerto de Ensenada, en Baja California Norte. Por ahora se realizan estudios mediante un proyecto aprobado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt). Ya se han sostenido reuniones, "con buenos resultados", con las autoridades estatales y empresarios locales, ya que desarrollar el proyecto completo implica una inversión de cuando menos diez o doce millones de pesos.

La patente

El diseño del SIBEO, en proceso de patente, tiene una elevada eficiencia en el ámbito de costo-beneficio, a partir de estudios sobre el costo de los materiales y del perfeccionamiento del diseño. De hecho, comenta el investigador, según expertos en energía de oleaje, este sistema es el más viable a nivel mundial en cuanto a energía de oleaje a corto plazo. "Nos sentimos además muy orgullosos porque lo hemos hecho con presupuesto realmente bajo". Esta innovación ha despertado interés en otros países, como Suecia y Cuba.

Ante ello, la Coordinación de la Investigación Científica de la UNAM revisa actualmente las opciones de comercialización del sistema, ya sea por transferencia de tecnología a una empresa o a través de convenios. "La cuestión es que se debe encontrar la estructura administrativa que lo permita, pero manteniendo la capacidad de colaborar con comunidades de pescadores, como la de Lagartero, para el beneficio social local y del país". Esto es todavía más importante si, como afirman los biólogos que participaron en el proyecto de Lagartero, el empleo de SIBEO es capaz de quintuplicar la producción camaronesa de la laguna.

Negocie productos de alto uso

CONACYT

Las bancas, depósitos de basura, paraderos y mesas ubicados en parques y otros lugares públicos están continuamente expuestos al desgaste por el medio ambiente, usuarios y vandalismo. Ello exige diseños funcionales y de materiales adecuado.

Especialistas del **Centro de Diseño de la UNAM** desarrollaron una amplia gama de equipo para espacios públicos, como son bancas, mesas, anuncios luminosos, y paraderos de autobús. Brindan una solución adecuada en aspecto y al

estar contruidos en fierro fundido garantizan una larga vida útil.

Comercialice estos diseños que se pueden colocar en cualquier lugar ya sean centros comerciales, empresas, y por supuesto, espacios públicos. Llame al **diseñador industrial Héctor López Aguado**, del departamento de Difusión, del Centro de Investigación en Diseño de la UNAM. Tel. 5622-0835

Las peligrosas amebas

Elvia Manuela Gallegos Neyra*

Cuando escuchamos hablar de amebas inmediatamente solemos pensar en *Entamoeba histolytica*, el organismo que se aloja en el intestino y produce después de algún tiempo abscesos, hemorragias y trastornos del sistema digestivo que pueden durar semanas e incluso años. Pero existe otro grupo de organismos conocidos como amebas de vida libre, llamados así porque se les encuentra de manera natural viviendo en la tierra, en cuerpos de agua de casi cualquier tipo como piscinas, aguas termales de uso recreativo e incluso en el líquido potable. Estas amebas de vida libre se alimentan en su medio natural de bacterias, otros microorganismos y de materia orgánica, contribuyendo a reciclar los nutrimentos.

Sin embargo, existen dentro de este grupo de amebas algunos géneros capaces de causar infecciones muy serias en animales y seres humanos. En México, se han reportado infecciones causadas por *Naegleria* (invade la faringe, nasofarige y sistema nervioso central) y por *Acanthamoeba* (puede afectar la piel, pulmones, córnea y sistema nervioso central) sistema dos géneros muy comunes de amebas de vida libre.

Del género *Naegleria* existe una especie llamada *Naegleria fowleri* que causa una infección llamada meningoencefalitis amebiana primaria (Meap). Esta infección se adquiere por la inhalación de agua con amebas. Una vez en las fosas nasales las amebas viajan rápidamente a través de los tejidos olfatorios llegando al cerebro y concentrándose en el encéfalo. Dado que la invasión es muy rápida y las amebas se reproducen aceleradamente, comienza la destrucción masiva del cerebro y ocurren numerosas hemorragias en gran parte del sistema nervioso central, y la muerte sobreviene en el lapso de tres y siete días, dependiendo del manejo y resistencia del paciente, así como de la virulencia del microorganismo invasor.

El diagnóstico de la meningoencefalitis amebiana primaria (Meap) se puede confundir con una gripe y solo después de unos días aparecen intensos dolores de cabeza, irritación de la mucosa nasal, fiebre, náusea, vómito y rigidez de cuello, todo lo cual es un signo de irritación meníngea y una posible encefalitis. El curso clínico de la enfermedad se caracteriza por confusión mental, coma y en algunos casos crisis convulsivas; hay otras manifestaciones como visión borrosa, trastornos del gusto, del olfato, alucinaciones y finalmente la muerte.

El cuadro clínico es muy parecido a la meningitis bacteriana. Sin embargo, en la infección por *Naegleria* existe el antecedente de que los pacientes, en su mayoría jóvenes, previamente sanos, nadaron en algún cuerpo de agua preferentemente termal. El diagnóstico se confirma con el aislamiento de las amebas del líquido cerebroespinal o a partir del tejido de biopsia cerebral. Con respecto al tratamiento para tratar la Meap, afortunadamente no existe un medicamento efectivo para combatir estas infecciones y solo en algunos casos han funcionado medicamentos muy potentes contra hongos.

Por otra parte, las amebas del género *Acanthamoeba* son capaces de producir un padecimiento llamado encefalitis amebiana granulomatosa (EAG) o acantamebiosis, además de otras enfermedades en ojo, oídos, piel, pulmón, hígado, próstata y útero entre otros órganos. En este caso, a diferencia de *Naegleria* el período de incubación se desconoce, pero son necesarias semanas o meses para que la enfermedad aparezca.

La puerta de entrada para estas amebas al ser humano es a través de la piel o de las mucosas, así como también la inhalación de agua o aire contaminados con estos patógenos. Una vez en el organismo, aparece una lesión y a través del sistema circulatorio, las amebas pueden alcanzar el sistema nervioso central. En este tipo de infección las lesiones se caracterizan por formar gránulos o tumoraciones en los tejidos.

La enfermedad es larga y aparecen crisis convulsivas y otros signos y síntomas que dependen del sitio que se encuentre irritado o dañado. La acantamebiosis se da en pacientes debilitados por otro padecimiento o en personas inmunodeprimidas, por lo que *Acanthamoeba* se

comporta como un organismo oportunista. Asimismo, puede confundirse con otras enfermedades y ser mal diagnosticada. Sin embargo, los antecedentes del paciente así como la resistencia al tratamiento debe hacer pensar en acantamebiosis.

Los casos de meningoencefalitis amebiana primaria están distribuidos por todo el mundo, mientras que la mayoría de las infecciones por *Naegleria* se relacionan con la natación en aguas con temperaturas por encima de los 25 grados centígrados, como ocurre en aguas termales naturales y en piscinas bajo techo.

En Australia, la fuente de distribución de estos patógenos es principalmente la red de distribución de agua potable, mientras que en África se ha postulado la invasión a través del aire. Hasta hoy, en México existen reportados cerca de 40 casos de meningoencefalitis amebiana en humanos, pero se están vigilando las zonas de riesgo donde se han reportado brotes de esa enfermedad para evitar que su incidencia sea mayor.

En el **Proyecto de Conservación y Mejoramiento del Ambiente de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala de la UNAM** se llevan a cabo estudios relacionados con la distribución de amebas de vida libre en el ambiente, su epidemiología y el diagnóstico oportuno de las meningitis provocadas por ellas para prevenir, en lo posible, la infección de más personas, o en su caso, proporcionar a tiempo el tratamiento adecuado y evitar así que el número de muertes por esta enfermedad se incremente.

* La autora es **investigadora de la Facultad de Estudios Superiores de Iztacala de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)** y participante en el *Proyecto Conservación y Mejoramiento del Ambiente*.

El veneno de los alacranes

Yolanda Rojas

¿Alguna vez ha sufrido un piquete de alacrán? Seguramente no, pero quienes viven en regiones donde estos arácnidos abundan, saben que su veneno contiene toxinas mortales para los mamíferos e insectos de los cuales se alimentan. En el hombre, por ejemplo, el cuadro clínico causado por su picadura se presenta a los pocos minutos y varía según la especie, género, tamaño y cantidad de veneno inyectado, produciendo un

amplio espectro de manifestaciones que van desde un intenso dolor local y sudoración, hasta falla respiratoria y problemas cardiovasculares que pueden acabar con la vida.

A fin de evitar el síndrome por envenenamiento de escorpión, los científicos han desarrollado sueros eficaces que contrarrestan la ponzoña en el organismo humano. Sin embargo, hasta ahora no

han podido crear una vacuna inmunizante, pues aún desconocen muchos procesos físico-químicos que permiten a las toxinas incidir sobre ciertas terminales neuronales y, por tanto, expresar la sintomatología descrita.

Interesado en analizar y generar nuevo conocimiento acerca de la composición del veneno --en especial de alacranes mexicanos--, el **doctor Lourival Domingos Possani, investigador del Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional Autónoma de México (IBT-UNAM)**, estudia desde hace 20 años su estructura molecular, a fin de descifrar el mecanismo de acción y encontrar anticuerpos que mejoren el antídoto existente o contribuyan al desarrollo de una vacuna.

"Cuando llegué a México en 1974 proveniente de Brasil y comencé a trabajar con alacranes nativos, supe que en ellos podría hallar respuesta a muchas interrogantes, no sólo para frenar su actividad dañina, sino encontrar en el compuesto de su veneno propiedades terapéuticas", explica Possani, quien ha recibido dos veces financiamiento del *Howard Hughes Medical Institute*, la institución más importante de Estados Unidos que apoya la investigación médica en el mundo.

El lenguaje de una sustancia dañina

Intrigado por la actividad bioquímica del veneno del escorpión, el doctor Lourival Posan y su equipo del IBT-UNAM afrontaron desde 1975 el reto de investigar con animales vivos, y en el Departamento de Reconocimiento Molecular y Bioestructura iniciaron la recolección e identificación de las moléculas tóxicas que causan la muerte al ser humano.

Primero seleccionaron entre los alacranes mexicanos (catalogados *Centruroides*) a las especies potencialmente venenosas y luego separaron por métodos cromatográficos los componentes de su veneno para hallar las moléculas nocivas. "Esa labor nos llevó años de investigación, pero gracias a ello encontramos que las sustancias nocivas son proteínas de bajo peso molecular llamadas péptidos, que resultan de la unión de aminoácidos. Así, mientras más aminoácidos tengan las moléculas, éstas son más largas y complicadas, y se les generaliza con el término de polipéptidos", explica el también galardonado en 1995 con el *Premio Nacional de Ciencias y Artes*, máximo reconocimiento que otorga el gobierno mexicano a científicos destacados.

Una vez identificados los polipéptidos y por consiguiente la estructura molecular de sus aminoácidos (sustancia química orgánica formada

por un grupo carboxídico y otro de amino), los científicos realizaron pruebas experimentales en ratones --modelo cercano al ser humano--, acociles, cucarachas y grillos, y descubrieron que el veneno de varias especies de alacrán actúa a nivel del sistema muscular y nervioso periférico, incrementando la secreción de neurotransmisores y modificando la excitabilidad celular.

"Los síntomas y efectos letales observados después del piquete son secundarios a la acción de los péptidos de bajo peso molecular comúnmente nombrados toxinas, que tienen la capacidad de unirse a los canales iónicos y otros receptores alterando su función y comunicación celular", expone Possani. Ello significa que el efecto del veneno altera la información enviada por el cerebro a las células responsables de impulsos nerviosos involuntarios, como respirar o hacer latir el corazón, además de provocar respuestas contrarias en los músculos.

Como los alacranes inyectan su veneno de manera subcutánea, éste entra a la corriente sanguínea y se disemina por el sistema circulatorio. A su paso, reconoce las células receptoras --con las que tiene cierta afinidad-- y se adhiere a sus membranas. Es de subrayar que el sistema neuromuscular del ser humano funciona debido a los canales iónicos de las membranas celulares, que posibilitan la entrada y salida de iones: sodio, potasio, calcio, entre otros. "Por eso, cuando la toxina entra al organismo y reconoce la célula receptora, modifica la apertura o cierre de esos canales, enviando mensajes contrarios a los que normalmente daría el cerebro si no hubiese intoxicación. Bajo este esquema, la persona envenenada no tiene un buen desempeño de sus órganos y, por ende, puede llegar a fallecer", señala.

El grupo de trabajo del doctor Possani ha purificado con estas técnicas cientos de péptidos tóxicos extraídos del veneno de los escorpiones mexicanos, muchos de los cuales están ligados a los canales de sodio de las células excitables. Asimismo, fue el primero en descubrir las toxinas específicas con afinidad a los canales de potasio, investigación que hoy sirve de referencia a otros países. "Existen subfamilias de péptidos conocidos, pero hace un par de años hallamos en el veneno del alacrán nayarita *Centruroides noxius* otro tipo de polipéptido bloqueador de un canal específico de potasio denominado Canal Herg, relacionado con las arritmias cardíacas. Por tal motivo, algunas compañías farmacéuticas están interesadas en usar la Herg toxina para resolver complicaciones del corazón", destaca.

¿Una vacuna o un mejor antídoto?

Luego del aislamiento de los péptidos del veneno, su identificación química y estudio fisiológico, Lourival Possani trabajó en una cuarta fase del proyecto de su laboratorio, que consistió en desarrollar una vacuna sintética contra el piquete del alacrán. Además de la síntesis química de péptidos, utilizó técnicas de ingeniería genética sobre dos de las especies más peligrosas: el *Centruroides noxius* y el *Centruroides limpidus limpidus*, de los estados de Morelos y Guerrero.

De estas dos especies se conocen diferentes toxinas que afectan el canal de sodio y varios genes que codifican para ellas ya han sido clonados con objeto de producir polipéptidos recombinantes que puedan utilizarse en la creación de una vacuna. "Se llaman recombinantes porque se mezclan con el material genético de un organismo distinto al alacrán, por ejemplo, la *Escherichia coli* o levadura, con lo que se espera producir esas proteínas en grandes cantidades para su estudio, ya que a partir del veneno directo del alacrán no se consiguen las cantidades requeridas para la vacuna. Sin embargo, aún se requiere de más investigación para conseguirlo", puntualiza.

En virtud de no poder desarrollar de momento una vacuna, el doctor y sus colegas centraron su atención en la obtención de un anticuerpo protector, que pudiera fungir como un modelo para mejorar los sueros existentes.

A partir de 1994, el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) y la empresa farmacéutica Bioclón (subsidiaria del laboratorio mexicano Silanes y productora del antídoto contra veneno de alacrán) iniciaron a nivel nacional una campaña para instruir a los médicos a no tener miedo al usar el antiveneno, porque algunas personas experimentaban efectos adversos. "Hace más de 50 años, cuando se empezó a fabricar el antiveneno por el Instituto Nacional de Higiene de la Secretaría de Salud, se usaba la primera generación de un suero cuya preparación consistía en separar los eritrocitos y leucocitos de la sangre del caballo para utilizar solamente su parte soluble, la cual contenía proteínas extrañas como la albúmina, que ocasionaban cuadros de *shocks*", narra.

Posteriormente, añade, ese suero se purificó dando origen a la segunda generación, que consistió en emplear únicamente las inmunoglobulinas (proteínas que reconocen un cuerpo extraño) a fin de disminuir los secuelas.

Ahora, se está en una tercera fase más refinada, en la que el anticuerpo se digiere con enzimas y se elimina una sección de la molécula llamada fragmento constante, el cual tiene derivados de carbohidratos y sensibiliza la respuesta inmune. De esta manera, "el antídoto actualmente disponible, también llamado Faboterápico, es un producto seguro, lo cual explica que la tasa de mortalidad en el IMSS por picadura de alacrán sea cero", precisa Possani.

A su vez, apunta, en Estados Unidos hay inquietud por desarrollar otro tipo de antivenenos, pues el que se usa actualmente es obtenido a partir del suero de la cabra en lugar del caballo; y a países como Venezuela, Colombia, Sudáfrica y Turquía les interesa que la UNAM estudie sus alacranes a fin de preparar los antídotos correspondientes, pues "la investigación de punta realizada en el IBT es reconocida internacionalmente".

Por último, entre sus hallazgos más relevantes está un péptido denominado Escorpina, capaz de inhibir el desarrollo del parásito *Plasmodium bergeri* causante de la malaria, y el péptido del alacrán guerrerense *Hadrurus aztecus*, que mata bacterias como *Salmonella* o *Streptococo pneumoniae*, descubrimiento premiado por la Fundación Glaxo Wellcome. Asimismo, el doctor Possani y su equipo cuentan con varias patentes: un polipéptido bioinsecticida y un coagulante sanguíneo derivado de la saliva del triatómido causante de la enfermedad de Chagas, que podría tener aplicaciones en embolias u obstrucción de venas y arterias.

Cada año, 300 víctimas

*El alacranismo es un problema de salud pública en México, pero también ocurre en otras regiones del mundo, en especial áreas tropicales o subtropicales.

*Según datos de la Secretaría de Salud, anualmente mueren cerca de 300 personas por picadura de alacrán en México, sobre todo menores de 10 años de edad, y las regiones con mayor demanda de asistencia médica son Aguascalientes, Colima, Durango, Guanajuato, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Sinaloa y Zacatecas.

*El estado de Morelos ocupa el primer lugar con aproximadamente 28 mil personas picadas por año.

*Gracias al antiveneno, 999 de cada mil personas sobreviven al piquete del escorpión.

En la UNAM, novedosa técnica de recuperación de fluidos

Verónica Guerrero Mothelet

Uno de los graves problemas contemporáneos del mundo es el desperdicio de recursos, y la consigna de esta época bien podría ser su aprovechamiento máximo. A la industria petrolera mexicana, por ejemplo, le afectan las pérdidas que ocurren con el crudo a la hora de extraerlo. A este hidrocarburo se le extrae de dos formas: primaria y secundaria.

En la primera de ellas, el petróleo brota porque se encuentra a presiones muy altas en el subsuelo, y una vez que ha salido, gran parte de éste permanece atrapado en los poros de las rocas. Por eso, es necesario efectuar la extracción secundaria, que se realiza generalmente por inyección de aire o nitrógeno contra los restos que quedan en las porosas piedras de los yacimientos. Sin embargo, ambos procedimientos no bastan para recuperarlo en su totalidad y, aunque este desperdicio parece ridículo, cuando se habla de millones de unidades la suma ya no resulta tan insignificante.

¿Existe entonces una solución para evitar al máximo estas pérdidas? Un grupo de investigadores mexicanos parecen haberla encontrado. "Nosotros llamamos a este proyecto *Reducción Dinámica de la Capa de Mojado*", indica la **doctora en física Eugenia Corvera Poire, de la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México (FQ-UNAM)**. Empero, ¿a qué se refiere? En entrevista, explica que "cuando se tiene un fluido viscoelástico en un tubo pequeño o en un poro y se quiere desplazar como un líquido o gas, al empujarlo siempre queda una parte pegada a la pared. A ésta se le llama *capa de mojado*, e impide la recuperación total del producto".

Los investigadores encontraron un sistema de extracción basado en la frecuencia con que se bombea aire para empujar un fluido, que permite aprovechar un porcentaje mucho mayor de la sustancia. "Lo que tenemos --indica-- es una metodología para conseguir que lo que queda pegado a las paredes de los tubos o poros se menor", utilizando las características de los llamados fluidos viscoelásticos: viscosidad y elasticidad.

La primera es una propiedad que mide la resistencia del fluido a cambiar de forma, como sucede con la glicerina y con muchos de los

champús o acondicionadores que venden en el mercado; y la segunda es con la que estamos más familiarizados, "porque todo el mundo ha jugado con una pelota de esponja o una goma de borrar, que tienen cualidades elásticas. Entonces, son fluidos viscoelásticos algunos cosméticos (como las cremas faciales), mieles, aceites y el petróleo", señala la física.

Ya que muchos de los fluidos no manifiestan dichas propiedades cuando se transportan por conductos muy grandes, este procedimiento funciona mejor cuanto más pequeños son los tubos o poros por donde pasan. En cuanto a la recuperación del petróleo, los investigadores aseguran que su metodología será muy valiosa, ya que con sólo modificar la manera de inyectar el nitrógeno se rescatará más al extraerlo, incluso en yacimientos aparentemente extintos, pues podría adelgazarse la capa que se quedó pegada a los poros de las rocas para maximizar su aprovechamiento.

Este sistema de *Reducción Dinámica de la Capa de Mojado* se fundamenta en los principios básicos de la física, en particular la hidrodinámica, área en donde los científicos llevan a cabo sus observaciones. El doctor en física Jesús Antonio del Río Portilla, del Centro de Investigaciones en Energía (CIE-UNAM) y colaborador de los doctores Corvera y Mariano Carreón López de Haro (este último también del CIE), describe que todo sistema elástico tiene una frecuencia de resonancia.

La metodología consiste, a grandes rasgos, en calcular la frecuencia de la resonancia, que depende del elemento con el que se empuja (puede ser aire, si se piensa por ejemplo, en un tubo de pasta dental), del fluido empujado (en este caso, el dentrífico) y la geometría del recipiente que contiene el fluido a extraer (el envase del producto citado). Así, los científicos encontraron cuál es la periodicidad óptima para llevar a cabo un proceso determinado, logrando la máxima reducción de la *capa de mojado*.

Si bien este desarrollo es totalmente teórico, el equipo de los doctores Corvera Poire, Del Río y Carreón, ya inició una elaboración con especialistas que llevarán a cabo los experimentos formales de la metodología, cuyos resultados se sumarán a las evidencias de campo que apuntan

a su eficacia. "Es una muestra clara de que la investigación en ciencia básica redundará en aplicaciones tecnológicas", expresan.

En un principio, la investigación se concentró en el problema de los residuos del petróleo, pero después de efectuar algunos planteamientos matemáticos, los tres especialistas hallaron que además de ser potencialmente importante para el sector petrolero, puede utilizarse de igual modo con otros fluidos.

Muchos de los que se conocen como biofluidos (sangre y el líquido que se tiene dentro de los pulmones, entre otros) son también viscoelásticos, por lo que es muy probable que esta solución pueda ser aplicada en el área médica. Otras aplicaciones incluyen la limpieza de mantos acuíferos, filtros o transporte de lubricantes en la industria automotriz.

Se trata de una innovación totalmente mexicana y ya se inició el proceso de patente manejada dentro de la UNAM, a la que cedieron sus derechos. No obstante, manifiestan su disposición a realizar convenios con alguna empresa interesada, ya sea pública o privada.

FOLIO 91

PARA EMPRESARIOS

Eficaz caseta de seguridad

***CONACYT**

El problema de la inseguridad ha orillado a que cada día más empresas cuenten con casetas de vigilancia en sus instalaciones, las cuales deben permitir una amplia visibilidad, entrada de aire y funcionalidad, características que no siempre poseen.

Una solución es la propuesta por especialistas del **Centro de Diseño Industrial de la UNAM**, quienes desarrollaron una caseta de vigilancia que al utilizar materiales duraderos y de mínimo mantenimiento, resiste potencialmente los embates del vandalismo.

El sistema permite una visibilidad de hasta 180 grados y cuenta con una malla perforada que posibilita el flujo de aire. Asimismo, está equipada con conexiones para suministro eléctrico e instalación sanitaria.

Dote a empresas, centros comerciales o unidades residenciales de una caseta de vigilancia eficaz, moderna y funcional. Llame al **diseñador Héctor López Aguado del Centro de Investigaciones en Diseño Industrial de la UNAM**, al 56-22-08-35 y 36, e-mail: cidi@servidor.unam.mx

Realidades del maíz transgénico

Eduardo González

El maíz es uno de los tres cultivos más importantes del mundo, y siendo México su país de origen, representa uno de los productos base en la dieta del mexicano. No obstante, en los últimos meses ha privado una polémica sobre la conveniencia de cultivar o no variedades modificadas genéticamente de esta semilla.

A fin de esclarecer con base en principios científicos los posibles riesgos o beneficios del cultivo de variedades modificadas genéticamente en el país, la Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería realizó el *Taller de reflexión sobre efectos del maíz transgénico*, donde especialistas internacionales discutieron cuatro tópicos: efectos de la ingeniería genética sobre la estructura genómica del maíz; consecuencias de estas variedades en la biodiversidad mexicana; impacto socioeconómico y sus secuelas en la salud humana.

Al finalizar el taller, realizado del 17 al 19 de marzo con la participación de la **UNAM**, Cinvestav y la U de G; las universidades estadounidenses de Nebraska, Missouri, Georgia y Arizona, así como el Centro Internacional del Mejoramiento del Maíz y Trigo y el Instituto para la Investigación y el Desarrollo de Francia, los científicos presentaron un documento en el que concluyeron que se carece de evidencia científica para determinar que un transgen puede alterar las características de la estructura genética del maíz. Asimismo, refirieron que el impacto potencial de liberar maíz transgénico debe ser analizado caso por caso.

Por otro lado, expusieron que no existen pruebas para afirmar que los rasgos transgénicos de plantas se hayan transferido hacia humanos o animales. Sin embargo, recomendaron que en México y para el caso del maíz, se evite el uso de sistemas de

selección transgénica basados en genes resistentes a antibióticos.

El documento subraya que el uso de maíces modificados puede tener un impacto positivo en la producción agrícola nacional; empero, es importante que esta tecnología se dirija a solucionar problemas específicos de la realidad agrícola. Respecto al posible daño a especies de maíz nativas y sus parientes cercanos como el

teocintle, los especialistas exponen que esta planta es y seguirá siendo vulnerable a la introducción de cualquier variedad comercial, independientemente de si portan o no características transgénicas.

En sus conclusiones destacan que la información disponible para evaluar el impacto del maíz genéticamente modificado en la biodiversidad de México es extremadamente limitado o inexistente, debido a la falta de apoyo económico, carencia de un seguimiento permanente del problema y al muy limitado interés gubernamental.

En este sentido --aseguraron--, tampoco existen pruebas suficientes que permita cuantificar la presencia de rasgos transgénicos específicos en maíces nativos de México y sus parientes cercanos. Ante ello, conminan a establecer a la brevedad métodos confiables de monitoreo y programas de investigación.

Para los científicos que participaron en el taller, es urgente reconocer el patrimonio universal que representa la diversidad genética del maíz en México, asunto que requiere de una atención inmediata para su protección, conservación y uso adecuado. Bajo ese contexto, resulta indispensable reforzar las colecciones en bancos de germoplasma, a fin de caracterizarlas y evaluarlas implementando sistemas de información y consulta.

También exhortaron a investigar las implicaciones de las prácticas agrícolas sobre el flujo génico, así como encontrar mecanismos que mitiguen sus impactos. Esto obviamente requerirá de políticas de evaluación de riesgo que permitan anticipar situaciones excepcionales e inesperadas.

Otra conclusión a la que llegaron fue la de poseer información científica y oportuna, a través de un debate abierto y transparente sobre los beneficios y riesgos de cultivar variedades de maíz transgénico, así como el costo que representaría para México no utilizar estas herramientas biotecnológicas. En tal discusión, añadieron, deberán participar el gobierno, organizaciones agrícolas, de industria agroalimentaria, científicos y la sociedad.

Basados en pruebas realizadas por distintas agencias reguladoras del mundo, destacaron que no existe la certeza científica de que las variedades de grano modificado actualmente disponibles en el mercado representen un riesgo a la salud humana, pues el transgen se expresa en niveles muy bajos. Explicaron que la garantía de seguridad en el consumo humano de los alimentos derivados de plantas transgénicas está determinado en protocolos internacionales, que México ha seguido puntualmente y continuará implementando para eliminar riesgos a los consumidores.

Por último, el documento sostiene que no es recomendable liberar en México maíz transgénico para fines distintos a los de alimentación, como sería la producción de productos farmacéuticos o plásticos biodegradables. Sin embargo, para conocer los beneficios y consecuencias de esta planta, los científicos estiman conveniente autorizar su uso en investigación a nivel de campo, siempre y cuando se realice bajo estricto impedimento de flujo génico.

FOLIO 93 BIOTECNOLOGÍA

La ciencia de un bioplaguicida

Yolanda Rojas

En el mundo, los plaguicidas de síntesis química se están volviendo ecológicamente inaceptables, pues además de producir efectos adversos sobre el medio ambiente y la salud de los seres humanos, desarrollan resistencia en insectos, hongos y bacterias que atacan a cultivos.

En México, por ejemplo, los agricultores ven afectada su economía porque al aumentar la dosis y frecuencia de aplicación de insecticidas, también corren el riesgo de que se reduzcan las exportaciones de productos como el jitomate (uno de los principales cultivos del país), ya que no cumple con los estándares sanitarios requeridos para su comercialización.

Sin embargo, una de las alternativas es el uso de bioinsecticidas desarrollados a partir de una bacteria denominada *Bacillus thuringiensis* (Bt), la cual produce toxinas que pueden ser usadas en el control de una amplia gama de insectos plaga, indica la **doctora María Alejandra Bravo de la Parra, científica del Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional Autónoma de México (IBT-UNAM).**

La especialista, quien desde hace 12 años estudia en su laboratorio nuevas proteínas insecticidas, ha caracterizado aproximadamente 500 cepas de Bt aisladas de suelos mexicanos, creando con ello una de las colecciones más completas y de gran potencial para la agricultura nacional.

De hecho, gran parte de sus líneas de investigación han sido financiadas por la Comunidad Europea, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) y la *International*

Science Foundation, organismo del que es miembro distinguido.

Cristales venenosos con actividad insecticida El *Bacillus thuringiensis* tiene la capacidad de esporular; es decir, diferenciar a esporas que se adaptan metabólicamente a condiciones desfavorables del entorno, como sequedad, calor o falta de alimento. De esta manera, permanecen en el ambiente hasta que hallan un medio nutritivo donde crecer y reproducirse.

Durante el proceso de esporulación --explica la doctora Bravo-- la bacteria sintetiza grandes cantidades de una proteína conocida como *Cry* (nombre que adopta debido a que forma cristales dentro del esporangio u órgano reproductor), que tiene la facultad de matar a una enorme variedad de insectos. Sin embargo, como existe una basta clasificación de toxinas producidas por el Bt en el mundo, ella y su equipo de investigadores estudian, seleccionan y ensayan con poblaciones de cepas nativas, a fin de encontrar nuevas proteínas *Cry* capaces de eliminar a un insecto plaga específico, en particular aquellos que atacan los cultivos mexicanos.

"En el laboratorio recolectamos bacterias en plantas, suelos y animales muertos disecados, y luego las identificamos con métodos de biología molecular para clasificar sus toxinas destructivas. Con este sistema, descubrimos una cepa contra la *Bemisia tabaci* o mosquita blanca trasmisora de los virus que perjudican al tomate, soya y algodón; otra que embiste a la *Epilachnia varivestis*, una plaga dañina para los sembradíos de frijol, y una

más que reacciona ante la *Phyllophaga* o *gallina ciega*, responsable del deterioro de pastos y cultivos de maíz. Las tres especies de Bt son importantes porque a nivel mundial sólo nosotros encontramos proteínas con actividad hacia estas plagas", indica.

Así, una vez localizadas las cepas potencialmente tóxicas, se procede a crecer la bacteria en un medio de cultivo estimulándola a esporular y a producir la proteína insecticida. Como al final del proceso las esporas y cristales (compuestos de proteínas *Cry*) se liberan por separado, se usan técnicas de centrifugado en gradientes para purificarlos. Posteriormente, las proteínas *Cry* se solubilizan y, a través de diversos ensayos dosis-respuesta, los científicos alimentan a las larvas y cuantifican la mortalidad.

Pero, ¿qué le permite a esta proteína expresar actividad insecticida? La doctora Bravo refiere que la proteína (dotada de alrededor de 600 aminoácidos) sólo actúa en función de las enzimas estomacales de los insectos plaga, lo cual significa que para solubilizarse requiere de un ambiente sumamente alcalino o pH (grado de acidez) de 11 puntos. En contraste, los seres humanos y otros animales poseen un pH intestinal de 4-5; es decir, ácido mas no alcalino, y bajo esa circunstancia resulta imposible su solubilización.

En el estómago del insecto --continúa la también galardonada con el *Premio UNAM 1999--*, existen proteasas (enzimas) destinadas a digerir la proteína *Cry* soluble denomina protoxina a un fragmento de la mitad de su tamaño inicial llamado toxina. La primera es inocua al insecto, mientras que la toxina se activa uniéndose a proteínas receptoras localizadas las membranas "blanco" de las células intestinales --con las que tiene muy alta afinidad-- y las transforma hasta provocarle la muerte.

A diferencia de las toxinas producidas por los alacranes y arañas, las del *Bacillus thuringiensis* no modifican el cierre o apertura de los canales iónicos (los cuales posibilitan la entrada y salida de iones como sodio, potasio o cloro) situados en las células, sino cambian la composición molecular de éstas creando un nuevo canal, agujero o poro por donde entran iones, aniones, cationes y muchísima agua.

"Este canal impide a las células mantener su mecanismo natural de acción (homeostasis), por eso se hinchan y explotan matando al insecto. Asimismo, las esporas aprovechan ese medio nutritivo para crecer y germinar nuevamente. En casi todas las plagas el proceso es igual, nada más cambian las proteínas receptoras en las células del insecto y la cantidad de toxina administrada para formar el poro", expone y añade

que tal fenómeno biológico es interesante porque existen otras toxinas producidas por las bacterias del cólera y la difteria que aunque son totalmente diferentes a las proteínas *Cry*, también forman poros en las membranas "blanco".

A parte de caracterizar cepas mexicanas de Bt y buscar nuevas toxinas, los científicos del IBT-UNAM trabajan con técnicas de ingeniería genética, a fin de incrementar la actividad de las proteínas *Cry* y así poder desarrollar bioinsecticidas más efectivos contra un espectro mayor de insectos plaga, como las cucarachas. De ahí que estudiar la función molecular de las proteínas insecticidas es la principal línea de investigación de este equipo universitario.

"Si entendemos su mecanismo de acción podremos contener la resistencia que eventualmente experimentan los insectos a los plaguicidas de síntesis química, y ofrecer a los agricultores bioinsecticidas ecológicamente perfectos que permitan asegurar la productividad de las cosechas. Esto, porque son muy efectivos, se degradan rápidamente y no producen daños al medioambiente ni a la salud de los seres humanos", subraya la doctora Bravo de la Parra.

Por otra parte, indica que ante la falta de insecticidas eficaces, algunos investigadores han desarrollado plantas transgénicas (aquellas a las que se les ha añadido un gen *Cry* de Bt) contra plagas específicas. Así cuando un insecto consume cualquier parte del vegetal, la proteína tóxica actúa en su estómago provocándole la muerte.

A su juicio, estas plantas tienen una desventaja, pues al producir continuamente la toxina es muy probable que se creen poblaciones de insectos resistentes, mucho más rápido que si sólo se aplican las toxinas *Cry* en forma de spray. No obstante, también afirma que gracias a los avances de la biotecnología los científicos podrán producir vegetales con expresión proteica en un órgano exclusivo, ya sea tallo, hoja o semilla.

Colaboración internacional

Actualmente, el laboratorio de la doctora Bravo mantiene un convenio de colaboración con 12 grupos de investigadores europeos, y latinoamericanos, orientados a la búsqueda de toxinas exterminadoras de plagas específicas y al desarrollo de bioinsecticidas altamente efectivos, que sean capaces de eliminar a un mismo insecto independientemente del país donde se disemine.

En general, los 12 grupos trabajan a granel en la caracterización de varias cepas *Bacillus thuringiensis* enfocadas exclusivamente al combate de dos plagas importantes en el mundo:

Spodoptera frugiperda, plaga del maíz, trigo y arroz; y los mosquitos *Aedes* y *Anopheles*, responsables de transmitir el dengue hemorrágico y la malaria, respectivamente.

Hasta ahora, el equipo internacional tiene 12 toxinas candidatas para la *S. frugiperda* y otras 12 para los mosquitos, las cuales se están probando -

con el propósito de seleccionar únicamente tres cepas que puedan irse a la producción biotecnológica de un insecticida común. Aunque todavía no cuentan con resultados concretos, ya se han acercado a ellos algunas compañías nacionales y extranjeras interesadas en su fabricación.

FOLIO 94 BIOTECNOLOGÍA

Singular análisis genómico de una bacteria

Verónica Guerrero Mothelet

En el año 2000, la noticia de que se había completado la secuencia del genoma humano sorprendió al mundo. Pero, a parte de este gran avance científico, también se han obtenido cadenas genómicas de otros organismos, entre los que figuran las bacterias.

Dentro de este inmenso grupo, los científicos han centrado su atención en las patógenas (las que producen algún tipo de enfermedad en animales, plantas o humanos), aunque también estudian bacterias inocuas como la *Rhizobium etli*, cuyo genoma se está secuenciando en el **Centro de Investigación sobre Fijación de Nitrógeno de la Universidad Nacional Autónoma de México (CIFN-UNAM)**, dado el interés que despertó su provechoso intercambio con la planta del frijol: protección por... ¡nitrógeno!

El nitrógeno es un elemento muy importante para la vida, ya que forma parte de los componentes celulares (proteínas y ácidos nucleicos) de todos los seres vivos, **explica el doctor José Guillermo Dávila Ramos, especialista en evolución molecular del CIFN-UNAM**. Además es, después del agua, un factor primordial para aumentar los rendimientos de las cosechas. No obstante, a pesar de ser alta la concentración de nitrógeno en la atmósfera, la cantidad que se aprovecha de aquél es mucho menor, pues sólo puede tomarse cuando se encuentra presente en los suelos, formando sales de nitratos y amonio, o incorporado en compuestos orgánicos.

En los cultivos agrícolas, por ejemplo, normalmente se utilizan fertilizantes químicos (nitratos), que si bien nutren a las plantas, también contaminan los mantos freáticos y provocan daños ecológicos al favorecer el crecimiento de bacterias y robar el oxígeno a peces. En realidad --indica el investigador-- "sus efectos negativos ya se han observado en muchos países industrializados".

Aunque el proceso natural para fijar nitrógeno es sencillo, el oxígeno del ambiente envenena o inactiva las proteínas que participan en él. Ante tal contratiempo, en el curso de su evolución las bacterias desarrollaron diferentes mecanismos para protegerse del oxígeno, creando barreras físicas y produciendo macromoléculas que lo atrapan o reducen para generar agua.

Asimismo, otras bacterias establecen relaciones simbióticas con las plantas introduciéndose en sus células, lo que además de proveerles un ambiente bajo en oxígeno, las defiende de los depredadores. De hecho, una buena parte del nitrógeno fijado en el planeta se debe a la interacción entre estos organismos, refiere el doctor Dávila Ramos.

A esta clase pertenecen las Rhizobáceas, que son microorganismos del suelo de tipo *gram* negativo (por el colorante usado en su clasificación), aerobias (viven en presencia de oxígeno) e integrantes de un grupo muy grande conocido como *alfa proto* bacterias. La *Rhizobium etli*, una Rhizobácea inocua, es huésped de la planta del frijol, donde vive una especie de permuta metabólica: la planta brinda a la bacteria la fuente de carbono que necesita (producto de la fotosíntesis), y ésta le facilita a cambio el nitrógeno asimilable que requiere. Tal asociación permite que leguminosas como el frijol puedan colonizar suelos pobres en nitrógeno sin necesidad de abusar de los fertilizantes químicos.

Pero, ¿cómo se produce la simbiosis? El especialista explica que la *R. etli* y la planta establecen un diálogo molecular, que prepara en las células de la raíz un hábitat (nódulos, estructuras globulares) donde la bacteria se establece, evadiendo la respuesta de defensa de la planta. Es en esta estructura donde se realiza el proceso de fijación del nitrógeno atmosférico y lo reduce creando amonio, compuesto utilizado por el frijol

para crecer. Esta forma de fijación de nitrógeno equivale a una fertilización biológica anticontaminante, porque no incrementa los nitratos en el suelo y promueve una agricultura sustentable.

Las Rhizobáceas interactúan básicamente con diversas leguminosas comestibles, como las lentejas, chícharos, alfalfa y soya, entre otras. "Nos interesa más el frijol porque además de ser un nutrimento primario de la dieta del mexicano, se originó y diversificó en América, mucho antes de que los españoles lo llevaran junto con la *Rhizobium etli* a Europa hace 500 años", señala el doctor Dávila. Así, la *R. etli* que se secuenció en el CIFN-UNAM fue aislada en Celaya, Guanajuato, y se estudia desde diferentes puntos de vista.

Es de precisar que las bacterias utilizadas en estas investigaciones representan aislamientos naturales no modificados en el laboratorio, y uno de los objetivos del proyecto universitario es lograr que los métodos de selección natural para el mejoramiento de cepas *Rhizobium* prevalezcan. La selección de organismos (plantas, animales, etc.) no es nueva, pues los seres humanos han intervenido en la evolución de muchas formas. Por ejemplo, en el ganado se seleccionan aquellas vacas que dan más leche, y posteriormente se cruzan a fin de escoger a sus descendientes genéticamente mejorados, los cuales al crecer darán una producción extra del lácteo. De igual forma, los investigadores seleccionan en la naturaleza las bacterias más eficientes, experimentan con ellas en el laboratorio para conocer su mecanismo de acción y luego las mejoran mediante combinaciones genéticas naturales, con el propósito de elevar su rendimiento en la planta.

El proyecto de la *R. etli* es dirigido por el doctor Julio Collado y en él también participan los doctores Dávila, Jaime Mora y Rafael Palacios, responsables de estudiar tres vías de investigación básica: la evolución retrospectiva, que analiza las poblaciones actuales de bacterias para proponer hipótesis sobre el origen de sus moléculas; la fisiología funcional, que es el estudio de sus funciones y procesos; y la evolución prospectiva, que utiliza los dos aspectos anteriores para generar combinaciones genéticas nuevas del genoma del *Rhizobium* y conocer sus efectos positivos sobre el proceso de simbiosis y fijación de nitrógeno. Bajo ese contexto, la doctora Georgina Hernández, directora del CIFN-UNAM, encabeza otro proyecto multidisciplinario destinado a secuenciar el genoma del frijol, el cual se estima en cerca de 600 millones de pares de bases.

Cadenas simbióticas de ADN

El genoma de la *Rhizobium etli* tiene, además de un cromosoma (información genética para el mantenimiento celular), moléculas de ADN de varios tamaños llamados plásmidos. El que se conoce como plásmido simbiótico, cuya secuenciación ya fue completada en el CIFN, es de tamaño intermedio e incluye mucha de la información necesaria para establecer la simbiosis con el frijol, generar la estructura nodular y fijar el nitrógeno. El estudio del genoma completo de esta bacteria comenzó en el 2001, con la instalación de un secuenciador capilar de alto rendimiento (el primero en México), y hoy en día lleva un avance cercano al 10 por ciento.

FOLIO 95

PARA EMPRESARIOS

Línea con conservadores naturales

***CONACYT**

El regreso a los productos naturales es una tendencia que cada día gana más adeptos. Por ende, ha aumentado la elaboración de variados productos basados en extractos de plantas y otras materias de origen vegetal.

La **Facultad de Estudios Superiores de Iztacala de la UNAM** realiza estudios de sustancias que pueden ser empleadas como antisépticos y conservadores de diversos productos, como son los alimentos, e inclusive la madera. También

cuenta con servicios de laboratorio para el análisis de extractos vegetales, actividad microbiana, entre otras especialidades.

Si quiere entrar en este pujante mercado con una garantía de seguridad en su inversión, acuda a esta unidad. Llame al 5623 1168 y 82. e-mail: graf@servidor.unam.mx

No me quieras matar, corazón

Verónica Guerrero Mothelet

El corazón humano no es sólo un órgano muscular hueco, con el tamaño aproximado de un puño, que recibe sangre de las venas y la impulsa hacia las arterias. Más que un mero mecanismo, es uno de los elementos primordiales del organismo, y su buen funcionamiento resulta esencial para tener una vida satisfactoria y saludable, aunque en general damos por hecho su condición de salud y sólo nos preocupamos cuando ésta ya no existe. Los trastornos del corazón (cardiopatías) pueden surgir como consecuencia de defectos congénitos, infecciones, miocarditis (inflamación o degeneración del músculo cardíaco), estrechamiento de las arterias coronarias, tensión arterial alta o perturbaciones en el ritmo cardíaco.

En México, las enfermedades cardiovasculares son la primera causa de mortalidad, y a nivel mundial provocan seis veces más decesos que los atribuidos al SIDA. De acuerdo con los datos más recientes del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática y la Secretaría de Salud, 15.6 por ciento de las muertes ocurridas en 1999 se debieron a enfermedades cardiovasculares. No obstante, el doctor Rafael Chávez Domínguez, especialista del Departamento de Epidemiología del Instituto Nacional de Cardiología, explica que si a este porcentaje se suman otras patologías relacionadas, como la diabetes *mellitus* (10.28 por ciento) y las enfermedades cerebro-vasculares (5.82 por ciento), la cifra significa un 31 por ciento de las muertes que ocurren en el país.

De entre las 10 principales enfermedades cardiovasculares predomina la aterosclerosis, que es origen de otros padecimientos como infarto (preponderante en la población mexicana), apoplejía cerebral, isquemia (suministro de sangre inadecuado), angina de pecho y gangrena en intestinos o pies, mismos que en conjunto representan un tercio de todas las enfermedades mortales en el país, señala el entrevistado, también coordinador del capítulo de Epidemiología y Prevención de la Sociedad Mexicana de Cardiología.

En la aterosclerosis, los depósitos de material lípido (grasas), denominados placas, se depositan sobre la pared interna de las arterias (venas) coronarias. Así, ocurre un estrechamiento de las arterias que gradualmente restringe el flujo de sangre al músculo cardíaco. Los síntomas de esta restricción pueden consistir en dificultad para

respirar (en especial durante el ejercicio) y dolor opresivo en el pecho, que recibe el nombre de angina de pecho. La placa puede llegar a ser tan grande que obstruya por completo la arteria coronaria y provoque un descenso brusco del aporte de oxígeno al corazón. Esta obstrucción, conocida como oclusión, puede producirse cuando la placa se rompe y bloquea el conducto, o cuando se forma un coágulo, proceso que recibe el nombre de trombosis. Dicha anomalía es la causa más importante de un ataque cardíaco o infarto de miocardio, con frecuencia de consecuencias mortales.

Mucho se sabe ahora sobre los padecimientos del corazón, y por ello "al conocer qué son las enfermedades, uno deriva una forma de ser o de comportarse en la vida, adecuada para preservar el estado de salud que se adquirió desde el nacimiento", indica el epidemiólogo, lo que llamamos prevención. Con este fin y sin existir alguna garantía para no enfermarse, continúa, resulta mejor observar la salud desde el otro punto de vista: ¿qué crea el riesgo de que se desarrolle una enfermedad?

"Se me ocurre --agrega el doctor Chávez-- utilizar la palabra contragarantía", que significa factor de riesgo, la causa que coadyuva y acelera una enfermedad. En el caso del corazón, los factores de riesgo generales que se mencionan son, en realidad, los mismos factores de riesgo para la aterosclerosis, y pueden clasificarse en primarios (hipertensión arterial, hipercolesterolemia y tabaquismo), secundarios (sedentarismo y estrés) y terciarios (antecedentes familiares y otros).

¿Cómo se llegó a la descripción de estos factores de riesgo? Por ejemplo, en el caso del tabaquismo, el médico atiende en calidad de enfermos a personas que fumaron durante mucho tiempo, encontrando una relación entre causa y efecto. Pero como también hay personas que fumaron y no desarrollaron nada hasta que murieron, para juzgar ambos resultados debe recurrirse a las herramientas que ofrece la metodología científica, a partir de estadísticas y probabilidades. En el concepto de factor de riesgo participa la causalidad, pero a veces no se observa fácilmente. Esto ocurre con mucha frecuencia con las enfermedades crónicas; cuando las consecuencias surgen 20 ó 30 años después, a veces no se establece con mucha claridad la relación entre causa y efecto. Con los factores de

riesgo cardiovasculares sucede algo similar, y por ello se han efectuado estudios de comunidades enteras, con un seguimiento hasta de 50 años, conservándose todos los datos como edades, hábitos, estado de salud, en la forma de una observación de comunidad. Cuando a la observación de individuos se suman los resultados obtenidos en el estudio de toda una comunidad, se crea lo que se conoce como cohorte.

El entrevistado señala que los citados estudios descubren la relación entre causa y efecto en función de la exposición a un peligro (en términos de probabilidades). Es así que la medicina moderna se sirve de estadísticas y probabilidades, con observaciones minuciosas y procedimientos previamente validados, para obtener deducciones aplicables al individuo a partir del estudio de la comunidad. Sus resultados revelan tanto los aceleradores o agravantes de una enfermedad como sus atenuantes o protectores, y permiten comprender los factores de riesgo en lugar de buscar una causa definida. Por señalar un caso concreto, si bien se desconoce todavía la causa específica del infarto, pueden identificarse determinadas costumbres, signos, estigmas de algunas personas, que advierten con anticipación la presencia de enfermedades (indicadores). Aunque cada enfermedad tiene los propios, se considera que existen factores de riesgo en general. En la aterosclerosis, por ejemplo, el desarrollo de placas de ateroma se debe en gran medida a la ingestión excesiva de grasas animales. De igual forma, se ha determinado una mayor proporción de riesgo cardiovascular en fumadores.

En síntesis, refiere el especialista, los padecimientos cardiovasculares de hoy son crónicos, de largo plazo, y susceptibles de ser estudiados por métodos epidemiológicos. La epidemiología, puntualiza, es una disciplina con un componente muy alto de metodología científica, mediante la que se toman datos históricos de una población, se estudian los cambios y a partir de estas observaciones se realiza un pronóstico extrapolando probabilidades.

Pero para que tengan sentido las conclusiones de estos estudios, deben aplicarse a la prevención. "La epidemiología es el anverso y la prevención el reverso de la misma hoja", subraya el doctor Chávez. Por eso existen recomendaciones muy concretas, como las señaladas en el decálogo tomado de las normas de la Organización Mundial de la Salud y de la Federación Mundial del Corazón (FMC), y adaptado por la Sociedad Mexicana de Cardiología (SMC). Estos son consejos fáciles de seguir que promueven pequeños cambios en el estilo de vida, como la práctica de ejercicios, una dieta sana, control del peso, abandonar el tabaquismo, revisiones médicas periódicas, reducción del estrés y asumir una actitud positiva hacia la vida.

Singular laboratorio de electrofisiología

Las enfermedades del corazón como hipertensión arterial y aterosclerosis ocupan el primer lugar en mortalidad de México, debido a que son incurables y progresivas. Ante ello, el **Hospital General de México** en colaboración con la **Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)** inauguró el **Laboratorio de Electrofisiología**, para tratar e investigar este tipo de padecimientos.

Con una inversión de más de 6 millones de pesos aportados por ambas instituciones, el laboratorio estará dotado de tecnología de punta y, bajo la dirección del experimentado electrofisiólogo **doctor Luis Molina**, coordinará el *Programa Permanente de Donación y Capacitación*, a fin de perfeccionar la técnica de los implantes de marcapasos en el país y ayudar a la gente de bajos recursos necesitadas de tratamiento cardíaco.

El Programa fue instituido por la empresa mexicana Fármacos Especializados (principal distribuidor de materiales de curación y tecnología médica) y consiste en la donación cuatrimestral de aproximadamente 10 marcapasos bicamerales con valor de dos mil 800 dólares; instrumental médico con costo superior al millón de dólares y cobertura de viáticos para médicos en entrenamiento.

Investigando al petróleo

Yolanda Rojas

Tras cada gota de gasolina y aceite utilizados tanto en el sector doméstico como industrial, existe toda una infraestructura tecnológica que posibilita convertir al petróleo en combustible y otros productos base de la economía mundial.

Sin embargo, en países como México, garantizar la disponibilidad futura del llamado oro negro representa un desafío, pues como la amplia reserva de hidrocarburos se encuentra en yacimientos naturalmente fracturados, su extracción requiere no sólo mejorar los métodos de exploración y perforación de pozos, sino atender la problemática científica y técnica del sector petrolero nacional, indica el **doctor Baltasar Mena Iniesta, del Instituto de Investigaciones en Materiales de la Universidad Nacional Autónoma de México (IIM-UNAM)**.

Preocupado por esta situación, el científico y un equipo multidisciplinario de estudiantes y expertos --provenientes de las facultades de Química, Ciencias e Ingeniería, así como del Instituto de Matemáticas Aplicadas y Sistemas-- desarrollaron desde hace dos años un macro proyecto titulado *El petróleo*, que tiene por objeto derivar investigación básica y aplicada a fin de dar solución a la problemática del crudo en diversas áreas, en especial reología, ciencia que estudia la deformación y comportamiento de los fluidos.

Luego de haber pasado un año sabático en el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), el doctor Baltasar Mena gestó la idea de crear el primer Laboratorio Nacional de Reología y Mecánica de Fluidos, formando por un grupo de científicos que, con sede en la UNAM, ayudarán al Instituto a resolver exitosamente dificultades específicas de la industria petrolera.

A pesar de haber sido evaluada por un comité internacional y publicada en la revista *Nature*, esta propuesta universitaria nunca consiguió establecer la tan esperada alianza económica con el IMP y Petróleos Mexicanos (Pemex). "Posteriormente, nuestras inquietudes y experiencias fueron condensadas en un macroproyecto que presentamos a consideración del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), y así fue como pudimos obtener los recursos financieros para llevarlo a cabo", indica el también galardonado con el *Premio UNAM 1996*, en el

rubro de innovación tecnológica y diseño industrial.

Este programa --al que también se han sumado especialistas de 10 o 12 institutos internacionales-- tiene, sin embargo, un convenio académico permanente con el IMP, y ya concluyó el primero de cuatro años de trabajo gracias a un presupuesto de cuatro millones de dólares para ejecutar 12 líneas de investigación, entre las que figuran caracterización y exploración de yacimientos naturalmente fracturados, pozos de producción, oleoductos y plataformas marinas.

El crudo mexicano, un complicado negocio

Debido a que en el país la mayor parte de la reserva de hidrocarburos se encuentra en yacimientos naturalmente fracturados (rocas con pequeñas y numerosas fracturas), su extracción resulta complicada, pues para asegurar que el crudo salga bajo presión --con toda la carga de elementos implicados como agua, gas natural y petróleo-- los especialistas requieren efectuar elaborados estudios de caracterización de suelos, perforación de pozos y planeación de plataformas, enfrentándose a una serie de contratiempos que no siempre pueden resolver.

Por ejemplo, uno de los problemas que recientemente enfrentó la industria del ramo fue caída de presión de Cantarell, el yacimiento petrolífero costa afuera más grande del mundo, ubicado en la Sonda de Campeche, y cuya explotación eficiente constituye un enorme reto para los técnicos y trabajadores de Pemex. Frente a ello, el IMP contrató los servicios de una empresa japonesa, la cual propuso inyectar nitrógeno al yacimiento en lugar del costoso bióxido de carbono (Co₂), un gas inerte comúnmente usado para empujar el crudo hacia la superficie.

El doctor Baltasar Mena Iniesta explica que teóricamente inyectar nitrógeno para ejercer presión en yacimientos normales funciona muy bien, pero cuando se trata de yacimientos naturalmente fracturados que aún no han sido explotados, a determinadas temperaturas y presiones el nitrógeno puede tener un cambio de fase (convirtiéndose de gas a líquido o de éste a sólido, efecto denominado conversión forzada), modificando la salida del petróleo (aceite).

"Bajo ese contexto, es preciso hacer más estudios y aplicar nuevas tecnologías a fin de anticipar la conducta de este gas (nitrógeno) a través de las pequeñas fracturas, pues cabe la posibilidad de sacar nitrógeno con mayor facilidad que petróleo, o una mezcla de ambos complicando los métodos de refinación", señala. Ante ello, los científicos del macroproyecto especializados en reología, propiedades termodinámicas e hidromecánica de fluidos, se ocupan actualmente de investigar éste y otros fenómenos, como la tensión superficial del aceite en el agua.

Dentro del mismo campo, existen además tres o cuatro subproyectos enfocados a la exploración y caracterización de yacimientos naturalmente fracturados, y los especialistas --auxiliados con sofisticados equipos de cómputo-- generan temblores para observar cómo se conducen las ondas sísmicas sobre la superficie, lo que permite determinar desde la porosidad del terreno y comportamiento de las microfracturas, hasta la manera de cómo, cuándo y dónde deberá perforarse el pozo.

Modernización de ductos y redes de tubería

Al ser un trifásico compuesto por gas natural, agua y petróleo, el crudo mexicano sale a la superficie a altas temperaturas (400 grados centígrados) y condiciones de presión elevadas, lo que a su vez produce una precipitación de los llamados asfaltenos, que son las partes sólidas o materiales pesados del producto.

Los asfaltenos dificultan la extracción del oro *negro* porque tienden a migrar hacia las paredes del pozo obstruyendo su salida y para limpiar los oleoductos, los ingenieros requieren detener la producción con las consecuentes pérdidas millonarias a la industria. Empero, ¿cómo afrontar el problema? La clave está en hacer que los asfaltenos fluyan a la superficie junto con el crudo.

Para ello, el doctor Mena Iniesta y su equipo estudian la posibilidad de colocar un imán que atrape a esos sólidos en el centro del oleoducto, a fin de extraerlos fácilmente. En ese sentido, la UNAM se apoya en un sistema que el IMP tiene para predecir cuándo se precipitarán los asfaltenos en condiciones estáticas y, en base a los resultados, poder determinar la ubicación del imán como la potencia adecuada para producir el campo magnético.

Otro desafío al que se enfrenta la industria petrolera nacional es la explotación del llamado crudo *maya*, pues debido a su viscosidad (especie de chapopote) cuesta trabajo transportarlo a través de tuberías submarinas o terrestres. Una solución viable es incorporar sistemas de bombeo demasiado potentes que, desafortunadamente, no

existen en México. A falta de esta tecnología, los ingenieros han optado por usar el llamado transporte lubricado, que consiste en recubrir las paredes de la tubería con una solución especial compuesta de agua y jabón, lo que impide la fricción del crudo con el ducto. Esta es una magnífica alternativa; no obstante, el petróleo sale mezclado con agua y ello implica un gasto adicional para Pemex.

Con la intención de contrarrestar esta pérdida económica, los científicos que participan en el macroproyecto proponen disponer de un lubricante diferente al agua. "Se trata de desarrollar un polímero (material plástico) tan compatible con el hidrocarburo, que pueda ser utilizado sin necesidad de extraerlo", refiere.

Asimismo, otro inconveniente del sistema de tuberías está relacionado con el uso de anticorrosivos, pues para evitar el deterioro de los oleoductos en plataformas marinas, se utilizan sustancias tóxicas que afectan el entorno. En ese sentido, otro grupo de especialistas universitarios no sólo experimentan con el efecto que el agua de mar ejerce sobre estos materiales, sino la temperatura y presión a la que eventualmente están expuestos los sistemas de tubería profunda.

Entre sus logros más importantes está la creación de ánodos de aluminio (comúnmente llamados de "sacrificio", porque al colocarse alrededor o cerca del conducto absorben las sales y minerales), cuya característica es prevenir la corrosión de oleoductos y contaminación del medioambiente. "En lo que toca a la modernización tecnológica, en el Instituto de Investigaciones en Materiales también se estudia la posible implementación de fibras ópticas, cuya finalidad es calcular la presión y temperatura del sistema de tubería profunda, en lugar del cableado eléctrico que hoy en día se utiliza", explica Baltasar Mena Iniesta.

Finalmente, destaca que en el proyecto *El petróleo* también participan los institutos de Investigaciones Eléctricas, el Mexicano de Tecnología del Agua y las universidades Autónoma de San Luis Potosí y de Guadalajara, con las que el IIM-UNAM realiza programas de postgrado y capacitación de técnicos e ingenieros, a fin de generar recursos humanos especializados en el área petroquímica y crear un nuevo modelo que, mediante la vinculación con el sector productivo, remunere la investigación en el país.

Cabe mencionar que el doctor Mena Iniesta es precursor de la reología en México y el año pasado obtuvo el premio científico de la UNESCO debido al desarrollo de un silo hexagonal que reduce hasta en 25 por ciento las pérdidas de granos posteriores a la cosecha.

Logran eliminación plena de patógenos en aguas residuales

Verónica Guerrero Mothelet

El agua es un recurso tan precioso como limitado. Incluso algunos escritores pronostican que la posesión de este líquido podría ser objeto de grandes conflictos futuros, aunque en México ya se han visto disputas entre entidades. Pero parte de la realidad es que las personas suelen apreciar más un valor cuando éste hace falta. Así, quienes disfrutaban del recurso todo el año, y además padecen las tormentas de la temporada de lluvias, sinceramente no comprenden que se hable de escasez, cuando la naturaleza la provee de manera basta.

Empero, "si al agua poseída se aplica el factor de calidad, resulta que es mucho menos de la que se pensaba", advierte la **doctora en ingeniería Blanca Jiménez Cisneros, directora del Grupo de Tratamiento y Reuso del Agua en el Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (II-UNAM)**. De hecho, en épocas de lluvia el arrastre de azolves y basura crea un problema de adicional en los drenajes, contaminándola más en esa temporada.

Entonces, el problema real no es la cantidad, sino su combinación con la calidad. México, por ejemplo, tiene un bajo nivel de tratamiento de aguas residuales, ya que cuenta con una capacidad instalada de 23 por ciento que, generalmente, no se utiliza por completo. Además, del total de agua que sale de estas plantas, sólo 12 por ciento cumple con la norma oficial en materia ecológica.

"Eso nos deja casi 90 por ciento de ella para proponer soluciones", comenta la doctora Jiménez.

Hasta hoy --dice en entrevista-- se ha manejado un enfoque muy tradicional, similar al de otros países, que requiere dar un tratamiento específico al recurso para que pueda verterse a ríos y lagos. La situación es que "México no es un país con grandes ríos (excepto en el Sur), ni lagos. Por el contrario, la mayor parte de las aguas municipales colectadas sin tratamiento se emplea para riego agrícola".

Explica que esto no es del todo negativo, pues estudios que comparan el resultado del uso de aguas limpias y negras en productos agrícolas han indicado que el agua residual incrementa hasta en 150 por ciento la productividad en el maíz y 100 por ciento la del jitomate. Esto se debe a que las aguas negras municipales contienen materia

orgánica, nitrógeno y fósforo, que sirven como fertilizantes naturales.

En los países desarrollados las aguas negras realmente se vertían en ríos y lagos provocando un crecimiento de plantas perjudicial para sus depósitos. Pero en el caso de México, eliminar estos elementos es un error, pues "tenemos diferentes problemas y debemos encontrar otras soluciones", afirma.

Por ejemplo, la guía actual para el tratamiento del agua en el país se relaciona con los resultados de otro estudio. La Organización Mundial de la Salud (OMS) estableció que el principal riesgo en el empleo de agua residual para riego agrícola es la diseminación de parásitos. En el Instituto Nacional de Salud Pública se demostró que la principal diseminación presente en nuestras aguas residuales es de *helminths* (lombrices parasitarias), y "lo que hicimos fue estudiar un sistema que eliminara patógenos, pero sin retirar materia orgánica, nitrógeno ni fósforo", refiere la especialista.

Lo difícil fue que las técnicas utilizadas para eliminación (como gravedad o filtración) no distinguen ni separan fácilmente un patógeno de la materia orgánica. Por ello, "desarrollamos un sistema de tratamiento físico-químico que elimina totalmente los patógenos, dejando materia orgánica y elementos en cantidades suficientes para seguir fertilizando nuestros suelos", añade.

Este sistema, una de las primeras aportaciones del equipo de la doctora Jiménez, consiste en el uso de compuestos químicos con carga positiva que atraen todos los sólidos con carga negativa del agua (principalmente los huevecillos de lombriz). De esta manera, se forman aglomerados mayores que caen y se sedimentan. Para terminar el proceso se pasa el agua a través de filtros, donde los huevecillos --muy pegajosos-- se quedan adheridos. "Con esto podemos producir agua de dos calidades: con hasta cinco huevos de helminto por litro, apta para regar cultivos que serán procesados (como el algodón); y otra que cumple con las normas de la OMS aplicables a cultivos que se consumirán crudos", indica la doctora Jiménez Cisneros.

Resultados

Este tratamiento se utilizó primero en una planta piloto de Tepeji del Río, Querétaro, y ahora se

aplica en varias plantas privadas de Ciudad Juárez, Chihuahua; Mazatlán, Sinaloa; y una en la capital poblana.

Sin embargo, resolver el problema de los *helminths* llamó la atención de los investigadores de la UNAM hacia la gran cantidad de patógenos presentes en el agua, como la *Salmonella*, *amibas*, *Giardias* y rotavirus. Elso, lo que "nos llevó a iniciar estudios de desinfección, tanto para las residuales como para la potable", una problemática que afecta a tres cuartas partes de la población mundial, porque toda la investigación se ha concentrado en resolver problemas de los países ricos, explica la investigadora. Y esta necesidad les abrió un campo enorme. Primero desarrollaron tesis para un conjunto de microorganismos que en otros países no son importantes.

El grupo de la doctora Jiménez busca eliminar microorganismos diferentes a las bacterias conocidas, como las no tóxicas coliformes fecales (excepto la variedad *E. coli toxicogénica*), que normalmente se encuentran presentes en agua y sirven para indicar si la potable estuvo en contacto con las residuales, lo que implicaría la posible presencia de patógenos. Así, descubrieron que a pesar de que el agua cumpla con las normas universales (mil coliformes fecales para aguas residuales y cero para la potable en 100 mililitros), existen otro tipo de patógenos que pueden provocar problemas, lo que "nos obliga a desarrollar nuevos métodos de desinfección".

El problema de los lodos

Una vez retirados los patógenos del agua, se pasa al siguiente problema: los que se encuentran en los lodos. Uno de los métodos de eliminación se usa mucho en los pueblos y consiste en aplicar cal *viva* en bajas dosis. Como desprende amoniaco, que es desinfectante y mata los patógenos, la cal puede provocar inconvenientes de olor, cuyo control ya ha sido estudiado. Por desgracia, esta

etapa de desarrollo tecnológico ha quedado inconclusa, debido a la falta de apoyo económico.

Asimismo, México tiene un grave problema de erosión y deforestación, que podría ser resuelto con estos lodos bien procesados. El suelo del país tiende mucho a sufrir un aumento en la presencia de sodio (salitre). Los agricultores utilizan un método muy común para contrarrestarlo con yeso, que es sulfato de calcio. Si se agregan al suelo los lodos, ricos en materia orgánica, nitrógeno, fósforo y cal, también se logra mejorar su estructura y productividad. La técnica desarrollada en el Grupo de Tratamiento y Reuso del Agua se aplica tanto en la planta de Ciudad Juárez como en otras de Monterrey, Nuevo León; y Toluca, en el estado de México.

En el área del agua potable, la doctora Blanca Jiménez Cisneros puntualiza que como resulta muy caro su análisis, cada país debe evaluar qué hay realmente en sus fuentes de suministro, para hacer las prohibiciones precisas y en forma regionalizada. Otra complicación es el empleo que se da al agua. En la agricultura, cuando no se utilizan aguas residuales sin tratar, se recurre a la de los acuíferos. Esta es de excelente calidad, y debe destinarse al consumo humano, mientras que todas las aguas residuales bien tratadas debieran aplicarse a la agricultura. En este rubro, el grupo de la científica de la UNAM comenzó a aplicar estrategias de manejo del agua limpia por residual, a partir de tres estudios que demostraron que en la ciudad se utiliza la contaminada, y la de pozos limpios en la agricultura.

Otros proyectos que maneja este grupo científico son: uno relacionado con el desazolve en el Valle de México; otro para la elaboración de compostas y una alternativa no convencional en el suministro de agua potable a la capital del país. Finalmente, la ingeniera Jiménez indica: "somos un grupo muy grande, y el objetivo no es competir con las empresas, sino formar profesionales que resuelvan problemas".

Secadores solares de aplicación agrícola

CONACYT

Los productores micro y medianos de zonas agrícolas por lo general cuentan con poca infraestructura y recursos para ser competitivos, de allí que requieran de soluciones creativas y redituables.

Especialistas del **Centro de Investigación en Energía de la UNAM** han desarrollado una serie de secadores para distintos productos agrícolas a fin de otorgarles un valor agregado y aumentar su calidad e

higiene. Los sistemas operan con energía solar y se encuentra disponibles para la deshidratación de café con una capacidad de hasta 250 kilos al día, uno es para fruta y procesa 500 kilogramos al día, y otro se aplica a diversos granos, con capacidad de secar 200 kilogramos diariamente, asimismo, el Centro ofrece estudios de ingeniería básica y de desarrollo para adecuar ésta tecnología a los interesados.

Antibiótico mexicano combate bacteria cancerígena

Verónica Guerrero Mothelet

Un factor identificado como precursor del cáncer en estómago es la presencia de la bacteria *Helicobacter pylori*, asociada a un proceso de enfermedades crónicas que puede iniciarse con gastritis, convertirse en úlcera y culminar en cáncer. Aunque frecuentes en todo el mundo, estos padecimientos son más notorios en los países en desarrollo, porque se asocian a la desnutrición.

Se ha encontrado esta bacteria en un gran porcentaje de cánceres gastrointestinales, y se sabe que produce una serie de compuestos químicos que desencadenan la enfermedad a nivel celular, indica el **doctor en química Enrique Ángeles Anguiano, de la Facultad de Estudios Superiores de Cuautitlán de la Universidad Nacional Autónoma de México (FES-C)**.

Sin embargo, para su combate existe en el mercado un coctel terapéutico, que es una mezcla de tres compuestos entre los que figura el metronidazol, que según estudios realizados tanto por este grupo de investigación, como por otros

científicos internacionales, es una sustancia cancerígena. El problema es que en México se toma "en forma indiscriminada", apunta.

Frente a ello, existe un nuevo compuesto que podrá ayudar en la terapia contra la bacteria asociada al carcinoma del aparato digestivo. Se trata del antibiótico *LQM-996*, desarrollado por el Sistema de Investigación en Nuevos Principios Activos (SINPA), que es un grupo multidisciplinario de especialistas de diferentes instituciones nacionales como la FES-C, del Instituto y la Facultad de Química de la UNAM, así como del Centro de Investigación y Estudios Avanzados (Cinvestav), apoyados por investigadores de los hospitales Juárez e Infantil de México, de la Secretaría de Salud.

El antibiótico, señala Ángeles Anguiano, combate la *H. pylori* con un nivel de toxicidad muy bajo en comparación al metronidazol, y además ha demostrado ser de amplio espectro, porque tiene actividad contra la amiba, giardia, salmonella y hongos. Resultado de seis años de investigación,

esta sustancia activa ya aprobó la fase de estudios biológicos primarios y toxicológicos, y ahora se prepara para el inicio de las pruebas pre-clínicas y clínicas. Asimismo, su preparación puede realizarse en cualquier laboratorio con las condiciones mínimas de infraestructura.

Bajo el novedoso concepto de química médica, el SINPA fue fundado hace diez años por un grupo de investigadores, con la idea de generar nuevos medicamentos. "Sabemos que México es un país maquilador de la industria farmacéutica y el problema principal es que no existe la cultura dentro de nuestros cuadros científicos de crear medicamentos nuevos. Por ello, reunimos un grupo interdisciplinario con el fin de desarrollar nuevas moléculas análogas (similares desde el punto de vista químico), y que pudieran competir con las existentes en el mercado, reduciendo así la dependencia del país en la adquisición de fármacos", indica.

El Sistema cuenta también con la participación de estudiantes de licenciatura y postgrado, y está encargado de generar una red de líderes en tres áreas fundamentales de la química médica. La primera corresponde al diseño molecular con el uso de software especializado y de computadoras, incluyendo la supercomputadora de la UNAM, que es una de las más importantes de Latinoamérica. "Nuestro grupo --refiere-- utiliza la misma tecnología que se usa en Europa o Estados Unidos para desarrollar este tipo de fármacos".

La segunda área implica la síntesis química de los principios activos, incluyendo la purificación e identificación estructural, y en la última es donde

se concluyen los estudios de eficacia, como el análisis de la actividad biológica (pruebas primarias y de nivel toxicológico efectuadas en modelos animales). Así, una vez que el compuesto se considera viable, prosigue la parte farmacéutica (estabilidad y forma, entre otras) y las fases pre-clínicas y clínicas. A lo anterior se suma un estudio preliminar que analiza la factibilidad económica del compuesto; es decir, que "sea un producto competitivo con los existentes en el mercado y realmente incida en un problema determinado de salud pública".

Otro de los estudios del SINPA se dirige al desarrollo de nuevos antihipertensivos, reconociendo que las enfermedades cardiovasculares son la primera causa de mortandad no sólo en México, sino también a nivel internacional. "En este momento disponemos de dos nuevas moléculas con actividad antihipertensiva", afirma el doctor Ángeles y confía en que el antibiótico contra la bacteria asociada al cáncer de estómago no sólo atraiga la atención de la industria farmacéutica, sino que surja interés en "participar en la consolidación de los proyectos", puesto que está por iniciarse la fase que requiere mayor inversión de recursos. Incluso, ya sostienen conversaciones con un laboratorio nacional, pero "no nos cerramos a platicar con alguien más".

De obtener los recursos, el *LQM-996* estaría listo para comercializarse en dos años, y sin el capital requerido, podría tardar el doble de tiempo. "Pretendemos que sea la industria la que se dedique a la comercialización, y que la UNAM reciba los beneficios que le correspondan, para invertirlos en más investigación".

FOLIO 101

Ciencia y Tecnología

¡A la salud del agave!

Verónica Guerrero Mothelet

Uno de los paisajes más identificados con México es el de un campo donde azulean los plantíos del famoso agave *Tequilana Weber*, el único del que se puede producir auténtico tequila. En la destilación de esta bebida, cuya popularidad ha conquistado a parte del mundo, se utiliza una tecnología ancestral que se ha mantenido cuando menos a lo largo de un siglo en el estado de Jalisco.

Sin embargo, en los últimos años el mercado tequilero se ha visto sujeto a presiones, porque la demanda ha exigido una sobreproducción, y por problemas relacionados con enfermedades del

agave. A ello se suma el desconocimiento general en el país de condiciones que aseguren su producción sostenida, a partir de las propiedades, funciones y atributos de la planta, para facilitar su transformación por medio de las tecnologías adecuadas.

Esta problemática preocupó a la empresa vinícola Domecq, propietaria de la tequilera Sauza y, en primera instancia, con el ánimo de aprovechar la oferta de estímulos fiscales del gobierno federal para deducir hasta 30 por ciento de los recursos invertidos en el desarrollo de proyectos de investigación, se acercó a la Universidad Nacional

Autónoma de México (UNAM). A partir de enero de 2001, la **Coordinación de la Investigación Científica (CIC-UNAM)** colaboró con la empresa en la estructuración de una serie de proyectos en diferentes campos, "hasta llegar a enfocarnos a los temas relacionados con el tequila", explica el ingeniero Eduardo Vallado Moreno, director corporativo de Operaciones de Producción en Domecq.

El ingeniero Vallado Moreno precisa que la decisión partió de la crisis actual en la disponibilidad del agave, lo que hace necesario contar con información técnica para aprovechar al máximo las plantas existentes. Asimismo, agrega, "uno de los efectos paralelos que buscamos es, además de ser más eficientes, mejorar la calidad de nuestros productos a través del conocimiento técnico".

Finalmente, el pasado 6 de marzo, ambas partes firmaron el convenio general de un macroproyecto de dos años, con la inversión de 63 millones de pesos por parte de Domecq. De esta forma, 16 equipos científicos de la UNAM emprenderán acciones específicas de investigación y desarrollo tecnológico para responder a los requerimientos de la empresa.

Si bien la Universidad Nacional ha participado en numerosos proyectos con el sector privado, éste es el primero de tan grande magnitud, en el que también sobresale la forma organizada e integral de aprovechar las mejores capacidades de la UNAM. Básicamente, refiere el ingeniero Rafael Ayala Magdaleno, director de Aseguramiento de Calidad y Desarrollo de nuevos productos en Domecq, la empresa recopiló las ideas del personal técnico de sus diferentes plantas, llevándolas ante la CIC. A partir de éstas, la CIC reunió propuestas de investigación que presentaron científicos de varios campos de la UNAM, de donde Domecq seleccionó los 16 proyectos que más le interesaron para que se convirtieran en protocolos. Cada uno de éstos se asignó a un equipo de trabajo de la UNAM, con "investigadores de mucho prestigio como líderes de grupo", señala.

Para lograr esta integración multidisciplinaria, se estableció un grupo de enlace y planeación, a cargo del ingeniero Ayala Magdaleno en Domecq y **del doctor Sergio Estrada Orihuela, director para el Desarrollo de la Investigación de la Secretaría de Investigación y Desarrollo de la CIC-UNAM.** De igual forma, con fines de evaluación fue creada una comisión técnica por proyecto (que integran tres representantes de la UNAM por otros tantos de la empresa), que revisará cuando menos cada seis meses los avances, para así avalar los resultados de la investigación o, en su caso, modificar su rumbo. Si

surgiera alguna discrepancia entre los resultados entregados por el investigador y la comisión técnica, el ingeniero Ayala Magdaleno indica que existe una comisión de evaluación y seguimiento, cuyo presidente es integrante de la empresa, y que cuenta con el voto de calidad en casos de controversia.

En los 16 proyectos participan seis dependencias de la UNAM: los institutos de Geología, Biotecnología, Fisiología Celular, Química e Investigaciones Biomédicas, así como la Facultad de Química. El macroproyecto fue dividido en tres áreas de interés para la empresa, funciones del agave, su composición química y bioquímica y el aprovechamiento de los productos y subproductos de la planta.

El doctor Estrada Orihuela, de la UNAM, puntualiza que la primer área --funciones del agave-- abarca cinco proyectos e implica la aplicación de investigación básica para averiguar la organización de las moléculas que constituyen la estructura esencial del agave, desde la cutícula (la pequeña membrana delgada y transparente que cubre las pencas), hasta el estoma (el material conjuntivo que forma la trama fundamental de la planta), así como el estudio de sus factores de crecimiento, del efecto de las hormonas en su fisiología y de sus mecanismos de fijación de carbohidratos.

La importancia de este estudio básico radica en que una planta de agave tarda cinco años en madurar y ser útil para la producción, y durante ese tiempo se le deja crecer casi de manera silvestre, sin contribuir en su maduración. El conocimiento de sus características fisiológicas permitirá detectar qué tipo de moléculas facilitan el crecimiento en la planta y cómo funciona el proceso de permeabilidad desde la superficie misma de la penca del agave, lo que resulta útil para conocer si al proporcionarle hormonas vegetales de crecimiento, éstas podrán atravesar su cutícula.

En el área de las propiedades químicas y bioquímicas del agave, continúa el doctor Estrada Orihuela, se constituyeron seis proyectos, como el estudio de purificación y caracterización bioquímica de una enzima (proteína que promueve reacciones químicas) que interviene en el alargamiento de los azúcares utilizados en la producción del tequila. Otro proyecto busca identificar los procesos enzimáticos de que se vale la planta para crecer y desarrollarse, y uno más se dedica a estudiar la composición de los azúcares grandes presentes en el agave, que al romperse en el proceso de hidrólisis (desdoblamiento de un compuesto químico por la acción del agua) por calentamiento de la planta, dan lugar a la

aparición de los azúcares que otorgan el sabor característico al tequila.

Dentro de este grupo, uno de los proyectos más interesantes es el que se orienta a descubrir, con tecnología de muy alto nivel, la forma en que contribuyen los elementos naturales como el oxígeno y el bióxido de carbono a la formación de las moléculas esenciales del tequila, que pueden considerarse las huellas digitales moleculares de la planta, y resultan valiosas para conocer su autenticidad. Este método es "todavía más refinado que el de las huellas de ADN", indica el especialista de la UNAM, ya que al elaborar un mapa de los isótopos naturales (especie que pertenece a un mismo elemento químico pero tiene diferente masa atómica) de una especie viva, se puede saber cuáles son las moléculas que le dan origen, de tal suerte que permite asegurar la autenticidad del organismo a nivel atómico.

Se maneja también un método de detección espectroscópica (estudio de los espectros atómicos y moleculares), para analizar los compuestos orgánicos volátiles y semivolátiles que son de importancia fundamental en el aroma y composición de la bebida, ya que entre muchos otros aspectos, también le otorgan su huella olfatoria (*bouquet*).

Estas investigaciones permitirán ampliar nuestro conocimiento sobre la cantidad y naturaleza de los azúcares que se aprovechan para la producción de tequila. Por ejemplo, en la actualidad se obtienen del tallo de la planta (llamada piña), a pesar de que las pencas tienen también azúcares productores de esta bebida, sólo que ligados con otras moléculas de las que no se pueden liberar mediante el proceso tradicional de producción. Para ello, es indispensable conocer la manera en que están coaligadas las moléculas que sirven como materia prima del agave, que no son solamente los azúcares, ya que intervienen también otras más pequeñas, de naturaleza aromática. Lo importante es saber dónde se ubican, cómo están distribuidas y de qué forma aparecen a lo largo del desarrollo normal de la planta. Estas cuestiones se ignoran hasta ahora.

Finalmente, el último grupo --con cuatro proyectos-- se relaciona con el aprovechamiento de los productos y subproductos del agave, y buscará opciones tecnológicas concretas que hagan más eficientes los procesos de fermentación y destilado, mediante el empleo de levaduras utilizadas de manera natural, y del análisis en plantas piloto con que cuenta la UNAM en los institutos de Biotecnología de Cuernavaca y en el de Investigaciones Biomédicas, en el campus de Ciudad Universitaria.

El aprovechamiento de las pencas y de otras partes del agave es importante porque la planta no

sólo es útil para la producción de destilados, sino que existe una gran posibilidad de destinar los subproductos a muchos otros fines, y la información que de aquí se desprenda podrá ser comercializada por la empresa.

En términos generales, "Domecq está interesada en recibir conocimiento", resume el ingeniero Ayala Magdaleno. Esto incluye la información acerca de procesos como el de la propia fisiología de la planta, y entender aquellos factores que son críticos para la optimización de toda la cadena productiva del tequila, lo que permitirá transformar tales conocimientos en opciones tecnológicas específicas que beneficien su producción y aseguren la calidad del producto.

Una de las características esenciales del megaproyecto es que sus resultados se transformarán en patentes, de cuyo usufructo tendrá prioridad la empresa, siempre que exprese su intención de hacerlo en un plazo convenido por ambas partes. Si ésta decide que la información no es de interés patentable, los investigadores estarán en posibilidad de publicarla o difundirla con su autorización.

Estas y otras especificaciones están formalizadas en un convenio, mediante el cual Domecq otorga el capital que financiará el trabajo científico que requiere, y se asegura de la confidencialidad de los protocolos de investigación y de toda la información que de éstos surja, lo que cierra la posibilidad de que cualquier otra empresa del ramo, nacional o extranjera, haga uso de ella dentro de un plazo mínimo de cinco años.

En este tipo de proyectos, ambas partes resultan beneficiadas. La empresa, porque respalda sus requerimientos productivos y fortalece su competitividad, liderazgo y futuro desarrollo, y a la UNAM le permite abrir nuevas líneas de investigación que complementan las que ya posee. De igual forma, refleja la vocación de la universidad de buscar soluciones a los problemas de interés nacional mediante alianzas con empresas, elemento de gran valor estratégico para el desarrollo de la investigación aplicada y la innovación tecnológica. Esto implica un cambio necesario en la cultura empresarial, que debe convencerse de que las universidades son una respuesta a muchos de sus requerimientos, ya que hasta la fecha, la industria no invierte en investigación porque ignora lo que descubrió Domecq: que la investigación científica y tecnológica es un insumo esencial para su desarrollo.

La UNAM cuenta...

...concentrados en la CIC, con 26 institutos y centros de investigación y desarrollo que son

responsables de cerca de 50 por ciento de la producción científica nacional. En este año, 140 laboratorios universitarios de investigación, docencia y servicio preparan su proceso de acreditación y certificación de las principales normas nacionales e internacionales, para alentar la asociación natural entre grupos científicos de primer nivel y empresas interesadas en el cambio tecnológico.

El universo de las partículas elementales

Yolanda Rojas

En la época de Aristóteles, los hombres de ciencia creían que la materia estaba constituida por unidades indivisibles denominadas átomos; pero con el desarrollo de la física teórica, muchos siglos después se conoció que estos se componían de electrones y núcleos donde se hallaban protones.

No obstante, en 1932 y gracias a las investigaciones del físico inglés James Chadwick, se descubrió que el núcleo atómico contenía también al neutrón, lo que sentó la pauta para el posterior hallazgo de bloques de menores dimensiones (quarks dentro del protón y neutrinos compañeros del electrón), que ahora se conocen como partículas elementales.

De hecho, la teoría estándar sobre el Universo visible explica que toda la materia --de la que está hecho el ser humano y las cosas que le rodean-- se conforma de bloques constitutivos elementales (hadrones), a los que les corresponde un equivalente con propiedades opuestas; es decir, una antimateria. Empero, si existe realmente la antimateria ¿por qué no la observamos en la experiencia cotidiana?

Para responder a esta pregunta, especialistas de diversos países (incluyendo México) realizan experimentos con aceleradores lineales o circulares, a fin de hacer colisionar --a una gran velocidad-- núcleos atómicos, para estudiar las propiedades de las partículas elementales que se producen. En esas colisiones se generan densidades y temperaturas muy altas (plasmas), similares a las que se produjeron instantes después del *Big Bang*, indica en entrevista el **doctor Alejandro Ayala Mercado, del Instituto de Investigaciones Nucleares de la Universidad Nacional Autónoma de México (IIN-UNAM)**.

En su opinión, los aceleradores de partículas permiten reproducir, por tiempo muy breve (10 a la menos 22 segundos), algunas de las condiciones que, según se cree, ya no existen o sólo se

encuentran en lugares poco comunes, como los núcleos de las supernovas.

Durante el *Big Bang*, la materia y antimateria se produjeron en la misma cantidad, pero algo sucedió durante la evolución del Universo temprano, que hizo que la primera prevaleciera sobre la segunda. Ahora la interrogante es: ¿por qué el Universo temprano ha preferido la materia a la antimateria? La respuesta se desconoce, mas muchos hombres de ciencia piensan que la teoría estándar es un modelo incompleto. Este conjunto de postulados y ecuaciones describen la materia y sus interacciones fundamentales: fuerza gravitacional, electromagnética, débil y fuerte (las dos últimas actúan a nivel subatómico).

La razón por la que se realizan experimentos con aceleradores no es sólo para producir antimateria, sino estudiar las propiedades de los bloques constitutivos y sus interacciones, con el propósito de comprobar si las fuerzas de la naturaleza pueden ser variaciones de una sola. Frente a ello, "la investigación de partículas elementales, a través de una disciplina llamada física de plasmas relativistas, ayudará a confirmar o reestructurar las teorías sobre el origen y expansión del cosmos", añade el experto en física de altas energías.

Plasma relativista, singular estado de la materia

Se denomina materia a toda sustancia que tiene masa. En condiciones similares a las de la Tierra, la materia normalmente se presenta bajo tres formas físicas diferentes: sólido, líquido y gas.

El sólido, explica el doctor Alejandro Ayala Mercado, es un estado de agregación con alta densidad (concentración de masa en un espacio determinado), cuyos átomos guardan una posición fija entre sí, tomando la forma y volumen del recipiente que los contiene. En tanto un líquido, a

pesar de adoptar la forma del recipiente, los átomos no guardan una posición fija entre sí, por lo que usualmente no son tan densos. Y en el estado gaseoso, los átomos se mueven con tanta libertad que las densidades son regularmente bajas en condiciones normales.

Sin embargo, el científico expone que bajo condiciones extremas, la materia modifica su composición y propiedades, y se aleja de las leyes que describen el comportamiento de los sólidos, líquidos y gases. Tal es el caso de un plasma. Considerado el cuarto estado de la materia, los plasmas son muy abundantes en el Universo. Se trata de aglomerados de partículas en los cuales, a consecuencia de temperaturas y/o densidades extremadamente elevadas, los átomos se han visto despojados de su envoltura de electrones y coexisten con los núcleos atómicos en una fase de agitación intensa. El Sol es, de hecho, una enorme esfera de plasma en equilibrio térmico, lo cual significa que su temperatura simplemente refleja la energía producida por sus partículas en movimiento.

"No obstante, a este tipo de plasmas se les conoce como *no relativistas*, porque la masa de las más móviles de sus partículas (en este caso el electrón) es mucho mayor que su densidad y temperatura. En cambio, son *relativistas* cuando el fenómeno ocurre a la inversa.

Muestra de ello son las estrellas de neutrones, en las que los electrones se funden con los núcleos atómicos generando una alta densidad y temperatura debido a la fuerza de gravedad. Y este estado de la materia pudiera también presentarse en esos objetos oscuros y misteriosos llamados *agujeros negros*", explica.

En sus orígenes, continúa el doctor Ayala Mercado, el Universo era precisamente uno de estos plasmas relativistas. Había una alta cantidad de materia y energía en un volumen pequeño y, a consecuencia de ello, éste se expandió y atravesó por una serie de transiciones de fase (cambios bruscos en su estado de agregación) hasta ocasionar el *Big Bang*, que creó la materia y antimateria responsables de la formación de galaxias y sistemas planetarios.

Una sopa de quarks

La primera demostración experimental de antimateria se produjo en 1965, en el instituto estadounidense Brookhaven, en donde al ser bombardeado un *blanco* de berilio, los científicos obtuvieron combinaciones de protones y antiprotones, así como de neutrones y antineutrones. Desde entonces, "ningún físico pone en duda que la antimateria existe, aunque se haya producido y almacenado en el laboratorio

mediante el uso de aceleradores de partículas", refiere el investigador del IIN-UNAM.

Actualmente, la forma más práctica, pero no menos complicada, de producir antimateria, es colisionando núcleos atómicos a altas velocidades, y estas colisiones permiten estudiar de manera indirecta los constituyentes fundamentales de los que están hechos los protones y neutrones; es decir, sus quarks (que miden 10 a la menos 14 metros: 0.00000000000001 m), en condiciones extremas de temperatura y densidad, como las presentadas en los plasmas relativistas.

El doctor Alejandro Ayala apunta que los núcleos de protones y neutrones están constituidos por tres quarks, ligados entre sí por otras partículas llamadas gluones, y de acuerdo con la cromodinámica cuántica (teoría que describe su propiedad de confinamiento), estas partículas no pueden existir separadas, pues si se tratan de aislar, la energía entre ellas aumenta a tal grado que unas a otras se colisionan hasta producir del vacío quarks y antiquarks.

"Dicho fenómeno no se observa directamente, empero se sabe de él porque la teoría tiene un poder predictivo muy grande. Pero, también predice que si dos núcleo atómicos se hacen colisionar a altas velocidades, la densidad y temperatura serán tan elevadas que se podrán producir quarks libres dentro del volumen de la reacción. A ello se le conoce como *sopa* de quarks, y es un aspecto de la cromodinámica cuántica que aun falta por comprobar experimentalmente", señala.

Para resolver este dilema, expertos de Alemania, Estados Unidos, Francia, Gran Bretaña, Italia y México, entre otros, estudian el fenómeno permanentemente en Brookhaven y el europeo Centro de Altas Energías (Cern), dos de los laboratorios de investigación de partículas elementales más importantes del mundo.

En éste último, los científicos construyen un acelerador circular que mide 27 kilómetros y está enterrado en un túnel a 100 metros de profundidad, que será el más potente y contará con un presupuesto anual de 700 millones de dólares. Se trata del Gran Colisionador de Hadrones (LHC), que entrará en función en el año 2006.

Finalmente, el doctor Alejandro Ayala participa en el macroproyecto mexicano *Iniciativa Científica del Milenio: Física de Altas Energías*, una investigación encabezada por el Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados (Cinvestav), cuyo fin no sólo es impulsar el conocimiento de esta ciencia en el país, sino

construir partes del detector ALICE, uno de los cuatro detectores a operar en el LHC, que servirá para estudiar la física de iones pesados relativistas. El proyecto durará hoy está en su segunda fase dos años y es financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), con la suma aproximada de un millón y medio de dólares.

"Más que producir desarrollos tecnológicos, una ventaja de estudiar la ciencia básica es la formación de recursos humanos especializados, para que a futuro podamos competir en esta área del conocimiento. En la UNAM estamos a la vanguardia, pues desde que se cultivó hace 25 años la física de altas energías, nuestra planta de investigadores ha hecho notables aportaciones, como una cota teórica que se contrapone a la predicción del modelo estándar, de que los neutrinos carecen de masa", concluye.

FOLIO 103

Ciencia y Tecnología

Nuevo auricular para problemas de sordera

Eduardo González

El oído es un sentido que jamás descansa, pues siempre está disponible para enviar información aun cuando la persona esté dormida. Pero quienes padecen alguna deficiencia en él, se enfrentan al aislamiento.

Durante más de tres años la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) ha llevado a cabo un programa para el diseño de sistemas de ayuda auditiva y los especialistas que en él colaboran desarrollaron un auricular cuyo precio no supera los 400 pesos. El equipo desarrollado es una *ayuda auditiva de caja*, se le llama así porque consiste en una pequeña caja (que se ubica en el cinturón) donde se aloja completamente la electrónica (incluido el micrófono), y sólo hay un cable que lleva la señal al audífono.

Este dispositivo desarrolla una ganancia de 50 dolby de presión sonora, adecuada para personas cuya sordera (hipoacusia) es de grado medio, y se prevé que dentro de seis meses llegue a su fase final de pruebas.

El maestro Miguel Ángel Bañuelos Saucedo, investigador del Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico de la UNAM, apunta que esta propuesta es una alternativa apegada a la realidad que vive el país, pues diseños más avanzados pueden costar hasta 25 mil pesos.

Agrega que a mediados de 1999 fue designado para dirigir el proyecto de ayuda auditiva, y al evaluar los prototipos que ya existían: "los deseché porque no cumplían los objetivos del programa, sobre todo en cuanto a funcionamiento".

Lo único que conservó fue el concepto original del diseño compuesto por un micrófono, un preamplificador con control automático de ganancia, ecualizador de tres bandas, amplificador de potencia, y el audífono.

Un punto que resalta el entrevistado es que desde el principio se planteó un sistema de bajo consumo eléctrico, y que empleara una fuente de energía fácil de adquirir. Bañuelos Saucedo expone que en zonas urbanas es fácil conseguir diversos tipos de baterías, no así en regiones apartadas. De allí que optó por la utilización de pilas doble "A".

Una vez seleccionada la totalidad de los componentes, los especialistas realizaron en computadora una simulación del dispositivo, y al obtener resultados satisfactorios, decidieron construir un primer prototipo. El mismo fue ensayado en junio del 2000 en el Laboratorio de Audiología del Instituto Nacional de Pediatría. Desafortunadamente, la respuesta real demostró que no operaba de manera adecuada, porque le daba más potencia (ganancia) a los tonos graves que agudos.

Ante ello, a principios del 2001 y apoyados por el Laboratorio de Acústica de la UNAM, determinaron que el problema radicaba en la metodología para probar su rendimiento. Además, por recomendación de los especialistas se cambió el ecualizador de tres bandas por uno de cuatro, debido a que la sordera no es igual en todas las personas, pues algunas pueden escuchar más los tonos agudos que los graves y viceversa. Tal modificación otorgó al dispositivo un mayor espectro de aplicaciones.

La nueva versión del auricular fue sometida a algunas evaluaciones bajo normas internacionales, las cuales aprobó de manera exitosa.

El maestro Bañuelos Saucedo señala que falta por concluir el diseño final de la caja donde se albergarán los circuitos, y posteriormente una evaluación clínica en pacientes para realizar las modificaciones necesarias.

FOLIO 104
Ciencia y Tecnología

¿Qué oculta la pirámide del sol?

Yolanda Rojas

Durante los años sesenta el doctor estadounidense Luis W. Álvarez, premio *Nobel* de Física y coautor de la teoría que explica la extinción de los dinosaurios, diseñó un detector de muones (un tipo de radiación cósmica) que fue probado, por primera vez, en el subsuelo de la pirámide de Kefrén, en Ghiza, Egipto, a fin de descubrir uno de sus más grandes secretos: la existencia de túneles o cámaras funerarias.

El científico tuvo algunos problemas para realizar mediciones a la pirámide porque su trabajo coincidió con una de las guerras en la región, obligándolo a terminar antes de tiempo. No obstante, los cálculos sobre estas radiaciones se realizaron con éxito en la Universidad estadounidense de Berkeley --donde trabajaba-- y los primeros resultados se publicaron en 1975 en la revista *Science*, concluyendo que no existían cámaras escondidas bajo ella. El principio teórico del aparato atrajo la atención de muchos físicos a nivel internacional, pero pocos se atrevieron a usarlo nuevamente.

Sin embargo, un grupo de científicos de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) retomó la idea del afamado investigador, para desarrollar un nuevo detector de muones con el propósito de determinar si hay o no cámaras ocultas en la pirámide del Sol, ubicada en la ciudad prehispánica de Teotihuacan.

La investigación busca poner a prueba la hipótesis de que los teotihuacanos estaban regidos por cuatro gobernadores (y no uno como hasta ahora se piensa) de rango sacerdotal, que quizá fueron enterrados bajo la gran pirámide construida en honor de Tláloc, dios estatal del agua y la fertilidad. Asimismo, plantea el uso de "nuevas" tecnologías con objeto de revolucionar las técnicas de búsqueda y exploración de tesoros escondidos, al anticipar el sitio donde habrá de excavar sin peligro de dañar el patrimonio arqueológico.

El proyecto durará un año a partir de enero del 2003 y es financiado por la Coordinación de la Investigación Científica y la Dirección General de

Asuntos del Personal Académico de la UNAM, así como por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología con un presupuesto global cercano a los cinco millones de pesos.

La responsable de los aspectos arqueológicos es la **doctora Linda Manzanilla Naim, del Instituto de Investigaciones Antropológicas (IIA)**, mientras que los **doctores Arturo Menchaca Rocha y Matías Moreno Yntriago, del Instituto de Física (IF)**, encabezan el grupo responsable de realizar el experimento, en el que también participan los doctores Rubén Alfaro, Ernesto Belmont y Arnulfo Martínez del IFE, entre otros estudiantes y técnicos.

Una muografía piramidal

Para entender qué tipo de fuerza mantiene unidos a los protones y neutrones dentro del núcleo atómico, en 1930 el físico japonés Hidekei Yukawa predijo la existencia de piones (quarks), responsables de esa fuerte interacción. En su búsqueda, los científicos de la época estudiaron las radiaciones cósmicas en la atmósfera, y en 1935 encontraron unas partículas de masa (205 veces la del electrón) muy parecidas a las que describía Yukawa: los muones, sumamente veloces y penetrantes.

Por sus características, los muones no pueden vivir dentro de los núcleos atómicos, así que fueron clasificados dentro de la familia de leptones (electrones y neutrinos), que son partículas elementales con interacciones electromagnéticas o débiles. "Los rayos cósmicos están formados por protones que, al incidir sobre las capas superiores de la atmósfera terrestre, chocan entre sí originando quarks inestables en desintegración. Los muones nacen entonces de forma natural y espontánea por el *decaimiento* de los piones", explica en entrevista el doctor Matías Moreno, director del IF-UNAM.

La vida media del muón es de una millonésima de segundo y la del pión es cien veces más pequeña, pero gracias a que el primero se produce en ambientes muy energéticos y no posee

interacciones fuertes, es capaz de viajar grandes distancias y penetrar cientos de metros sobre roca sólida mejor que el electrón. De hecho, cada segundo la Tierra es bañada por muones que atraviesan la materia sin efecto perjudicial.

Cuando ingresan a la atmósfera, estas reminiscencias de piones van perdiendo energía porque chocan a su vez con otro tipo de partículas y, al entrar en contacto con un material sólido, éste las absorbe dejando un buen número de ellas (*decaen* en electrones y neutrinos) atrapadas en su masa. Si dentro del material hubiese una cavidad, los muones pasarían fácilmente siguiendo su trayectoria. El fenómeno es exactamente igual al que ocurre cuando se toma una placa de rayos X: se exponen las partes densas (huesos) y sobrexponen las blandas o huecas.

Por este motivo, "aprovecharemos sus propiedades para hacer una muografía (radiografía de muones) de la pirámide del Sol, permitiéndonos localizar túneles o tumbas que los arqueólogos no detectaron en un principio. La razón por la que no usamos rayos X es que penetran pocos metros sobre la materia", afirma el especialista.

Entonces, ¿cómo se hace una muografía sin placas fotográficas? El doctor Arturo Menchaca Rocha, investigador del IF, explica que para ello desarrollaron un detector de muones, que es una cámara electrónica de 80x80 centímetros parecida a un salterio, cuyos alambres (distribuidos en dos ejes, uno X y otro Y separados a una distancia entre dos y cuatro milímetros) gasificados en argón y sometidos a alto voltaje, revelarán las coordenadas del lugar exacto donde cayeron las partículas, así como su dirección.

La cámara --continúa-- también está dotada de un dispositivo con centelladores o disparadores colocados en dos niveles: el primero, anuncia el paso de un muón cargado y el segundo lo confirma. Una vez recolectados, la información se registra en una computadora a fin de reproducir sus trayectorias en mapa geográfico, y estos datos se comparan con simulaciones numéricas previamente realizadas por el grupo de investigadores del doctor Matías Moreno.

Se trata de un modelo tridimensional de la pirámide del Sol, que simula su estructura arquitectónica (menos de 70 metros de alto) y divide en planos cada centímetro cúbico, con objeto de contabilizar un número aproximado de partículas en cada una de sus caras, obteniendo así una imagen estereoscópica. Mediante este modelo, los científicos esperan recibir alrededor de un millón de muones, con una resolución angular de menos de un grado en cada dirección.

"La piedra de la pirámide absorbe un número de esas partículas y la cantidad atrapada es justamente proporcional al espesor del material que atraviesan. Si de algún lugar de ella llegan más muones de los esperados, significará que a ese pedazo le falta material o está hueco, y es precisamente lo que deseamos saber", apunta Menchaca Rocha.

En el subsuelo

A diferencia de los recintos que integran el conjunto arquitectónico de Teotihuacan, la pirámide del Sol no se levantó sobre otras construcciones, sino que fue edificada en una sola pieza durante un periodo de 80 años. Asimismo, muy pocos saben que se hizo sobre una mina de tezontle localizada a 15 metros de profundidad, en la cual los científicos del Instituto de Investigaciones Antropológicas suponen están alojados los restos de cuatro jefes estatales.

La doctora Linda Manzanilla, quien realiza estudios en el palacio de Xalla, al norte del monumento, cree que los mexicas no tenían dinastías únicas sino un cogobierno; es decir, un mandato corporativo de cuatro jefes sacerdotales que decidían sobre el régimen teotihuacano. Así, no era fácil que otra dinastía perpetrara un golpe de Estado o que el rey fuese capturado por el enemigo.

Indica que la pirámide del Sol fue la primer gran obra sagrada construida en honor del dios estatal Tláloc, de ahí que los mexicas lo tomaran como sitio ideológico y de sumo poder, destinado a albergar las cámaras funerarias de los gobernadores.

En ese sentido, los físicos aprovecharán el túnel de la mina para instalar un pequeño laboratorio donde estará colocado, además del detector de muones, un sistema de ventilación, termómetros y cableado eléctrico, con el propósito de no alterar las condiciones de temperatura y humedad natural del subsuelo, así como de la tecnología empleada en el experimento. La primera fase de la investigación ya cuenta con el permiso del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), pero de encontrarse cámaras ocultas en el lugar, se requerirá autorización para la excavación arqueológica.

"Si al término del proyecto (que ya ha generado el entusiasmo de otros estudiosos a nivel internacional) todo resulta favorable, el detector no sólo podrá usarse en estudios similares con otras pirámides del país, como la de Cholula, Puebla, sino permitirá formar recursos humanos en técnicas hasta ahora desconocidas en México", concluye la doctora Manzanilla Naim.

Estudian en niños los trastornos postraumáticos

Héctor Vera

Muchas veces, la vida de una persona puede verse seriamente afectada después de sufrir una experiencia extrema, como ser víctima de una catástrofe natural o padecer actos de violencia. Aunque las afectaciones no sean físicas, es posible que la persona presente cambios no deseados en su conducta; puede ver alteradas sus relaciones personales, modificar sus hábitos o sentir fuertes episodios de angustia. Dichas alteraciones se conocen con el nombre de trastornos por estrés postraumático, y recientemente comienzan a estudiarse en niños y adolescentes. Estas perturbaciones las causan situaciones "horribles y espantosas" (también llamadas estresoras), según lo tipifica el manual de la Asociación Psiquiátrica Americana. Se trata de una de las pocas disfunciones provocadas por un hecho particular que le sucedió a un individuo o del cual escuchó. También llega a encontrarse en las personas que atienden a víctimas de desastres, como puede ser el personal médico y de emergencia.

En México, este tipo de alteraciones en niños y adolescentes ha sido analizado por la doctora Laura Hernández Guzmán, investigadora de la Facultad de Psicología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM-P). En entrevista, explica que los estudios han demostrado que, a pesar de que la afección es provocada por una situación especial, hay ciertas características particulares en la historia de las personas que la sufren, pues no todos los individuos que pasan por una situación "horrible y espantosa" padecen trastornos por estrés postraumático. "Hay personas más sensibles que otras ante las situaciones estresoras, por lo que hechos causantes de fuertes desórdenes en una serán prácticamente insignificantes para otra", añade.

Según los estudios realizados, aproximadamente 30 por ciento de la población que ha sobrevivido a un desastre presenta estrés postraumático. Al comparar a quienes lo sufren con los que no, se encontró que las historias de los primeros registraban ciertas particularidades, como violencia familiar o problemas de relación con los padres, lo que al parecer las hace más vulnerables. Los efectos de una guerra

Típicamente, la psicología había documentado los efectos en los soldados que, al regresar de una guerra, comenzaban a sufrir una serie de

alteraciones en su conducta, como recuerdos muy vívidos de los eventos bélicos o dificultades para dormir. Posteriormente, se estudiaron los cambios que sufrían las personas tras verse expuestas a desastres naturales o acciones humanas violentas.

Los estudios de Hernández Guzmán --quien obtuvo su doctorado en Desarrollo Humano y Psicología Infantil en la Universidad de Kansas-- comenzaron tras los sismos de septiembre de 1985 en la ciudad de México, aunque en aquel momento no existía la denominación de estrés postraumático, pues el término se acuñó recientemente. En niños y adolescentes, es aún más nuevo, pues se creía que sólo los adultos sufrían este tipo de desórdenes, pero comenzó a documentarse después que los infantes se veían expuestos a inundaciones, terremotos u otras catástrofes naturales, y también en casos como tiroteos en escuelas, asaltos o accidentes.

Los síntomas manifestados en los adultos son diferentes a los que se observan en niños y adolescentes. En los infantes ocurren a menudo problemas relacionados con el sueño (como tener miedo a dormir), que son más numerosos que en personas mayores. También hay regresiones a etapas anteriores de sus vidas, como es el caso de menores que vuelven a chuparse el dedo, o que muestran deseos de utilizar biberón.

La doctora Hernández Guzmán señala que también hay diferencias en la forma en que se evocan las situaciones que provocaron el trastorno. En los adultos predominan los recuerdos persistentes e intrusivos del acontecimiento; en el caso de los niños, lo que se presenta son juegos, que tienen como tema a los propios sucesos traumáticos, sin recordar con precisión lo que ocurrió. Por ejemplo, cuando en 1999 la especialista y su equipo realizó una intervención en comunidades rurales de Hidalgo, observaron a niños que jugaban "a la inundación". Los pequeños se divertían con agua y hacían representaciones de animales muertos arrastrados por la corriente.

Las manifestaciones de los desórdenes por estrés postraumático en los menores son variadas e interfieren en su vida normal. Las más de las veces se presenta una disminución en el rendimiento académico. También puede haber

depresión, falta de apetito, problemas para dormir e incontinencia urinaria nocturna. De la misma forma, se ha detectado que niños antes comunicativos con sus padres se vuelven callados. Por estas razones, es frecuente que surjan conflictos familiares en su entorno.

La especialista precisa que es posible distinguir entre dos tipos de trastorno por estrés postraumático: el primero es producido por un sólo evento estresor, y en el segundo son varios los sucesos causantes de las alteraciones, aunque este último es más frecuente en adultos.

Parte de las investigaciones de la doctora Hernández Guzmán han consistido en corregir una serie de carencias en la tipificación y evaluación de estas disfunciones, lo que llevó a desarrollar una serie de instrumentos para identificarlas y distinguir las, y que actualmente son aplicados a la población en general y en hospitales psiquiátricos, para hacer contrastes y

mejorarlos. Igualmente, se evalúan las intervenciones psicológicas encaminadas a resolver e incluso prevenir los problemas producidos por dichos trastornos.

Otro de los quehaceres de la investigación es someter a prueba los tratamientos para la solución de problemas causados por estrés postraumático. Estas intervenciones han tenido un éxito considerable. Ante la falta de recursos, el trabajo que la doctora Hernández y su equipo realiza en comunidades azotadas por un desastre se limita a estancias de dos o tres semanas, lo que impide trabajar con los niños afectados en forma individual. Así, las intervenciones se efectúan en forma grupal y en un número limitado de sesiones, dirigidas específicamente a tratar el problema. Las sesiones están particularmente diseñadas para los niños; se trabaja por medio de juegos y se han logrado resultados positivos al reducir los síntomas de manera significativa, y alcanzando importantes mejoras clínicas.

FOLIO 106
Ciencia y Tecnología

Tecnología de la UNAM protege ductos marinos

Efrén Echeverría Rubio

Desde la antigüedad los océanos no sólo han sido una de las últimas fronteras por dominar, sino una fuente importante de recursos naturales cuyo aprovechamiento permite a las naciones un desarrollo político, económico y social. Sin embargo, para explotar con éxito la riqueza marina, se requiere de tecnología fabricada con acero, material al que continuamente se busca proteger de la corrosión (destrucción gradual por agentes químicos) causada por el agua salada de mar, que es un medio extremadamente hostil para cualquier industria.

Por ejemplo, para evitar el deterioro de la sofisticada red de tubos de acero empleados en la extracción y transporte de petróleo, se han desarrollado variadas tecnologías. Una de las más usadas es la protección catódica por ánodos denominados de *sacrificio*, los cuales son de una aleación de aluminio que, cuando están conectados eléctricamente y sumergidos en el mar, evitan la corrosión. Aunque efectiva, esta tecnología presenta serias desventajas, ya que algunos componentes usados en las aleaciones contaminan el medio marino al liberar sustancias muy tóxicas; en cambio, existen otras opciones,

más amables con el ambiente, pero sus elevados precios limitan enormemente la demanda.

Ante esta problemática, científicos de la **Facultad de Química y del Instituto de Investigación en Materiales de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM-FQ)**, dirigidos por los **doctores Julio Alberto Juárez Islas y Juan Genescá Llongueras**, desarrollaron ánodos de aluminio combinados con magnesio que, a diferencia de los comerciales, son más económicos y no contaminan.

Batalla contra la corrosión

La protección catódica con ánodos se rige por principios electroquímicos, como en una batería común; es decir, existen dos conductores de corriente eléctrica: uno de carga negativa (ánodo) porque emite o pierde sus electrones, y otro de carga positiva (cátodo) que los recibe, explica el doctor Genescá Llongueras.

En una tubería de acero se instalan ánodos de *sacrificio* en forma de anillos y a distancias proporcionales, siendo el aluminio el material que se desgasta y oxida porque cede sus electrones;

mientras que el acero detiene su proceso de destrucción al compensar la pérdida de los suyos con los del aluminio. Además de anillos, otra opción es situar el ánodo en un contenedor cercano conectado mediante cableado a la estructura que se quiera resguardar.

Para que funcione como ánodo, el aluminio debe estar aleado siempre con cinco por ciento de zinc y en menor proporción con otro metal llamado activador, ya que sin esta mezcla se le forma una capa de óxido que impide su corrosión (se pasiva), no cede electrones y, por tanto, tampoco protege a la estructura de acero. "La aleación con otros metales le permite romper esa capa y posibilita el libre flujo de cargas eléctricas", señala el investigador.

Entre los elementos más utilizados para evitar la pasivación del aluminio se encuentra al zinc combinado con algunos metales activadores como estaño, que hoy ha sido desplazado por materiales con mejores características de protección. Por ejemplo, el mercurio combinado con aluminio tiene excelentes resultados en términos operativos, pero pésimos en el plano ecológico, pues produce sustancias altamente tóxicas. Incluso, su utilización ha sido prohibida en muchos países. En cambio, las aleaciones con indio o calcio muestran alta efectividad en

protección y limpieza del ambiente, pero sus elevados costos limitan un uso generalizado.

El doctor Julio Alberto Juárez Islas refiere que tras cuatro años de investigación con diversas aleaciones, finalmente el magnesio resultó una opción muy limpia con el ambiente, pero con baja eficiencia, por lo que para aumentársela decidieron someterlo a un tratamiento térmico en una atmósfera controlada de gas nitrógeno, debido a la alta reactividad del magnesio en este punto del proceso.

Como resultado de estos trabajos lograron que la aleación de aluminio, zinc y magnesio alcanzara eficiencias cercanas al 90 por ciento contra la corrosión --desempeño menor al de las marcas comerciales, pero que se ve compensado con una completa protección al entorno acuático--, pues al disolverse produce sales idénticas a las del mar (hidróxidos de magnesio y de zinc), afirma.

Actualmente las pruebas se realizan fuera de laboratorio con buenos resultados, y directivos de Petróleos Mexicanos (empresa con más de 50 mil kilómetros de ductos enterrados y sumergidos) han manifestado interés en este desarrollo tecnológico, financiado con recursos del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, así como de la propia UNAM.

FOLIO 107
Ciencia y Tecnología

Tornan desecho de arroz en oportunidad comercial

Yolanda Rojas

A diferencia de la cascarilla de trigo o salvado, cuya fibra es saludable para el aparato digestivo, la del arroz no es comestible, por su alto contenido de sílice. Este sólido cristalino, también conocido como dióxido de silicio, se encuentra en distintas especies de minerales como el cuarzo, y es el componente principal de la arena. Al fundirse con otros óxidos metálicos, genera diferentes variedades de vidrio y se utiliza en la fabricación de cementos y materiales cerámicos.

Por esta característica, la cascarilla del arroz tiene aplicaciones limitadas: en Estados Unidos no puede emplearse más de cinco por ciento en la alimentación de animales, y en México también se aprovecha en muy baja proporción con ese fin. Aunque a veces se maneja como combustible, es un material totalmente inadecuado para este uso, porque presenta una elevada resistencia al fuego. Es así que la cascarilla del arroz, que forma la

tercera parte de las cosechas, por lo general se convierte en basura.

Según el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (Inegi), el año pasado la producción mexicana de arroz fue mayor de 404 mil toneladas, y su cifra de desechos se calculó en 110 mil toneladas aproximadamente, refiere el **doctor Víctor Manuel Castaño, director del Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada de la Universidad Nacional Autónoma de México (FATA-UNAM).**

Ante tal desperdicio, los investigadores de FATA decidieron convertir este problema de residuos agroindustriales en una oportunidad tecnológica, y desarrollaron un material aglomerado a base de cascarilla de arroz, que puede utilizarse para la fabricación de muebles, paneles, y otros artículos, aprovechando su bajo coeficiente de dilatación,

por lo que no se deforma con los cambios de temperatura.

Otra de sus virtudes es que presenta una fuerte resistencia a la mayoría de las sustancias químicas, y los científicos han comprobado que retarda la flama, a diferencia de los aglomerados de viruta de madera, que suelen propagarla. La cascarilla de arroz "es como una matriz de vidrio cavernosa y, cuando se le aplica fuego, esta cerámica protege la materia orgánica que lleva en su interior", explica el doctor Rogelio Rodríguez Talavera, investigador de FATA.

El material aglomerado que desarrollaron se compone en 90 por ciento de cascarilla, y el resto por una resina capaz de aglutinarla. La unión entre ambos elementos se realiza cuidadosamente, con la proporción exacta para que la resina cubra los pequeños intersticios entre las partículas de cascarilla, lo que se comprueba mediante microscopía electrónica. Asimismo, puede elaborarse con mayor o menor flexibilidad, y esta graduación no depende de la cantidad, sino del tipo de resina, señala el doctor Rodríguez Talavera. De igual forma, es posible darle diferentes texturas y colores, incluso un acabado tipo poliéster.

Sus aplicaciones son múltiples. "Pensamos, sobre todo, en mobiliario y paredes de auditorios, cines o edificios altos, donde acude mucha gente", detalla el investigador, ya que representa una seguridad por su bajo nivel de combustión. No obstante, ya que resiste humedad, impactos e intemperie, también es ideal para señalamientos en zonas costeras. "Tolera más que el aglomerado de madera: si pones aglomerado en agua, se hincha; éste no, y tampoco genera hongos porque está sellado", asegura el físico. Sirve igualmente como abrasivo natural, ya que su estructura incluye unos diminutos picos que se han utilizado con éxito para pulir y limpiar piezas metálicas.

Además, se puede hacer en forma similar al triplay, aunque sin sus problemas de degradación y polilla. O bien, como sustituto de corcho, para cabinas de transmisión o acústicas. México importa corcho, que se fabrica con la corteza del abedul y es muy costoso. "El corcho --indica el doctor Rodríguez Talavera-- tiene una propiedad acústica específica que no es posible modificar, pero que en este material puede diseñarse según las necesidades".

Esta innovación tiene el potencial de crear toda una nueva industria, con la participación de empresas interesadas, por medio de convenios. De hecho, "México podría importar cascarilla de arroz prácticamente sin costo, puesto que se trata de un desperdicio, y convertirla en productos elaborados con un alto valor agregado", opina el investigador. Es un ejemplo de que se puede aprovechar lo que otros desechan para crear materiales con tecnología de punta.

En la actualidad, otros productos generados en FATA ya han sido comercializados con éxito por la iniciativa privada. "Una cultura que tenemos que desarrollar en México --señala el doctor Víctor Manuel Castaño-- es la de incluir a la UNAM y a la ciencia directamente en el proceso productivo; que los empresarios vean como una oportunidad de negocio lo que se hace en el país, porque la única defensa contra la competencia es la innovación", concluye el director de FATA.

Privilegiar la inventiva

El Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada (FATA) es un grupo único en México, porque a partir de la investigación básica, lleva una idea científica abstracta hasta su consumación, trabajando en todas las etapas que permiten transformarla en productos comerciales. Este centro tiene una historia larga, que comenzó con la creación del Departamento de Física Aplicada y Tecnología Avanzada, perteneciente al Instituto de Física de la UNAM, en 1991. En abril de este año fue promovido a la categoría de centro de investigación, y ahora depende directamente de la Coordinación de la Investigación Científica (CIC-UNAM).

En términos muy amplios, FATA se dedica a efectuar estudios en Ingeniería Molecular de Materiales (diseño de materiales con un enfoque micromolecular), lo que ha dado como resultado productos como su famosa pintura *antigrafitti*, así como investigaciones nanotecnológicas y de instrumentación en general.

Es también uno de los centros más productivos del país desde el punto de vista académico, con un promedio de más de cuatro estudiantes por investigador y, al privilegiar la inventiva, constantemente genera desarrollos tecnológicos novedosos que le han valido reconocimientos internacionales.

Biotecnología en México: promesa y desafío

Verónica Guerrero Mothelet

La transferencia de genes como resultado de una cruce sexual entre organismos de la misma especie ha sido la norma a lo largo de la evolución, salvo excepciones como la documentada en la secuencia del genoma humano, donde se encontraron genes provenientes de microorganismos que --se piensa-- fueron adquiridos por transferencia horizontal (de una especie a otra).

A partir del desarrollo de la ingeniería genética, en los años 70, la manipulación, transferencia y combinación de genes en laboratorio formaron la base de una nueva disciplina, la biotecnología, con la que hoy es posible introducir en un espécimen --mediante herramientas genéticas, bioquímicas y moleculares-- cualquier gen de una especie distinta. Al producto de estas nuevas cruces se les conoce como organismos genéticamente modificados (OGM), o transgénicos.

Su aplicación en animales y plantas ha suscitado una gran controversia social; ya que al ser una técnica novedosa, aún no se definen con precisión los efectos que pudiera causar a la ecología o salud humana. Por otra parte, entre sus promesas está la posibilidad de aliviar el hambre, desnutrición y enfermedades, así como mejorar la conservación del ambiente. Dicho potencial plantea importantes cuestiones económicas, éticas e incluso jurídicas, que deben abordarse desde una perspectiva objetiva e informada.

Ante la inminente necesidad de reglamentar este delicado asunto en México, la Comisión de Ciencia y Tecnología de la Cámara de Senadores, representada por el senador Rodimiro Amaya Téllez, convocó al *Seminario de Biotecnología y Legislación*, organizado junto con la Comisión correspondiente de la Cámara de Diputados, Academia Mexicana de Ciencias, y la Dirección de Estudios de Postgrado de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Con objeto de obtener una visión panorámica sobre el tema y los avances recientes de la biotecnología en el país, que introdujera elementos de juicio para valorar todos los aspectos y aplicarlos a la legislación en la materia, especialistas de los institutos de Fisiología Celular (IFC), Biotecnología (IBT), Investigaciones Sociales (IIS), Investigaciones Jurídicas (IJ), e

Investigaciones Filosóficas (IIF), de las facultades de Filosofía y Letras y de Ciencias de la UNAM; así como de Chapingo, CINVESTAV Irapuato, y un científico mexicano invitado --adscrito a la Universidad de California en Berkeley, Estados Unidos--, sintetizaron 30 años de indagaciones y hallazgos en este campo.

Tras una introducción a la ingeniería genética, técnicas de ADN recombinante y organismos transgénicos, explicaron las ventajas y riesgos de la investigación y uso de los OGM, así como el impacto social de la biotecnología y la necesidad de disponer opciones para reglamentar su aplicación en México. A pesar de existir posiciones discrepantes --con diversos matices-- en cuanto a su uso, afirmaron en forma unánime que es impostergable legislar el tema, de manera que se promueva la investigación y vigile su desarrollo y aplicaciones, con énfasis en la bioseguridad para garantizar la protección del ambiente, biodiversidad, salud humana y sanidad vegetal y animal.

Entre las recomendaciones jurídicas, **Roberto Ortega Lomelín**, presidente de la consultoría Asesoría Estratégica, propuso la creación de una ley marco en bioseguridad, pero con la suficiente flexibilidad que permita el desarrollo de reglamentos específicos por sector. A su vez, el **doctor Manuel Becerra Ramírez**, del IJ, hizo referencia al tema de la propiedad intelectual, y sugirió tomar como punto de partida tratados internacionales, así como algunos elementos de la legislación mundial en la cuestión, adecuando la mexicana para modernizarla y definiendo conceptos como los contenidos en la Cláusula Moral, presente en el artículo 4º de la ley de propiedad industrial.

En cuanto a la noción de riesgo y responsabilidad, **el doctor León Olivé**, del IIF, explicó que los sistemas tecnológicos implican acciones intencionales, muchas veces con resultados imprevistos. Subrayó que los científicos deben aplicar siempre el principio de precaución y asumir su compromiso ético frente a la sociedad. En general, una coincidencia entre los investigadores fue que la ley debe prever mecanismos de evaluación y monitoreo de riesgos, fincar responsabilidades y exigir --en su caso-- sanciones y compensaciones. En este contexto, opinaron que para promover dichas iniciativas es

necesaria no sólo la participación de expertos, sino incluir al ciudadano común.

Desde la perspectiva social, **la doctora Elena Lazos**, del IIS, advirtió que la tecnología agrícola de organismos GM representa un riesgo para la mayoría de los productores campesinos, ya que al no resolver el problema de la productividad ni del rendimiento nacional, les ofrecerá escasos beneficios económicos reales, a la vez que implica el peligro de dejar en manos de las grandes empresas el control de la red alimentaria y establecimiento de precios, profundizando la polarización de la agricultura mexicana, con costos sociales, económicos y políticos.

En conclusión, el senador Amaya Téllez señaló que, al elaborar la legislación, deben aprovecharse las ventajas de la biodiversidad en México, aplicando un principio de precaución que mantenga la seguridad ecológica y humana; buscar la soberanía alimentaria y de salud, estimulando la investigación pública y privada, pero con la visión de traducir los beneficios biotecnológicos a la sociedad. Así, ambas Cámaras se comprometieron a presentar, en el próximo periodo legislativo, una iniciativa para la creación de un marco general con base en la bioseguridad. Una vez aprobada, los legisladores reglamentarán cada sector, mediante reformas a las leyes actuales.

FOLIO 109

Ciencia y Tecnología

Cultivan setas con... ¡pañales!

Efrén Echeverría Rubio

Muchos de los avances tecnológicos que hoy se disfrutan fueron desarrollados en épocas en las que no se tenía conciencia del daño al ambiente y se pagó un alto costo a cambio de la comodidad. Sin embargo, actualmente ciencia y tecnología toman en cuenta las posibles repercusiones al entorno ecológico que se puedan generar al desarrollar nuevos productos, incluso buscan corregir errores y omisiones del pasado.

Ejemplo de esta tendencia es la cultura del reciclaje, pues plantea la posibilidad de cambiar el destino final de los desechos --industriales o domésticos-- a fin de minimizar el impacto al ambiente. El gran reto es que aún existen muchos desechos que no son susceptibles de reutilización o integración a la naturaleza, ya sea por falta de hábitos de separación, inadecuada tecnología, o altos costos; de ahí que se torna necesario redoblar esfuerzos en investigaciones para revertir o evitar al máximo los daños al entorno.

Como una contribución a esta labor de reaprovechamiento, en México se ha patentado una tecnología única en el mundo, que no sólo permite reciclar pañales desechables de una manera eficaz, sino que ayudar a generar ingresos económicos a quien la utiliza, indican en entrevista las responsables del proyecto, maestras en ciencias Rosa María Espinosa Valdemar, de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco (UAM-A), e **Irma Delfín Alcalá, de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM-FESI).**

La maestra Espinosa Valdemar refiere que el problema de los pañales es de tal magnitud que, tan sólo en la zona metropolitana de la ciudad de México, se genera alrededor de media tonelada diaria. Esta situación se agrava si se toma en cuenta que en una población joven como la mexicana, la tasa de natalidad promedio es de 2.4 hijos por pareja. "Debido a las ventajas y comodidades ofrecidas por los pañales, nadie va a convencer a los padres de no usarlos, por lo que hemos desarrollado una alternativa de tratamiento para ese desecho".

Relata que la idea surgió de la necesidad de deshacerse de algunos pañales y, conversando con una amiga dedicada al cultivo de champiñones en Valle de Bravo, encontró una posible relación entre ambos elementos. Resulta que la lignocelulosa (lignina más celulosa) es un polímero aglomerante de fibras del que se alimentan los hongos, y coincidentemente, de 60 a 90 por ciento un pañal desechable es celulosa. Entonces concluyeron que el material de los pañales podía servir como base para cultivar setas (*Pleurotus*).

El proceso de reciclaje, explica la maestra Valdemar Espinosa, con objeto de garantizarle al hongo un crecimiento óptimo, se inicia al acondicionar para el cultivo pañales (sustrato) desmenuzados y previamente esterilizados por un método convencional en autoclave (calor a presión).

Posteriormente, se siembran en el sustrato semillas de trigo que contienen esporas de la setas. Para lograr mejores resultados, la base de

cultivo puede enriquecerse con otros materiales con altos contenidos de lignina, como el orujo de uva(cáscara del grano de café), o la corona de piña. Por último, se espera entre dos y tres meses para cosechar las setas maduras. Asimismo, pueden utilizarse otras variedades comestibles de la seta y de gran valor comercial.

La especialista de la UAM-A agrega que los costos de producción de estos hongos son bajos, porque sólo se requiere controlar humedad, temperatura y concentración de oxígeno. "Su cultivo es viable porque, de media tonelada de pañales desechables tratados con dicha tecnología, se obtienen hasta 842 kilogramos de setas listas para consumo".

Después de la cosecha, la celulosa del pañal se ha reducido en 80 por ciento, lo que permite retirar con facilidad --de forma manual o mecánica-- los plásticos, cintas y elásticos sobrantes para ser reciclados bajo un proceso industrial.

Con esta técnica se logra reciclar hasta el 80 por ciento de la celulosa de los pañales, ya que todo proceso de degradación en la naturaleza cumple un ciclo en un tiempo determinado; el 20 por ciento restante son materiales no biodegradables que retiran del área de cultivo.

Por otro lado, esta técnica ofrece la ventaja de reutilizar sin riesgo el elemento gelatinizador, principal factor del éxito de los pañales, ya que puede aplicarse como agrogel en tierras con problemas de absorción y retención de líquidos, debido a que es un material inerte capaz de retener de 300 a 500 veces su peso.

En mayo pasado, las investigadoras recibieron la patente internacional de esta innovadora tecnología, con lo cual buscarán acercarse a empresas interesadas en reciclar pañales desechables y aprovechar las ganancias económicas generadas por este descubrimiento.

FOLIO 110

PARA EMPRESARIOS

Extraiga de las plantas salud y dinero

CONACYT

El empleo de plantas y otras hierbas para el cuidado de la salud es una tendencia que cada día gana más adeptos y, a diferencia de la charlatanería, existen estudios serios sobre sus propiedades y alcances terapéuticos.

La **Facultad de Estudios Superiores de Iztacala, de la UNAM**, posee un herbario de plantas secas

reconocido internacionalmente y ofrece asesoría en la formulación y capacitación de preparados medicinales, como el de diversas algas, además del cuidado adecuado de jardines de hierbas con propiedades terapéuticas medicinales, entre otros servicios.

Las nuevas tecnologías de la llamada *corriente verde*

Yolanda Rojas

En el mundo, el problema del abasto energético y la contaminación generada por el uso de combustibles fósiles como carbón, gas y petróleo, son dos de las distintas razones que han motivado a científicos, investigadores y tecnólogos a buscar el aprovechamiento de energías alternativas, a fin de desarrollar tecnologías más económicas y eficientes e impulsar una política nacional basada en el concepto de industria limpia.

Sin embargo, "aunque en México poseemos un gran potencial y capital humano especializado, no existe una estrategia sostenida de innovaciones, lo que nos impide competir con otros países e incluso adaptar o tener acceso a las extranjeras", afirma el **doctor Emilio Orgaz Baqué, académico de la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México (FQ-UNAM)**.

En ese sentido, impulsar la explotación de otro tipo de fuentes energéticas como las renovables (solar, eólica, nuclear) ayudaría a desarrollar tecnologías que satisfagan las necesidades de la sociedad y al mismo tiempo reemplacen a aquellas que emplean hidrocarburos; es decir, la energía no renovable que tarde o temprano se agotará.

De hecho, "en diversas regiones del país ya se han instalado sistemas basados en ellas con buenos resultados, especialmente en comunidades rurales donde la electricidad es inaccesible", menciona el también jefe del Departamento de Física y Química Teórica de la UNAM, quien desarrolla materiales intermetálicos (hidruros) como parte de la búsqueda de hacer viable el uso de energías renovables.

Si bien las energías alternativas son una fuente importante de abastecimiento, cabe señalar que los desarrollos en este campo aún se encuentran limitados. Por ejemplo, el uso de celdas fotovoltaicas permiten echar a andar sistemas de bombeo que transportan agua a poblados donde no la hay, pero para ello la radiación solar necesita ser transformada en electricidad y las tasas actuales de conversión son relativamente bajas.

En cambio, los excedentes de energía eléctrica producidos en grandes centrales se utilizarían en la elaboración de nuevos combustibles. Por ejemplo, la industria automotriz podría controlar la polución de la gasolina y diesel al sustituir ambos

combustibles por los fabricados en plantas con estricta supervisión. Incluso, sugiere que uno de ellos podría ser el hidrógeno (H) porque desearía agua, mientras que los actuales generan monóxido, dióxido de carbono y otros vapores nocivos relacionados con el calentamiento global.

Comenta que aunque ya existen automóviles prototipo funcionando con H, por ahora su comercialización no es viable, pues pese a ser el elemento químico más abundante en el universo, este gas explosivo siempre aparece combinado con oxígeno (un modelo ideal son los océanos), y separarlo requiere de muchísima energía. Asimismo, almacenarlo en tanques regulares y controlar su presión de entrada y salida para evitar la carga explosiva, son dos problemas frecuentes a los que se enfrentan los investigadores.

No obstante, el doctor Orgaz destaca que el hidrógeno podría obtenerse a través de los remanentes de centrales núcleo, hidro o termoeléctricas, y acumularse con eficiencia en depósitos que contengan compuestos intermetálicos bajo la forma de hidruros. Estos son sólidos metálicos que poseen grandes cantidades de hidrógeno y tienen la propiedad de absorber y desorber a este gas con mucha facilidad.

El principio es sencillo: a los coches se les cambia el tanque de gasolina por uno con hidruro para que el H fluya hasta el carburador y ahí, en vez de ocurrir una mezcla de gasolina-aire, se logra una de hidrógeno-aire, de modo que luego de la combustión el desecho es agua (H₂O).

"Este tipo de sistemas gas-sólido tienen la ventaja de ser relativamente inertes, por lo que se pueden transportar sin peligro. Además, con los materiales intermetálicos, es posible *meter* y *sacar* el hidrógeno a presión ambiente, cuando en otro tipo de métodos de almacenamiento se requieren hasta 200 atmósferas", añade.

Justamente, el especialista, que tiene en su haber 35 publicaciones científicas internacionales, fue investigador en Conductores Mexicanos (Conдумex) y en la Universidad de París, Francia, trabaja en la obtención de nuevos hidruros que puedan almacenar una mayor cantidad de hidrógeno en menor volumen y peso posible, con objeto de resolver un tercer problema: el rendimiento de los vehículos que lo usarían como combustible.

Esponjas que retienen un gas explosivo

La capacidad de los sólidos para retener hidrógeno se conoce desde 1866, cuando un científico de apellido Graham la descubrió al trabajar con paladio, un metal de transición. Posteriormente y con el desarrollo de la química metalúrgica, el estudio de la interacción entre el H y un sólido propició la realización de aleaciones intermetálicas con características termodinámicas y cinéticas nunca antes vistas, haciendo a estos sistemas candidatos ideales para un número creciente de aplicaciones. En general, estos hidruros son los que más se emplean para absorber y desorber hidrógeno, pero también existen materiales más complejos --a nivel molecular-- como los nanotubos de carbono.

El doctor Orgaz Baqué explica que los hidruros se componen de dos o tres metales (alcalinos, alcalinotérreos y tierras raras ubicados en la tabla periódica), cuyas propiedades han sido modificadas a fin de almacenar hidrógeno, ya que no todos los sólidos metálicos --como el hierro-- lo permiten, debido a que sus moléculas están extremadamente unidas.

Para que el H pueda absorberse y desorberse como una especie de esponja, estos intermetálicos necesita tener "huecos" moleculares con un ambiente fisicoquímico estable, y ello se consigue transformando las estructuras en cristalinas.

De otro lado, indica que los hidruros se clasifican químicamente de acuerdo con su carácter binario (metal más hidrógeno) o ternario (dos metales más hidrógeno), y estos últimos son los que siempre se hallan en aplicaciones industriales. "La mayor parte de los hidruros binarios de metales de transición o de tierras raras muestran presiones de equilibrio muy bajas a temperatura ambiente; o sea, son muy estables, lo que los hace poco útiles. Una excepción es el sistema paladio-hidrógeno, pero su precio es demasiado alto".

Sin embargo, con el advenimiento de los compuestos ternarios, entre los cuales destaca el hidruro prototipo LaNi₅H₆ (lantano-níquel-hidrógeno) se han logrado presiones de absorción razonables (un átomo de hidrógeno por átomo de metal). Empero, el universitario reconoce que para el desarrollo y mejora de los mismos aún falta comprender su complejo comportamiento. "A medida que esto suceda podremos hacer que

absorban no sólo mayores cantidades de H, sino que ocupen poco volumen, sean ligeros, seguros y baratos", apunta.

Buena parte de la investigación llevada a cabo está circunscrita al área de las energías alternativas. Basta citar dos realizaciones industriales importantes: las baterías reversibles de los teléfonos celulares como electrodos en forma de hidruros, y los sistemas de almacenamiento de hidrógeno ultra puro.

Finalmente, subraya que el papel de los centros de investigación y universidades mexicanas será formar recursos humanos especializados en la materia, a fin de transferir el conocimiento a la industria y que éste se traduzca en aplicaciones comerciales con impactos favorables al ambiente.

En el año 2050 el mundo triplicará su demanda de electricidad

De acuerdo con Dario Jinchuk, de la Comisión Nacional de Energía Atómica del gobierno argentino, los pronósticos de analistas especializados indican que el consumo energético en el mundo, en particular la electricidad, continuará incrementándose. Incluso, menciona que un informe del Consejo Mundial de Energía estimó que el consumo global de electricidad aumentará en aproximadamente 75 por ciento para el año 2020 y prácticamente se triplicará en el 2050. Hoy, los combustibles fósiles --carbón, petróleo y gas-- contribuyen con un 63 por ciento de la producción eléctrica, la hidroeléctrica representa alrededor del 19 por ciento, la nuclear 17 por ciento y la geotérmica 0.3 por ciento.

"Estos productos tienen muchas ventajas, entre ellas su bajo costo y facilidad de transporte, pero también grandes perjuicios en términos de contaminación y efectos ambientales, pues el dióxido de carbono (CO₂), que inevitablemente se genera al quemarlos, es una de las fuentes que más contribuyen al calentamiento del planeta, el cual puede tener consecuencias desastrosas produciendo sequías e inundaciones", indica.

Ante este panorama una solución propuesta es optimizar el uso de la energía, reduciendo el consumo de combustibles fósiles y usando fuentes de energía alternativas que no emitan CO₂, como la nuclear, hidroeléctrica, eólica, solar, geotérmica y biomasa, con objeto de generar motores eléctricos o de hidrógeno como propelente para el transporte.

El impacto de los rotavirus en la salud infantil

Efrén Echeverría Rubio

Cuando los extranjeros visitan México y se contagian le llaman "la venganza de Moctezuma", otras personas diarrea aguda, y los hombres de ciencia gastroenteritis, enfermedad que ataca al intestino y es causada por ingerir alimentos contaminados con bacterias, parásitos, hongos y virus. A pesar de los avances obtenidos en su prevención y tratamiento, esta afección sigue cobrando víctimas en el mundo, principalmente niños.

Al buscar el origen de esta incidencia en población infantil, la ciencia médica notó que durante la época de calor el impacto de la gastroenteritis era menor en naciones desarrolladas comparadas con las pobres, debido a medidas higiénicas básicas y sanitarias avanzadas. En cambio, dicha prevalencia se mostraba muy similar en el invierno --independientemente del país-- y ello se debía a que la causa era viral y no bacteriana.

Entre los patógenos encontrados destaca el rotavirus, un virus peligroso y potencialmente mortal que provoca serias infecciones en infantes, pues como en esa etapa son atacados por primera vez, su sistema inmunológico no ha desarrollado la defensas adecuadas para combatirlo, comenta el **doctor Carlos Federico Arias Ortiz, especialista en virología molecular del Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM-IBT).**

Ante ese problema, indica que él y su equipo de investigadores se ha dado a la tarea de estudiar la interacción del rotavirus en el organismo, a fin de definir posibles estrategias que permitan controlar y erradicar su epidemiología en el sector infantil. "Si para estudiar al rotavirus lo viéramos del tamaño de una naranja, al abrirlo en diferentes capas veríamos en su núcleo el código genético y las polimerasas, que son enzimas encargadas de replicarlo. Posteriormente, una capa intermedia y dos proteínas exteriores, una que lo recubre (VP7) y otra (VP4) formada de pequeñas ramificaciones. Gracias a ello, hemos identificado y caracterizado, por primera vez en el mundo, sus fragmentos proteínicos y el mecanismo que le permite adherirse a cuatro moléculas celulares del intestino humano para originar la infección", explica el también galardonado tres veces con el apoyo económico del Howard Hughes Medical Institute.

El intestino está recubierto por un tejido (epitelio linfoide) dotado de vellosidades, las cuales poseen en la punta células maduras --con sus respectivas moléculas-- ávidas de líquidos y en su base otras llamadas criptas, productoras de soluciones acuosas con diversos compuestos. El rotavirus infecta sólo a las de la punta y éstas, al perder su capacidad de absorción, provocan diarrea.

Los científicos del IBT han observado que una de las moléculas intestinales, aún no identificada con precisión, funciona como receptor de unión y posee un tipo de azúcares especiales llamados ácidos siálicos (abundantes en secreciones, tejidos y derivados de sangre), a los que se adhieren regiones y aminoácidos de la proteína VP4 presente en el rotavirus. Para lograr la infección, esta proteína debe ser cortada en dos partes por la enzima tripsina, iniciando una segunda y tercera fase.

En ésta última, "el virus interactúa con otra molécula del intestino denominada integrina, que ofrece a sus células una capa de colágeno y amina para habitar en las vellosidades del órgano. En una cuarta fase, la integrina se fusiona con la proteína HSC70, y es cuando el rotavirus penetra finalmente a la célula", expone el doctor Carlos Federico Arias y añade que aunque estos estudios les han dado un panorama cada vez más claro de cómo actúa el virus, todavía necesitan realizar más investigaciones al respecto.

De conseguirlo, se sabrá contra qué regiones del virus habrán de inducir una respuesta inmune, permitiéndoles diseñar vacunas preventivas o elaborar tratamientos adecuados en caso de que ya exista contagio. (EER)

Numeralia de la gastroenteritis

15 millones de niños fallecen al año en el mundo por diversas enfermedades; de éstos, * 5 millones por problemas de gastroenteritis; y de ellos, * 1 millón se debe a infecciones graves causadas por virus. * 50 por ciento de los niños hospitalizados con diarrea en México son a consecuencia del rotavirus; * 5 por ciento por adenovirus, calcivirus y astrovirus, y el restante * 45 por ciento a bacterias, parásitos o alguna causa ajena no infecciosa. Por ejemplo, tan sólo en Chipas ocurren en promedio 12 infecciones gastrointestinales por niño al año.

¿Escarabajos para la cena?

Verónica Guerrero Mothelet

Estamos rodeados de bichos... por todas partes. No es para menos, ya que del total de animales que habitan el planeta, los invertebrados tienen la abrumadora mayoría de 90 por ciento. De ellos, un *phylum* (rama) numeroso es el de los artrópodos, invertebrados de apéndices articulados y cuerpo segmentado, cubierto por un esqueleto flexible externo (exoesqueleto). Se piensa que están relacionados con los anélidos (gusanos), de quienes pudieron haber evolucionado hace unos 350 millones de años.

A los artrópodos pertenecen los insectos, grupo del que hasta hoy se han clasificado cuando menos 29 órdenes y contra los que hemos sostenido una guerra química durante los últimos 50 años. No obstante, la **doctora Julieta Ramos Elorduy Blásquez, investigadora del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (IB-UNAM)**, señala que este intento resulta absurdo, porque de cada cien animales, 80 son insectos, que pueden aprovecharse de mil maneras. "Algunos tienen uso alimenticio; otros, medicinal; unos más, reciclan los desechos orgánicos".

Muchas culturas aprendieron a hacerlo. "En todos los pueblos de la tierra se han comido insectos", refiere la doctora Ramos Elorduy, quien agrega que en España existen reportes de entomofagia (ingestión de insectos) provenientes de la era paleolítica. De igual forma, en las cuevas mexicanas de Cacaxtla, se encontraron insectos almacenados en ollas, con una edad aproximada de tres mil años.

Su imagen actual es negativa, argumenta la especialista, por influencia de las empresas que producen los insecticidas y porque despreciamos el saber milenario. Empero, añade, muchos grupos humanos todavía los consumen, y algunos centros de investigación estudian seriamente sus beneficios. Por ejemplo, la NASA tiene una colección de insectos comestibles en sus laboratorios, con el propósito de utilizarlos en viajes de larga duración para reciclar desechos y abastecer las proteínas que requerirán sus astronautas.

El aprecio que se les tiene en México es igualmente tradicional y conocido. "En el *Códice Florentino* --indica la entomóloga-- Fray Bernardino de Sahagún reportó que algunos

insectos son *buenos de comer*, y cuando comparamos las 96 especies ahí descritas, observamos que continúan consumiéndose en el presente". Otras también han sido reverenciadas en la forma de dioses, o estimadas por sus características, como la valiosa cochinilla, que proveía a los prehispánicos el colorante púrpura y la laca.

Además, aun sin quererlo, se ingieren los insectos que infestan silos o almacenes y se muelen junto con algunos alimentos. De hecho, en Estados Unidos existe una norma sobre los niveles permitidos de *defectos naturales o inevitables* en alimentos, cuyo consumo no implica daño a la salud e incluye la presencia de insectos o partes de éstos. Por ejemplo, en ese país el chocolate puede contener hasta 80 fragmentos microscópicos de insecto por cada 100 gramos, y la harina de trigo, 75 por cada 50 gramos.

La investigadora refiere que los insectos tienen una cantidad de proteínas (65 por ciento en promedio) similar a la que contiene la carne de res seca (57 por ciento), e incluso algunos alcanzan 81 por ciento. No obstante, más importante es su calidad, calificación química otorgada por los aminoácidos esenciales que poseen. Entre la inmensa variedad de insectos, hay los que obtienen igual calificación química que el huevo (98 por ciento), y en general superan prácticamente el patrón nutricional formulado por la FAO. Ciertos insectos son también fuente de grasa, de tipo insaturado y poliinsaturado, que sin dañar permiten que las proteínas ejerzan sus funciones en el organismo.

Otra ventaja es su eficiencia de conversión (relación entre consumo y gasto de energía), la cual es de cinco a uno, cuando el estándar ideal es de uno a uno. Esto se debe a que no requieren las calorías que ingieren para regular su temperatura corporal, como la mayoría de los vertebrados, cuya eficiencia de conversión llega a ser de 20 a uno (reses). Sólo los pollos compiten en este rubro, con un nivel de 4.5 a uno, pero desperdician mucho alimento, mientras que gran parte de los insectos digieren prácticamente cualquier cosa. Además, su aprovechamiento es integral. "Incluso hemos probado sus excrementos como fertilizantes orgánicos con éxito", destaca la entrevistada.

Tienen sabores peculiares, pero "el sentido del gusto puede entrenarse", asegura la entomóloga, quien añade que "hemos incluido el gusano de las harinas o los *jumiles* en galletas, trufas de chocolate o palanquetas. Los insectos presentan una amplia opción para diferentes guisos". De hecho, continúa, "cuando damos conferencias y degustaciones, en éste y otros países, la gente los come con gusto".

Concede que muchos insectos transmiten enfermedades terribles como la malaria o el dengue. Por ello, "siempre se han usado insecticidas, pero naturales; no como los químicos que han destrozado el ambiente". Se exagera su uso porque se desdeña a los insectos; sin embargo, éstos no sólo son mayoría, sino también fáciles de conseguir, conservar, preparar y consumir. Y debido a su antigüedad y adaptación en el planeta, nadie los va a exterminar, advierte la doctora Ramos Elorduy.

FOLIO 114
Ciencia y Tecnología

Cómo legislar la nueva ciencia

Verónica Guerrero Mothelet

La especie humana está ligada a la transformación de su entorno. La manipulación que ha hecho de la naturaleza comienza en el Pleistoceno, con la domesticación de los cultivos, afirmó la **doctora Rosaura Ruiz Gutiérrez, directora general de Estudios de Postgrado de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)**, durante el *Seminario de Biotecnología y Legislación*, organizado por la Comisión de Ciencia y Tecnología de la Cámara de Senadores, representada por el senador Rodimiro Amaya Téllez.

En el seminario participaron especialistas de los diferentes centros de investigación del país, con el propósito de ofrecer una perspectiva desde la cual partir para la inminente legislación en bioseguridad y uso de organismos genéticamente modificados (OGMs), que son especímenes a los que mediante herramientas biotecnológicas se ha introducido un gen ajeno (de la misma o diferente especie), o bloqueado la expresión de alguno de los propios, con fines que van desde su uso experimental en laboratorio hasta su modificación para consumo humano.

Si bien los investigadores presentes en el seminario coincidieron en cuanto a los alcances de la biotecnología moderna, no fue así con su nivel de riesgo. El doctor Francisco Bolívar Zapata, del Instituto de Biotecnología (IB-UNAM), refirió que su uso comenzó hace 25 años, y gracias a estas técnicas se tienen tanto vacunas como proteínas recombinantes. Agregó que la biotecnología es de importancia estratégica para resolver los retos que México enfrenta, y evitar su avance implicaría "la dependencia tecnológica".

Por ello, planteó que debe apoyarse su investigación y desarrollo en las instituciones públicas, generando capacidad para analizar sus implicaciones. Aunque aceptó la posibilidad de riesgos por el uso de los OGMs, aseguró que, hasta ahora, no hay evidencia científica de ellos.

A lo anterior, el doctor Ignacio Chapela, biólogo de la UNAM y actual investigador de la Universidad de California en Berkeley, Estados Unidos, observó que el hecho de no tener evidencias de riesgo, tampoco significa que no existan". Advirtió que "la cantidad de manipulación a nivel molecular que podemos controlar es mínima; si pasamos de un organismo a la población, el ecosistema o la biosfera, existirán mecanismos sobre los que no tenemos el suficiente conocimiento ni capacidad predictiva".

En su opinión, "esto se demostró por la contaminación del maíz criollo mexicano con material transgénico, cuando a principios de los ochenta aseguraron a los legisladores estadounidenses que no pasaría nada y éstos no legislaron". Ahora, "el material que se introdujo en lo que se llama la primera generación de transgénicos se diseminó a otros lugares". No obstante, aunque este material no representa realmente una gran preocupación, los de la segunda y tercera generación son diferentes, y pueden traer consecuencias a nivel ambiental y de salud humana, indicó.

Por su parte, el doctor Luis Herrera Estrella, biotecnólogo y director de la Unidad Irapuato del Centro de Investigación y Estudios Avanzados, señaló que como nada garantiza el riesgo cero, debe evaluarse la proporción entre éste y el beneficio de la biotecnología, que incluye entre

sus ventajas grandes mejoras agronómicas (resistencia a plagas, enfermedades, herbicidas y climas extremos) y de calidad, ya que puede incrementar el contenido vitamínico del producto. Subrayó que el futuro de las plantas transgénicas no radica en la transferencia de genes entre especies, sino de genes de la misma especie entre las variedades vegetales.

Finalmente, el doctor Rafael Ortega Paczka, especialista en maíces criollos de la Universidad de Chapingo, recordó que la llamada *revolución verde* de los años setenta tuvo consecuencias inesperadas para los consumidores

estadunidenses y generó problemas agrícolas, con el enriquecimiento de algunas regiones en detrimento de otras. En cuanto a México, indicó que un efecto importante es que los agricultores no puedan producir sus propias semillas, al estar las variedades transgénicas protegidas por patentes o derechos, provocando una gran dependencia.

En conclusión, los especialistas insistieron en la necesidad de una ley de bioseguridad que permita anticipar riesgos, así como en el impulso a la investigación nacional, orientada a las necesidades específicas del país.

FOLIO 115

Ciencia y Tecnología

Productos patentables de jóvenes emprendedores de la UNAM

Yolanda Rojas

Si usted tuviera la oportunidad de crear un producto útil, seguro y de amplia demanda en el mercado ¿en qué pensaría? Tal vez en la creación de un nutriente para prolongar la vida de los arreglos florales; tabletas de café soluble con la dosis exacta de edulcorante; o quizá un mini paquete con toallas jabonosas de acción germicida.

La cierto es que todos estos productos, por muy locos que parezcan, ya han sido elaborados en el **Laboratorio de Tecnología Farmacéutica (LTF) de la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México (FQ-UNAM)**, dentro del programa *Jóvenes Emprendedores*, que la **Facultad de Contaduría y Administración (FCyA-UNAM)** instituyó hace cinco años para impulsar la creatividad de los alumnos y acercarlos de forma práctica a los conceptos empresariales.

La **química Liliana Aguilar Contreras**, académica de la FQ y colaboradora del LTF, explica que a "los estudiantes les es muy fácil armar todo lo administrativo, pero cuando requieren físicamente del producto no saben como hacerlo. Ante ello, recurren a nosotros cuando son factibles de realizarse con la tecnología disponible".

Por su parte, **el ingeniero Joaquín Pérez Ruelas**, coordinador del LTF, señala que dichos proyectos son sólo una "probadita" del gran potencial con el que el laboratorio cuenta para desarrollar tecnologías patentables en áreas cosméticas y farmacéuticas, pues desde hace más de siete

años este modesto pero eficiente recinto, también realiza convenios de colaboración con la industria.

De hecho, algunos de los terapéuticos más vendidos se hicieron en el laboratorio o se ayudó a su formulación, entre ellos figura el Lonol Sport fabricado por el laboratorio farmacéutico Promeco, y las lociones refrescantes y tonificantes para cuello distribuidas por la clínica de belleza Diaterm. "Hace once años este departamento se creó para la enseñanza química exclusivamente, pero ante la necesidad de pequeños agricultores de diversificar su mercado, decidimos ofrecer nuestros servicios a las pequeñas, medianas y grandes empresas en general", apunta el experto.

Por ejemplo, en 1997 el LTF trabajó para una industria tamaulipeca en la obtención de un aceite de *Aloe vera* (sábila) que pudiera incorporarse durante la manufactura de productos alimenticios y cosméticos. Desde entonces, ha tenido importante participación en la extracción y estandarización de concentrados naturales para diversos usos y aplicaciones.

Asimismo, actualmente asesoran a productores de nopal en Milpa Alta, quienes al obtener de manera rudimentaria el extracto de la planta, desarrollaban productos cosméticos de baja calidad y con problemas de contaminación bacteriana, debido a que los cultivos eran abonados con estiércol y no se les aplicaba ningún aséptico durante el proceso de cocción. "En un inicio, encontramos deficiencias en sus formulaciones que los hacían poco atractivos para el consumidor: consistencia y coloración irregular en el caso de los *shampoos*, y poca absorción y dispersión en lo referente las

cremas faciales y corporales", expone el ingeniero Pérez Ruelas.

Ante a ello, los especialistas del LTF los enseñaron a reformular sus productos e idearon una metodología para potencializar sus principios activos, pues esta cactacea contiene minerales, proteínas, hierro, carbohidratos y retinol. Al mismo tiempo, les sugirieron incorporar vitamina E (antioxidante) y humectantes que les dieran un valor agregado.

De otro lado, laboran con agricultores de orégano de Durango en la obtención de un aceite derivado de la planta, ya que debido a sus altas concentraciones del fenol (antimicótico), se pueden fabricar medicamentos para combatir el

Epidermophyton floccosum, uno de los hongos que causan el "pie de atleta".

Finalmente, la química Aguilar Conteras comenta que el laboratorio también ha aprendido a tener alianzas con otras Facultades de la UNAM, entre ellas la de Veterinaria y Zootecnia, con la que participan en la elaboración de unas tabletas o cápsulas que contienen un compuesto químico a base de alcanos puros no asimilables (ceras), además de excipientes para facilitar su digestión y evitar su apelmazamiento en el estómago del animal. "Estos, funcionarían como marcadores de excremento; es decir, parámetros que miden el aprovechamiento alimenticio del ganado bovino y caprino, importante para los ganaderos", concluye.

FOLIO 116

Ciencia y Tecnología

Alimentos, un reto a científicos y tecnólogos

Verónica Guerrero Mothelet

Los problemas inherentes a la producción de alimentos son complejos y no existe una solución única. Sin embargo, en universidades e institutos tecnológicos de México, muchos investigadores o grupos de ellos se dedican a diseñar nuevos procedimientos para abordar las dificultades que enfrenta la industria de la alimentación en el país.

En diversas ocasiones, sus esfuerzos rinden fruto. Así, un investigador consiguió identificar variedades de maíces criollos más resistentes a plagas, otros dos develaron la causa del oscurecimiento de la jícama, y un grupo de especialistas mejoró la técnica para producir aroma de coco. Por sus valiosas contribuciones, estos científicos obtuvieron este año el XXVI Premio Nacional en Ciencia y Tecnología de Alimentos, que auspicia un grupo de Embotelladores de Coca-Cola, en las categorías profesional y estudiantil en Ciencia y Tecnología de Alimentos.

En el rubro profesional en Tecnología de Alimentos fue premiada la investigación conjunta del **Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional Autónoma de México (IBT-UNAM) y el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey**, denominada "Desarrollo de un proceso de alta eficiencia para la producción de aroma de coco por fermentación".

La investigación fue dirigida por el **doctor Leobardo Serrano Carreón**, del IBT-UNAM, quien explica que los aromas constituyen un alto porcentaje de los aditivos empleados en la industria de alimentos, cosméticos y fármacos, y su obtención demanda procesos más naturales y cantidades mayores. Este es el caso de la 6-pentil-a-pirona (6PP), que es una lactona con aroma característico a coco, comercialmente atractiva en forma de aditivo alimenticio "natural", ya que puede producirse por métodos biológicos como la fermentación, y se considera un agente saborizante no tóxico.

No obstante, apunta, su producción tradicional, realizada mediante especies de hongos filamentosos del género *Trichoderma*, se ha visto limitada debido principalmente a la inhibición, o disminución de la velocidad de reacción, que ésta produce sobre el propio hongo productor en concentraciones relativamente bajas. Añade que el objetivo de este trabajo conjunto fue superar esa limitación técnica, desarrollando un proceso de alta eficiencia mediante el uso combinado de técnicas de fermentación extractiva (la obtención simultánea del producto mediante un disolvente adecuado) y de elicitación (co-cultivo con otro hongo, en este caso *Rhizoctonia solani*), como estrategias para incrementar la producción de la 6PP.

Los resultados de su investigación reportan, por primera vez, el uso combinado de ambas técnicas, lo que permitió estimular la producción de la 6PP y extraer, al mismo tiempo, la molécula tóxica conforme fue sintetizada, reduciendo los problemas de inhibición. De esta forma, desarrollaron un proceso que logra concentraciones de 6PP nueve veces mayores y niveles de productividad once veces más altos que los máximos obtenidos en el proceso convencional en matraces, lo que abre la posibilidad de su uso a nivel industrial.

En la otra categoría profesional, pero en el tema de Ciencia de los Alimentos, fue premiada la investigación "La lignificación como mecanismo para explicar el oscurecimiento de jícama mínimamente procesada", desarrollada por la maestra en ciencias Elia Nora Aquino Bolaños y el doctor Edmundo Mercado Silva, del Departamento de Investigación y Posgrado en Alimentos de la Facultad de Química de la Universidad Autónoma de Querétaro.

La jícama, apunta la maestra Aquino Bolaños, tiene origen genético en México, y se pensó utilizarla para combinarla en un producto mínimamente procesado, similar a las ensaladas preparadas encontradas en los anaqueles del supermercado, que pudiera comercializarse a nivel nacional o internacional. El inconveniente es que al conservar la jícama durante periodos de dos semanas, manifiesta problemas de pérdida de crujencia y cambio de color (oscurecimiento).

La explicación que establece la teoría convencional sobre dicho fenómeno es que en el momento de cortar los tejidos de esta planta, se ponen en contacto compuestos fenólicos con una enzima conocida como *polifenoloxidasas*, iniciando un proceso de oxidación que da origen al color café, agrega. El desarrollo del oscurecimiento del producto no se explicaba científicamente por las variables de esta reacción.

Por ello, los investigadores continuaron en su esfuerzo para determinar los mecanismos que generan este cambio de color, hasta proponer que

el proceso se debía a una respuesta de la jícama para reparar el daño infringido al cortarla. Las plantas intentan reparar el estrés por daño mecánico poniendo en funcionamiento una serie de procesos internos, que tienen como propósito crear una barrera o cicatriz formada por ligninas (sustancia polimérica que actúa como aglomerante de las fibras de celulosa) y suberinas (otro polímero, de color café), para evitar la entrada de microorganismos.

En efecto, ensayos en tejidos dañados y estudios de espectrometría de masas demostraron a los investigadores la presencia de estos compuestos. La luz arrojada por su trabajo sobre dicho fenómeno permitirá desarrollar nuevas estrategias para controlar el oscurecimiento de los productos frescos, convirtiendo además a la jícama en un modelo de estudio de los procesos de cicatrización en plantas.

El químico industrial Jesús Gustavo Kuyoc Carrillo, de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Autónoma de Yucatán, obtuvo el galardón para la categoría estudiantil en Ciencia y Tecnología de Alimentos, por su trabajo "Evaluación fisicoquímica y resistencia genética de maíces criollos y mejorados al ataque de *Sitophilus zeamais* Motschulsky y *Prostephanus truncatus* Horn".

Un problema importante para la producción de maíz es el ataque de plagas, que provoca grandes pérdidas y merma su calidad nutritiva. Con asesoría del doctor Ramón Rodríguez Rivera, Kuyoc Carrillo identificó que las variedades de maíz *Xnuc nal amarillo* (criolla) y H-E (mejorada) presentan mayor resistencia genética al ataque de las plagas primarias *S. zeamais* (Picudo del maíz) y *P. Truncatus* (Barrenador grande de los granos), lo que permitirá elevar potencialmente la cantidad y calidad de su producción, y reducir el empleo de pesticidas entre los agricultores.

Tras los secretos de una bebida ancestral

Yolanda Rojas

El *Popol Vuh*, libro espiritual de los mayas, narra que al madurar las mazorcas del maíz amarillo, morado y blanco, los dioses tomaron granos quebrados y, mezclándolos con agua de lluvia serenada, moldearon la masa que dio origen a la vida humana. Así, cuando el hombre apareció sobre la faz de la tierra, pudo ver, hablar y reproducirse, y en agradecimiento ofrendó a sus creadores una bebida hecha con el cereal sagrado.

Ancestralmente, el maíz ha sido un elemento básico en la alimentación de los mexicanos, de allí que no es de extrañarse que en torno a él se hayan creado mitos y leyendas, así como una cultura gastronómica que va desde la tortilla, hasta la elaboración de bebidas fermentadas como el pozol, un producto de origen maya que se prepara en el sureste de México.

"El pozol se elabora a partir de granos de maíz hervidos en agua con cal (nixtamal). Luego, los granos se lavan y martajan para hacer bolas de masa envueltas en hojas de plátano, dejándolas fermentar a temperatura ambiente por horas o meses. Finalmente, esta masa se introduce en agua a fin de obtener una bebida-alimento ácida y no alcohólica", explica la **doctora Carmen Wachter Rodarte**, quien desde hace 15 años estudia la fermentación del pozol, con objeto de proporcionar alternativas para hacer más nutritivos los alimentos, en especial los llamados de complemento o destete; es decir, aquellos que se les da a niños cuando dejan la leche materna.

La profesora de carrera, adscrita al Departamento de Alimentos y Biotecnología de la **Facultad de Química**, de la Universidad Nacional Autónoma de México (FQ-UNAM), señala que a diferencia de otras bebidas fermentadas, al pozol no se le añaden microorganismos para iniciar el proceso (inocular), pues en su masa existe una muy diversa y compleja microbiota que lo consigue naturalmente.

Esta microbiota, que se introduce después de la nixtamalización y durante la molienda, fue la razón por la que al terminar su maestría en la británica Universidad de Reading inició una línea de investigación sobre el tema, financiada inicialmente por la Fundación Internacional para la Ciencia de Suecia.

Los primeros trabajos derivados de la microbiota del pozol fueron realizados por el Instituto de Biología de la UNAM, donde se caracterizaron los tipos de mohos y levaduras presentes en ella, no así sus bacterias. En su búsqueda, la doctora Wachter usó métodos tradicionales de microbiología con objeto de contabilizar las diversas colonias, pero al observar que no todas las bacterias podían reproducirse en cajas de petri (armazón estéril de vidrio), utilizó técnicas de biotecnología molecular para extraer el ácido desoxirribonucleico (ADN) de las muestras sin necesidad de cultivarlas. Cabe mencionar que parte de este procedimiento lo llevó a cabo en colaboración con el Instituto de Investigación para el Desarrollo (IRD) de Francia.

"De los microorganismos presentes en el pozol identificamos y aislamos bacterias del género *Bacillus*, enterobacterias como la *Escherichia coli*, y en especial un grupo interesante: las lácticas amilolíticas, de las cuales hemos hallado cinco especies. No obstante, esta clase de bacterias son muy diferentes a las encontradas en alimentos similares hechos con maíz o productos lácteos fermentados como el *yogurt*, pues en lugar de producir ácidos a partir de la fermentación de azúcares, éstas lo hacen aprovechando el almidón, principal carbohidrato de la masa de nixtamal", refiere.

La escasa concentración de azúcares se debe justamente al proceso de nixtamalización; por eso, dichas bacterias son más resistentes a tratamientos térmicos y valores altos de pH (alcalinidad), características que los científicos desean aplicar en la elaboración y mejoramiento de alimentos de complemento, como atoles o papillas de cereales, que en muchas provincias del país se administran a los infantes.

La desventaja de calentar estos alimentos, es que el almidón se gelatiniza tornándolos voluminosos, por lo que cuando son consumidos por bebés y niños pequeños se satisfacen rápidamente sin haber obtenido la cantidad de energía requerida. Ante ello, la doctora Wachter y el grupo multidisciplinario del IRD piensan que con sólo agregar bacterias lácticas amilolíticas se podrá disminuir su viscosidad y aumentar su densidad energética.

Asimismo, pueden emplearse para reducir o eliminar factores antinutricionales del maíz, trigo, sorgo y cebada, pues estos cereales contienen un alto índice de fitatos que, al ser sustancias capaces de unir metales como hierro o zinc, impiden su disposición en el organismo para el sano crecimiento de los niños.

"Gracias a la labor de la doctora Maurilia Rojas, de la Universidad Autónoma de Baja California Sur, será posible conocer si las bacterias aisladas del pozol también poseen cualidades probióticas que impiden el arraigo de patógenos en el intestino humano, lo cual representará un gran avance en el combate de la desnutrición y prevención de enfermedades diarreicas, sobre todo en estados con altos niveles de marginación y pobreza", subraya.

¿Qué sucede con las enterobacterias?

La doctora Wachter Rodarte también se dedica a analizar el comportamiento de una especie de *Escherichia coli* descubierta en el pozol, ya que esta bebida se fabrica a nivel rural y bajo escasas condiciones higiénicas. "Los estudios empezaron en dos comunidades de Chiapas, San Cristóbal de las Casas y Tapachula, lugares donde se produce para dárselo a adultos y niños en edad escolar. Ahí, detectamos que pese a la distancia entre ambas zonas, la microbiota benéfica y dañina era similar. Lo mismo ocurrió con otro estudio efectuado en Tabasco", comenta la especialista.

Es común que en los alimentos se encuentren bacterias potencialmente patógenas, pero al inducirles la fermentación éstas se mueren debido a la acidez o pH bajo del ambiente. Sin embargo --continúa--, en el caso del pozol observamos que muchas de ellas, en especial algunas cepas de *E. coli*, sobrevivían a las diferentes etapas del proceso, por lo que con ayuda de la Facultad de Medicina de la UNAM (FM) y de las universidades autónomas Juárez de Tabasco y Metropolitana

(Unidad Xochimilco), actualmente investigamos el mecanismo que las hace resistentes a la acidez, además de buscar técnicas para inhibirlas durante la fermentación.

Entonces, ¿cómo es que se propone la ingesta de esta bebida tradicional sabiendo que en ella existen enterobacterias? La doctora Carmen Wachter precisa que a pesar de que la *E. coli* forma parte de su microbiota natural, es probable que la bacterias lácticas eviten que éstos y otros patógenos se adhieran al intestino. Para demostrarlo, han emprendido un estudio de competencia entre ambas, el cual corre a cargo del doctor Carlos Eslava, de la FM, que posee una colección muy completa de sueros para tipificarlas.

Los primeros resultados de estas investigaciones fueron publicados en revistas internacionales, y este año el artículo de los patógenos recibió una mención especial en el área de salud ambiental por parte de Fundación Mexicana para la Salud (Funsalud).

A la par, realizarán estudios epidemiológicos en poblaciones donde se bebe el pozol, a fin de determinar si existen casos de infantes que hayan tenido eventos diarreicos o una disminución de los mismos. Para tal propósito esperan contar con el apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), a través del fondo sectorial de la Secretaría de Salud.

"La idea final es obtener alimentos de complemento inocuos y sumamente nutritivos, que puedan ser culturalmente aceptados en comunidades rurales e indígenas. Incluso, mediante el Programa Universitario de Alimentos, queremos proponer el proyecto a las pequeñas y medianas empresas locales, para que desarrollen productos novedosos con bacterias aisladas del pozol en condiciones sanitarias controladas", concluye.

Valiosa contribución a la biología evolutiva

Verónica Guerrero Mothelet

De todas las criaturas que pueblan el planeta apenas se conoce un número reducido, tal vez cerca del diez por ciento. Este solo hecho convierte el estudio de la taxonomía en una tarea de gran importancia, tanto para la descripción de especies como en la generación de datos sobre sus relaciones evolutivas y patrones biogeográficos, señala el **doctor Gerardo Pérez Ponce de León**, recientemente **distinguido con el Premio de Investigación 2002 en el área de ciencias naturales, que cada año otorga la Academia Mexicana de Ciencias (AMC)**, por sus aportaciones en Sistemática, Biología evolutiva y Biogeografía de helmintos (gusanos) parásitos de vertebrados silvestres.

El programa del doctor Pérez Ponce de León incluye dos aspectos. El primero es el estudio de las relaciones filogenéticas (evolutivas) de diversos taxones (grupos) de helmintos, mediante el método denominado sistemática filogenética o cladismo, que produce clasificaciones naturales (basados en relaciones ancestro-descendiente) y se constituye como un marco de referencia fundamental en biología comparada.

Mediante la aplicación de los conceptos de esta disciplina, el taxónomo ha efectuado valiosas contribuciones al conocimiento de la biología evolutiva en sistemas parásito-hospedero, proponiendo hipótesis sobre sus patrones biogeográficos y coevolutivos. Explica que el segundo aspecto, "relacionado con la descripción de la diversidad de la fauna helmintológica mexicana", lo ha llevado a describir 20 especies y tres géneros nuevos para la ciencia, además de producir una enorme cantidad de información sobre esta fauna. A partir de sus estudios, ha propuesto algunas ideas sobre los patrones de diversidad de helmintos en vertebrados silvestres del país, así como el importante papel de los parásitos para el estudio de la biodiversidad y conservación de los recursos bióticos.

Asimismo, el doctor Pérez Ponce de León ha dedicado la mayor parte de sus estudios a la biogeografía histórica de las comunidades de helmintos que parasitan a peces dulceacuícolas mexicanos, con dos sistemas de estudio bien definidos: uno relacionado con la biogeografía histórica de la Mesa Central de México, y el otro con la biogeografía histórica de los helmintos que

parasitan a peces siluriformes (bagres) en América del Norte.

Su trabajo resulta valioso en más de un sentido. Por una parte, apunta, "además de la importancia que tienen como marcadores biológicos, contemporáneos e históricos, los parásitos son agentes causales de enfermedades en los peces", lo que provoca un impacto en la actividad de comercialización de productos pesqueros. Más aún, "cuando éstos son reproducidos en estanques, existe un enorme riesgo de que sean parasitados, con la consecuente mortalidad masiva que afecta la acuicultura". Añade que la especie humana también puede infectarse al consumir carne de pescado crudo, como en el ceviche, si éste contiene larvas infectivas de helmintos.

Sin embargo, aclara que esta información es resultado del conocimiento que surge a partir de los proyectos concebidos para describir la fauna de helmintos que parasitan a los peces del país; "al describir la diversidad de este grupo de organismos, encontramos aquellas especies que real o potencialmente pueden ser causantes de enfermedades, tanto en peces como en la población humana, riesgo que hemos señalado en algunas ocasiones", indica.

Por ello, subraya que documentar la biodiversidad es una tarea a la que están dedicados los taxónomos, debido a que se ha identificado solamente una pequeña fracción de la biota (conjunto de flora, fauna y microorganismos) que nos rodea. "Las estrategias para hacer uso de la biodiversidad y establecer áreas de conservación requieren de información derivada de inventarios bióticos", y en ello radica una parte muy importante de esta labor, precisa, y añade que "el **Instituto de Biología** de la Universidad Nacional Autónoma de México es líder en la generación de tal conocimiento".

Este mérito le valió el reconocimiento de la AMC, que el doctor Pérez Ponce de León desea compartir con su esposa e hijos, y también con sus estudiantes, que "han tenido un papel muy importante para generar la información de estos estudios", al igual que los investigadores nacionales y extranjeros con los que ha colaborado.

Para comprender la danza molecular

Verónica Guerrero Mothelet

Las moléculas, unidades mínimas de una sustancia que conserva sus propiedades químicas, están formadas por átomos. Por ello, cuando queremos describirlas es necesario establecer el tipo y cantidad de átomos que la forman, y determinar la unión de unos con otros (conectividad), así como su configuración. "De estas relaciones surge la estereoquímica", que estudia la disposición espacial de los átomos o grupos de ellos en las moléculas, y sus efectos sobre la reactividad molecular (la capacidad de una molécula de ser transformada por otra), explica el **doctor Gabriel Eduardo Cuevas González Bravo, del Instituto de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México (IQ-UNAM)**.

Se sabe que muchas reacciones químicas implican un cambio en la conformación molecular del sustrato o sustancia que se va a transformar; esto es, una alteración en la disposición espacial de sus átomos, producida por la rotación de éstos en torno de los enlaces que los mantienen unidos. Ello origina diferentes arreglos, y generalmente las moléculas prefieren adoptar aquellos que las hacen estables.

El estudio de cómo las moléculas adoptan arreglos estables permite explicar muchos procesos, y su conocimiento podría aplicarse en varias industrias; por ejemplo, en el diseño de fármacos. El doctor Cuevas ha dedicado más de siete años al estudio de estas propiedades conformacionales y reactivas de los compuestos químicos, cuyo aporte al avance científico le ha merecido el Premio de Investigación 2002 de la Academia Mexicana de Ciencias (AMC), en el área de ciencias exactas.

El investigador refiere que se ha encontrado que el arreglo conformacional de las moléculas en general puede depender de la disposición relativa que adoptan los pares de electrones no compartidos de los átomos, o los enlaces de alta energía de la molécula, en relación con enlaces que son buenos aceptores (que tienen capacidad de aceptar electrones). Estos efectos, que permiten el movimiento electrónico, dependen de la disposición espacial y se denominan efectos estereoelectrónicos, muy importantes porque afectan la energía molecular.

Entender las moléculas pequeñas permite conocer a macromoléculas como las proteínas. Para ello, estudia compuestos sintetizados en laboratorio, que se someten a resonancia magnética nuclear, técnica que permite determinar cómo se comportan los núcleos de los átomos bajo la influencia de un campo magnético intenso, y a partir de los resultados puede conocerse su conformación. "La Química Computacional es una herramienta útil para conocer por qué una molécula tiene un comportamiento determinado, y ha gozado de un gran desarrollo reciente gracias a que se dispone de programas eficientes y computadoras de alto rendimiento", afirma.

Este conocimiento puede aplicarse para comprender cómo suceden las reacciones químicas, o qué hace a una molécula capaz de producir una respuesta biológica, y son de interés para la industria química, al ofrecer la posibilidad de aumentar la actividad de fármacos y optimizar las condiciones en las que se preparan los compuestos, señala el doctor Cuevas González Bravo.

Subraya que "existen diversas evidencias experimentales acumuladas a lo largo de varios años que permiten establecer que tanto la geometría como la reactividad de las moléculas están sujetas al control estereoelectrónico". De allí la importancia de sus estudios en esta área, que complementa con la actividad docente, "fundamental para el crecimiento de la química en México y parte inherente de la actividad científica".

De hecho, considera que "es importante señalar que la investigación es una labor de equipo", por lo que agradece a estudiantes, maestros, colegas y autoridades que en su momento le aportaron enseñanzas enriquecedoras, así como los recursos esenciales para el desarrollo de su trabajo. En ese sentido precisa que, aun con el apoyo económico de la UNAM y el Conacyt, algunas veces éste no es suficiente, por lo que "la inversión del Estado en investigación debe acrecentarse, facilitando el desarrollo de ciencia y tecnología, piedra angular para el avance del país".

Diagnóstico del dolor emocional

Efrén Echeverría Rubio

Las palabras tienen un impacto y peso distinto en cada persona, de acuerdo con su experiencia individual. Por ejemplo, algunas relaciones del término dolor con una enorme opresión al marcharse un ser querido; otras tal vez lo asocien a una experiencia mística o dentora; o habrá quienes incluso lo perciban como estimulante del placer.

Cualesquiera que sea el caso, el dolor es una experiencia subjetiva; es decir, variable en grado e intensidad de un sujeto a otro, y depende del estado de ánimo, personalidad y circunstancias en las que suceden los fenómenos que lo provocan. Asimismo, consisten en una sensación desagradable que indica un daño real, potencial o mental en el cuerpo de quien lo padece, lo que merma su calidad de vida.

Esta vivencia individualizada ha representado un verdadero desafío para los profesionales de la salud en cualquier especialidad, pues como hasta hace poco no se contaba con indicadores objetivos y confiables del nivel o intensidad de las sensaciones del paciente, los médicos le suministraban algún tratamiento farmacológico, eléctrico o psicológico basado en diagnósticos y probabilidades para coadyuvar a reducir o eliminar los insoportables efectos dolorosos.

Ante ello, el especialista en retroalimentación biológica **Benjamín Domínguez Trejo, de la Facultad de Psicología de la Universidad Nacional Autónoma de México**, junto con un equipo multidisciplinario de ingenieros, médicos y biólogos, desarrolló dispositivos electrónicos y digitales que miden y monitorean marcadores fisiológicos como temperatura, presión y estrés, a fin de conocer el grado de actividad emocional de los pacientes con dolor, ya que esto permite definir el tiempo, recursos y tipo de terapia que necesitará cada individuo.

El funcionamiento del **dispositivo desarrollado en la UNAM –llamado Jacobo IV-** permite hacer lecturas de temperatura corporal en dos puntos distintos lo que brinda al especialista la posibilidad de observar, en pantallas electrónicas y mediante sonidos, el estado fisiológico en que se encuentra el paciente.

Cuando existe tensión muscular por dolor o estrés, la sangre del cuerpo se concentra en los músculos largos (bíceps, piernas), tornándolos rígidos, por lo que baja la temperatura periférica –como la de las manos-, y sucede lo contrario cuando existe relajación o tranquilidad.

Estos indicadores luminosos y auditivos que despliega *Jacobo IV*, hacen posible que tanto médicos como pacientes entiendan mejor el lenguaje del cuerpo, obteniendo un control emocional de mayor tolerancia ante el dolor, afirma Domínguez Trejo, ganador del premio a la Innovación Tecnológica *León Balik*, que otorga la UNAM.

Refiere que al paciente con dolor se le explica y muestra en la pantalla de *Jacobo IV* que cuanto está deprimido, tenso o con ansiedad, tendrá diferencias de temperatura en su organismo, lo que aumentará su sensación de dolor. Ante ello, le enseñan técnicas de relajación u otro tipo de terapias psicológicas, enfocadas a mejorar la situación emotiva de la persona. Al poder observar dichas diferencias en cuerpo y relacionarlas con sensaciones de dolor, buscará de manera deliberada nivelarlas, al tiempo que sienta la disminución del dolor.

Este desarrollo tecnológico permite verificar formal, objetivo y numéricamente el funcionamiento de este tipo de técnicas psicológicas. Además, sirve para mostrar la estrecha relación existente entre la parte sentimental y social del individuo (la manera como reacciona ante amenazas y adversidades de la vida) con el sistema nervioso autónomo, el cual reula procesos internos del organismo que no requieren de un control constante como las acciones reflejas (latidos del corazón, digestión).

“Un paciente con este tipo de recursos tecnológicos puede modificar deliberadamente esa percepción de la intensidad del dolor; no es que desaparezca el sufrimiento, sino que lo puede controlar. Si logra bajar su sensación, puede volver a realizar actividades normales”, concluye.

Aeropartículas y sus efectos en padecimientos respiratorios

Yolanda Rojas

En muchas ciudades del planeta la mezcla y concentración de contaminantes producidos por la quema de combustibles fósiles son tan altos, que causan enfermedades e incluso muertes en la población más vulnerable, como las personas de edad avanzada y los niños.

En México, por ejemplo, estudios epidemiológicos han demostrado que los niveles excesivos de monóxido de carbono, ozono y otras partículas suspendidas emitidas por la industria, calefacción, electricidad y automóviles incrementan los padecimientos respiratorios y cardiovasculares. Tan sólo en el Distrito Federal el envenenamiento de plomo originado por la combustión de coches y camiones ha ocasionado que varios infantes tengan problemas de aprendizaje, y que algunos adultos mayores sufran de hipertensión arterial o desarrollen cáncer pulmonar.

De acuerdo con la **doctora Irma Rosas Pérez, titular del Programa Universitario de Medio Ambiente de la Universidad Nacional Autónoma de México (PUMA-UNAM)**, "todos esos efectos nocivos se deben a las partículas suspendidas que, además de contener sustancias toxicológicas importantes, también transportan una gran cantidad de polvo y materia fecal". Así, cuando se inhalan y conducen por el tracto respiratorio posibilitan el paso a una gran cantidad de bacterias (como la *Escherichia coli*), hongos y residuos orgánicos que producen reacciones inflamatorias en el organismo humano.

Pero el análisis de las propiedades toxicológicas e inflamatorias de esas partículas es todavía incipiente, y prueba de ello es que "cada vez que hay contingencia ambiental, regularmente por ozono, el gobierno aplica la normatividad internacional sin tomar en cuenta que la polución generada

en las zonas urbanas del país es totalmente distinta, tanto en composición como en concentración e incluso hasta en sus mismos cuadrantes", indica.

Preocupada por esta situación, la también investigadora del Centro de Ciencias de la Atmósfera encabezada desde el 2000 un proyecto titulado *Caracterización de aeropartículas y sus efectos en enfermedades respiratorias* que, coordinado por el PUMA, integra también a

especialistas de los institutos de Geología y Física de la UNAM, así como del Instituto Nacional de Cancerología, la Universidad Metropolitana y la Fundación México-Estados Unidos.

El proyecto tiene un presupuesto de tres millones de pesos y su objetivo es aportar evidencia científica sobre los componentes físicos, químicos y biológicos de las hasta ahora tres clases de partículas monitoreadas en la calidad del aire (IMECA): suspendidas totales (PST), menores a 10 micras (PM). Cabe citar que los IMECAS también miden el índice de ozono.

Las suspendidas totales, explica la bióloga, generalmente provienen de ex lagos o tierras erosionadas que, al ser levantadas por el viento, transportan e incorporan a una gran cantidad de materia orgánica, heces fecales y polvo, entre otras cosas. Las PM son más diversas y pueden originarse tanto del suelo, como de los contaminantes producidos por la industria. Su estructura involucra metales pesados y de transición, sustancias tóxicas e hidrocarburos. En tanto, las PM., contienen todo lo anterior mas elementos dañinos estrechamente ligados a la combustión de gasolina, diesel, aceites y petróleo, por lo que su composición es sumamente compleja.

Hasta ahora, refiere la doctora Rosas Pérez, los parámetros de contaminación permisibles en la Ciudad de México son de 265 microgramos por metro cúbico de aire para las PST, de 150 para las PM, y de 50 microgramos para las PM, sin contemplar que a ciertas horas del día y en diferentes estaciones del año, puede haber lugares donde se sobrepasa la norma. Con frecuencia se trata de zonas industriales y de mucha actividad vehicular.

En este sentido, "actualmente estudiamos de qué están compuestas, a fin de entender cuáles son sus efectos reales en los sistemas biológicos. Estos aspectos nos permiten hacer recomendaciones para que, en el largo plazo, el gobierno desarrolle una normatividad más eficiente y adaptable al contexto mexicano", apunta la doctora Irma Rosas.

Evidencias científicas

Para analizar los efectos citotóxicos y proinflamatorios de las partículas suspendidas, los especialistas de la UNAM han obtenido muestras del Norte, Sur y Centro del DF, mismas que aislan

en grandes contenedores para luego caracterizarlas y observar su actividad en organismos celulares y bacterias. En este último caso realizan pruebas *in vitro* con material genético de cepas *E. Coli*.

Los resultados preliminares indican que las partículas PM provenientes del Norte de la ciudad tienen más influencias sobre las células del tejido conectivo, que las del tejido epitelial. Asimismo, la inducción de procesos inflamatorios fue mayor en las partículas del Centro, que para las del Norte o Sur de la capital.

Por otro lado, los aumentos observados en la movi-mortalidad de diversas ciudades del mundo han llevado a los científicos a suponer que las partículas PM, son las de mayor peligro par ala

población. Sin embargo, muchos de los problemas sanitarios (respiratorios, cardiovasculares y cancerosos) asociados a ellas aún son inexplicables, aunque "creemos que la respuesta radica en su complejidad, origen y tamaño aerodinámico. Esto sugiere que hay que ser más estrictos en la emisión de contaminantes industriales y quema de combustibles fósiles".

La doctora Rosas Pérez comenta que para acelerar la investigación en mecanismos más completos como ratones o hamsters, emplearán cámaras de exposición a estas partículas a través de un convenio de colaboración académica con la Universidad de los Ángeles, California. Por último, informa que las conclusiones de este trabajo serán publicadas a finales del 2003 en revistas de arbitraje internacional.

FOLIO 122 BIOTECNOLOGÍA

Centinela de los campos magnéticos

Yolanda Rojas

Con apenas dos milímetros de tamaño y un periodo de vida cercano a los 15 días, la *Drosophila melanogaster* o mosca del vinagre es el mejor sistema vivo conocido hasta ahora, pues ha permitido a los científicos comprender desde los patrones universales de la genética y trasmisión hereditaria, hasta algunos de los mecanismos evolutivos, cambios o mutaciones de las especies. Incluso, este singular y noble insecto, ampliamente utilizado como material experimental a partir de 1906, comparte con los humanos muchos de los genes responsables del cáncer o del mal de Parkinson, enfermedades que a futuro podrían combatirse con el análisis de sus 13 mil 600 genes y un ADN (ácido desoxirribonucleico) formado por 160 millones de pares de bases. En resumen, un prototipo ideal para entender la complejidad del genoma humano.

La **doctora Patricia Ramos Morales**, profesora del **Laboratorio de Genética de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (FC-UNAM)**, explica que la mosca del vinagre --también llamada mosca de la fruta-- sirve para muchas investigaciones en diversos organismos, y ha proporcionado claves sobre el modo en el que los humanos oyen, mantienen el equilibrio o desarrollan el sentido del tacto. De hecho, este díptero (de dos alas) puede volar sin chocar contra los muros, tiene tejidos, nervios, músculos, memoria y comportamientos complejos, por lo que también es "caballito de batalla" en

biología, química, psicología y otras ciencias interesadas en descifrar su analogía con los mamíferos, añade.

Además de la gran cantidad de información que se ha generado en torno a esta útil mosca de ojos rojos, la especialista comenta que actualmente existen amplios bancos de cultivo de cepas disponibles para la investigación, y uno de ellos es el *Drosophila*

Stock Center México, un reservorio perteneciente a la FC-UNAM que vincula a las universidades e institutos latinoamericanos con los bancos -- públicos y privados-- de germoplasma de *D. Melanogaster* más importantes de Estados Unidos.

Este banco de cultivo, que dentro de poco cumplirá 25 años al servicio de la comunidad universitaria, no sólo es reconocido internacionalmente por mantener, conservar y producir materiales biológicos in vivo, sino también por dar apoyo y asesoría a la docencia en biología y genética.

Para tal fin, la doctora Ramos Morales indica que ella y su equipo crearon un manual de referencia sobre la mosca de la fruta, mismo que actualmente funge como libro de texto en diversos países del mundo. Asimismo, ofrece, en tiempo, forma y a bajo costo, paquetes didácticos

mediante los cuales los estudiantes comprenden algunas de las leyes de Mendel. "Cada paquete consta de una cámara pequeña para dormir al insecto, así como de una cruce completa (hembra y macho, con su respectiva descendencia) de cepas de *Drosophila* previamente sometidas a cambios genéticos. De esta manera, los estudiantes y profesores observan, en aproximadamente dos horas, las características físicas --por ejemplo, tamaño, peso y color-- de cada generación de mosquitos: padres, hijos y nietos".

Una de las ventajas ofrecidas por estos organismos, que se alimentan de frutas putrefactas o del vino fermentado, es que su ciclo de reproducción y vida es relativamente corto, "de tal suerte que si se cultivan en ambientes controlados, se obtienen tres generaciones distintas en un promedio de 10 días", señala.

La hembra, explica la bióloga, deposita en cada cruce cerca de 500 huevos, de los cuales salen las larvas que luego se transforman en pupas (pequeñas capsulitas parecidas a las de la mariposa). Finalmente, estas pupas sufren una metamorfosis dando lugar a los ejemplares adultos, mismos que volarán para aparearse y comenzar de nuevo el ciclo.

Su particular proliferación, aunada a la facilidad con que sus genes mutan, "posibilita producirlos a gran escala sin instrumentos o equipos sofisticados, lo que permite aplicar un alto nivel estadístico en el análisis de los experimentos. Además, garantiza a los docentes y alumnos la confiabilidad de los resultados, ahorrándoles tiempo, dinero y esfuerzo en cada práctica de laboratorio", subraya.

Las células de numerosos organismos hablan el mismo idioma, por lo que no es extraño encontrar semejanzas entre los procesos biológicos de seres totalmente diferentes, como la levadura, gusano, *D. Melanogaster* o el ratón, de los que ya se obtuvo su mapa ge-nético. Los avances logrados con estos sistemas permitirán a los científicos conocer algunos de los mecanismos de búsqueda e identificación de los genes implicados en el caso del ADN humano.

En el Laboratorio de Genética de la UNAM, la doctora Patricia Ramos efectúa ensayos genéticos con cepas de la mosca de la fruta, los cuales consisten en exponerlas a diferentes contaminantes de la ciudad de México. Poseen dos modelos experimentales de *Drosophila*: la de cultivo, y aquella que vive en el área metropolitana, denominada México 2000.

Ante la variedad de reactivos químicos, los resultados obtenidos a la fecha revelan que la mosca de laboratorio reacciona de forma muy distinta a la de la ciudad, y que incluso ambos insectos, amén de su igual metabolismo interno, han demostrado ser capaces de discernir sustancias, en especial las de difícil detección por métodos químicos.

De otro lado, la experta ha observado que los insectos manifiestan un mejor mecanismo de defensa cuando son sometidos por poco tiempo a una mayor exposición tóxica, fenómeno que no ocurre al invertir las variables. En este último punto, las cepas de *Drosophila* son más vulnerables y exhiben mutaciones con rapidez, entre ellas defectos anatómicos o celulares (cáncer).

A su vez, la cepa México 2000 es menos propensa a los embates de las sustancias tóxicas, en comparación a su homóloga controlada. Sin embargo, la doctora Ramos precisa que "la debilidad de una puede ser la fortaleza de otra", hipótesis que hasta ahora es producto de una mera especulación.

Estos hallazgos preliminares son interesantes porque la mosca comparte con los humanos muchos de los genes responsables de ciertas enfermedades. Por eso, usarla de centinela "nos ayudará a prevenir o anticipar eventos que a futuro podrán afectarnos como especie", concluye. Uno de los propósitos de la entrevistada es que los resultados finales de sus investigaciones sean publicados en el 2004 en revistas de arbitraje internacional.

Investigando a la diabetes

Efrén Echeverría Rubio

La Organización Mundial de la Salud calcula que existen en el mundo 150 millones de personas con diabetes mellitus, enfermedad incurable que avanza con la edad y llega a ser mortal cuando no se controla adecuadamente.

El panorama futuro de esta pandemia se complica, ya que de continuar la actual tendencia en el ritmo de c De nuevos casos, para el año 2025 la padecerán 300 millones de personas. A grandes rasgos, la diabetes se caracteriza por una insuficiencia parcial o total del páncreas para producir la proteína llamada insulina, sustancia indispensable que permite a las células del organismo emplear la glucosa, un elemento energético necesario para realizar sus funciones. Así, una marcada alteración o irregularidad del mecanismo celular desencadena serios problemas en el desempeño de diversos órganos, mermando con ello la calidad de vida de la persona que la sufre.

Para atender este padecimiento, se han desarrollado una serie de terapias farmacológicas, físicas y médicas enfocadas a retardar o disminuir sus graves complicaciones (pérdida de la vista, amputación de miembros, insuficiencia renal, entre otras), sin que hasta ahora se haya encontrado una cura. Ante el espectacular avance de la diabetes y debido al enorme costo social y económico que representa, en el mundo existen grupos de científicos concentrados en la búsqueda de claves que permitan dar respuesta a esta pandemia. Como parte de estos esfuerzos, especialistas del **Instituto de Fisiología de la Universidad Nacional Autónoma de México (IFC-UNAM)**, encabezados por la doctora **Marcia Hiriart Undanivia**, descubrieron que una sustancia clásicamente relacionada con el desarrollo del sistema nervioso, conocida como Factor de Crecimiento Neuronal (FCN), también se genera en el páncreas y aumenta la secreción de insulina, hallazgo que abre la posibilidad de obtener respuestas futuras a algunos de los enigmas la diabetes.

En entrevista, la doctora Hiriart Undanivia relata que su investigación inició debido a un debate internacional por establecer la procedencia embriológica de las células beta pancreáticas. Algunos científicos situaban su origen en la capa celular más externa del embrión llamada ectodermo, a partir de la cual se desarrolla el sistema nervioso. Este antecedente orientó sus

esfuerzos a la realización de pruebas para conocer la reacción de las células beta de rata en cultivo celular, ante la presencia del Factor de Crecimiento Neuronal.

Menciona que las células beta poseen receptores que responden al FCN de diversas maneras. Por un lado, este factor induce cambios en la forma de las células beta cultivadas y las vuelve parecidas a las neuronas; además, les aumenta la secreción de insulina. En el caso contrario, la especialista ha observado que cuando se bloquean o neutralizan dichos receptores disminuye la secreción de insulina estimulada por glucosa hasta en un 40 por ciento y se acelera la muerte celular hasta en un 30 por ciento, lo que indica que el FCN puede regular el funcionamiento y sobrevivencia de las células beta.

El descubrimiento más importante de Hiriart, hasta el momento, es que el FCN no sólo tiene efectos fisiológicos importantes en las células beta, sino que estas mismas células también producen este factor, de manera que el FCN puede autorregular la secreción de insulina en las células beta.

Aclara que otros grupos de investigación informaron en la literatura que en pacientes con diabetes y en modelos animales diabéticos, existe una disminución de la concentración de FCN en la sangre. Al relacionar este dato con sus investigaciones, la especialista postula que esa reducción de FCN circulante puede deberse en parte a que las células beta dañadas por la enfermedad lo producen en menor cantidad. Apunta que la carencia del FCN se ha asociado a la neuropatía diabética, una de las complicaciones de la diabetes. El padecimiento se caracteriza por una degeneración de los nervios periféricos del individuo, lo que ocasiona pérdida de la sensibilidad, lo cual --al paso del tiempo y sin un control adecuado-- puede propiciar complicaciones como la gangrena y hacer necesaria la amputación del pie.

La alteración de los niveles de FCN relacionada con las complicaciones de la neuropatía diabética ha llevado al grupo universitario a encaminar sus investigaciones hacia el análisis de diversos estímulos que favorecen la producción de insulina en las células beta.

La doctora Hiriart señala que la liberación de insulina es un proceso complejo. Uno de los

estímulos más potentes para la síntesis y la secreción de insulina es la glucosa (se obtiene de los carbohidratos y azúcares ingeridos en los alimentos), que al entrar a las células beta es metabolizada; es decir, transformada en productos que liberan la energía necesaria para realizar las funciones celulares básicas. Para que la insulina pueda ser secretada es necesario que entre calcio a la célula desde el medio extracelular, lo cual se lleva a cabo a través de unas proteínas llamadas canales de calcio, que tienen un poro que deja pasar calcio encontrado en la membrana de las células.

"Lo que hemos descubierto --explica la científica-- es que el FCN produce un aumento en la cantidad de canales de calcio en la membrana de las células, lo cual permite que entre más calcio y secrete más insulina".

Indica que el FCN tiene muy diversas acciones en las diferentes partes del organismo a donde llega. Por ejemplo, participa en el desarrollo de óvulos y espermatozoides, es secretado también en la hipófisis y en el sistema nervioso tiene un amplio espectro de funciones como el crecimiento y la sobrevivencia de cierto tipo de neuronas. Además, se presume que enfermedades como el Alzheimer pudieran estar asociadas con una disminución de la presencia del factor en el cerebro.

Advierte que "si bien el panorama de la lucha contra la diabetes se amplía con su descubrimiento de que se produce FCN en el páncreas y la estrecha relación de éste con la producción de insulina, todavía no se puede pensar en una aplicación directa. Probablemente en el futuro se podrán diseñar fármacos similares al FCN, que aumenten la secreción de insulina y ayuden al tratamiento de cierto tipo de diabetes mellitus", concluye.

FOLIO 124
Ciencia y Tecnología

Al rescate de los eucaliptos

Yolanda Rojas

Con el fin de reforestar regiones degradadas y semiáridas, hace casi un siglo se introdujo a México el *Eucalyptus camaldulensis*, un árbol originario de Australia y que hasta 1995 fue usado en la creación de áreas verdes para el Distrito Federal y zonas conurbanas.

La utilización de este eucalipto trajo al país diversas ventajas, entre ellas el crecimiento acelerado de la vegetación y arborización de rellenos sanitarios, así como la formación de barreras rompevientos y follajes resistentes a los embates de la contaminación ambiental.

Sin embargo, el oxígeno aportado por ese "robusto forastero" también conlleva un precio alto, ya que consume grandes cantidades de agua, afecta instalaciones urbanas donde es plantado (sus raíces levantan el pavimento y se introducen por el drenaje), y permite la entrada de enfermedades y organismos que afectan la sanidad forestal, especialmente de plantaciones comerciales. Tal es el caso del psílido *Glycaspis brimblecumbei*, una exótica plaga que desde hace tres años causa defoliación severa y muerte del eucalipto en 24 estados de la República.

De acuerdo con el **doctor Jesús Jaime Guerra Santos, especialista en fitosanidad forestal e investigador de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)**, se trata de un insecto que mide de dos a tres milímetros, es de color verde, naranja o café, y con alas transparentes. "Las hembras ovipositan en las hojas de los árboles, de las cuales emergen ninfas que tienen cinco instares o etapas de desarrollo. En su estado ninfal, el psílido inserta su aparato bucal para extraer de sus hojas la savia, al tiempo que construye un caparazón blanco (conchuela) que lo protege del clima y algunos depredadores hasta convertirse en adulto. Como mecanismo de defensa, el eucalipto excreta una mielecilla que facilita el crecimiento de hongos manchadores que oscurecen las hojas, evitan la fotosíntesis e incrementan la defoliación", explica.

En entrevista narra que la plaga se registró por primera vez en 1998 en árboles de la ciudad estadounidense de Los Ángeles, pero fue hasta el 2000 cuando ingresó a México por Baja California y luego apareció en Guadalajara, Jalisco, de donde se diseminó a otras entidades federativas. De esta manera, a principios del 2001 las autoridades suspendieron el cultivo de *E. camaldulensis* en todos los viveros nacionales y

plantearon como alternativa la poda de árboles dañados, pero el podarlos les producía estrés y además los nuevos brotes volvían a infestarse.

Ante el eminente temor de que se desplazara a Centroamérica porque no había forma de erradicarla definitivamente, la maestra Gloria Iñiguez, del Fideicomiso para el Desarrollo Forestal del estado de Jalisco (Fiprodefo), buscó la asesoría del doctor Donald Dahlsten, quien en el Centro Nacional de Control Biológico de la Universidad de California en Berkeley, Estados Unidos, comprobó que de entre ocho insectos parasitoides la avispa *Psyllaephagus bliteus* era la opción más eficaz para impactar la dinámica poblacional de la conchuela a niveles aceptables.

“Esta avispa es muy pequeña y vive en equilibrio con el *G. brimblecumbei* en los bosques australianos, ya que cumple la función de enemigo natural. Por esa razón fue transferida como pije de cría a la Universidad de Guadalajara (UDG) para su reproducción y liberación en los municipios afectados de Jalisco. Dicha labor le llevó a la maestra Iñiguez dos años, pero ahora la mejoría de los eucaliptos es bastante notable”, señala el doctor Guerra Santos.

Debido a que la plaga requería de una atención especial, el 30 de enero de 2002 la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales publicó la Norma Oficial Mexicana de Emergencia contra la Plaga, la cual consistió en aplicar una serie de medidas fitosanitarias para evitar su propagación en el mediano y largo plazo. Asimismo, determinó que el control biológico se llevaría a cabo con apoyo de instituciones de enseñanza e investigación.

En ese contexto se impulsaron tres importantes centros de reproducción de la avispa parasitoide *P. bliteus* para el combate de la conchuela del eucalipto. El primero de ellos se estableció en la UDG en coordinación con Fiprodefo y la Comisión Nacional Forestal (Conafor); el segundo en la Universidad Autónoma de Chapingo; y un tercero, asesorado también por Fiprodefo y apoyado por Conafor, en la Facultad de Estudios Superiores de Cuautitlán (FESC-UNAM), en donde el doctor Guerra Santos es responsable de la cátedra Fitosanidad Forestal.

El experto refiere que Chapingo actualmente proporciona un paquete tecnológico al gobierno del Distrito Federal, con el cual se han efectuado liberaciones de la avispa en varias delegaciones políticas. De igual modo, desde julio del 2002 un

grupo de investigadores de la FES Cuautitlán empezó a soltarlas en la propia Facultad, a fin de restaurar a los eucaliptos contaminados. “Ahora estamos en posibilidad de dispersarlas y monitorearlas mediante imágenes digitalizadas en el norponiente del Estado de México: Lago y Sierra de Guadalupe, Coacalco, Cuautitlán Izcalli, Tultitlán, Tlanepantla y Naucalpan, que son lugares con alto índice de infestación”, informa y agrega que en ese proyecto, exclusivo de la UNAM, también se requerirá la participación de los gobiernos municipales y Probosque.

Cabe destacar que la red de monitoreo es importante no sólo para ver el comportamiento del psílido antes y después del parasitoide, sino para verificar la efectividad en campo, la cual se alcanza en aproximadamente tres meses. “Las avispas se observan en el follaje, pero las conchuelas se contabilizan con trampas pegajosas; es decir, tapas de plástico a las que se coloca una tela amarillo fosforescente y aditivo de motor”, dice el también ingeniero agrónomo.

El proyecto, que cuenta con un presupuesto aprobado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y Conafor a través de un fondo sectorial, tiene por objetivo conocer cuáles son las condiciones ambientales que inciden en la fluctuación poblacional de la avispa y de la plaga. Para ello, los universitarios emplearán estaciones portátiles con objeto de medir la temperatura, humedad y precipitación, y los resultados preliminares serán presentados en marzo próximo en el Congreso Internacional de Meteorología a celebrarse en Cuba.

“Este punto es relevante, pues en México no se han hecho estudios al respecto, mientras que en Estados Unidos se sabe que el *G. brimblecumbei* puede llegar a matar a 15 por ciento de los eucaliptos durante el primer año y de 30 a 40 por ciento de ellos en el segundo. Es por eso que de no efectuarse actividades para su manejo y control en nuestro país, la conchuela podría ser un peligro para las plantaciones comerciales de eucalipto en el sureste mexicano, mismas que abastecen de pulpa a la industria papelera”, advierte.

Por otro lado, aclara que aunque para la gente podría parecer alarmante la reproducción y liberación (a gran escala) de las avispas no hay que preocuparse, ya que sólo se comen a la plaga sin perjudicar al hombre o a los animales. Incluso, una vez que cumplen su labor mueren al no encontrar alimento, por lo que sólo van a poder mantenerse en ambientes controlados.

Singular horno solar

CONACYT

Según el último censo, casi 25 millones de mexicanos usan leña para cocinar, lo que en algunas comunidades representa un grave deterioro de bosques, además de daños a la salud por la inhalación del humo que produce.

Una opción viable es el empleo de hornos solares, pero la mayoría de los modelos en existencia requieren ser reorientados a lo largo del día para operar correctamente.

Ante ello, especialistas del **Centro de Investigación de Energía de la UNAM (en el estado de Morelos)** desarrollaron un nuevo diseño del horno que sólo se reorienta cuatro veces por año, por lo que los alimentos no corren riesgo de quemarse. Así, podrían colocarse en la mañana y si hay suficiente Sol estarían cocidos al medio día o precocidos en caso de estar muy nublado. Estas características harán más fácil su aceptación entre los consumidores a los que va dirigido.

Aplica la UNAM programa de cirugía extramuros

Verónica Guerrero Mothelet

Es conocida la afirmación de que la naturaleza es sabia. Sin embargo, ciertas circunstancias en ocasiones provocan alteraciones a un nuevo ser durante la gestación y dan lugar a lo que se denomina defecto congénito. Pero cuando éste se manifiesta en el rostro, además de las limitaciones que causa a la persona, se agregan problemas psicológicos y emocionales que le obstaculizarán e incluso le impedirán un sano desarrollo. Uno de estos casos es el labio y paladar hendidos, que sólo distorsionan las fisonomía del rostro, sino provocan una serie de dificultades en procesos como el habla o la ingestión de alimentos.

La situación se agrava cuando se trata de niños que provienen de familias de escasos recursos, cuyos padres no saben, en la mayoría de los casos, que existe una solución, ignoran a dónde acudir para recibir ayuda; o bien, carecen de acceso a ésta por habitar en lugares apartados. Ante ello, **la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Autónoma de México (FO-UNAM)** inició hace 22 años programas de cirugías extramuros, a fin de ayudar a pacientes en distintos lugares de México.

El odontólogo Rafael Ruiz, jefe de la División de Cirugía Maxilofacial de la FO y uno de los

fundadores del programa, refiere que este defecto congénito es de etiología multifactorial, porque tiene más de 80 causas promotoras identificadas de labio y paladar hendido. Empero, agrega que “mucho de la predisposición detectada para los defectos congénitos en general (y no sólo para paladar hendido) se relacionan con la pobreza, principalmente la desnutrición, el uso indiscriminado de algunos medicamentos, embarazos mal cuidados, consanguinidad y posiblemente alcoholismo”.

Estos programas son un esfuerzo realizado entre los gobiernos municipales o estatales, a través del Sistema de Desarrollo Integral de la Familia (DIF), la Dirección General de Cirugía Extramuros y la propia Universidad, que facilita los especialistas y el material. El cirujano señala que “los DIF municipales y estatales reúnen a los pacientes y ofrecen las condiciones para trabajar, mientras que los especialistas universitarios efectúan las intervenciones”. Generalmente, Acuden a invitación de estas entidades, con la condición de que se formen programas ordenados a los que se dé seguimiento. “Fuimos por primera vez a Oaxaca, pero ya trabajamos en vinculación con la Universidad Autónoma Benito Juárez de ese estado que tienen cursos de postgrado

sustentados por la UNAM, a donde el DIF se encargará de enviar a los niños que requieren seguimiento o tratamiento complementarios, como odontopediatría y ortodoncia”.

El servicio ofrecido por la UNAM es totalmente gratuito, lo que resulta muy beneficioso debido al alto costo de estas operaciones, que el doctor Ruiz calcula en un promedio de 20 mil pesos cada una “y, en la mayoría de los casos, los pacientes requieren de más de una cirugía”, pues existen variantes de este defecto. El especialista explica que en algunas circunstancias que puede presentarse solamente el labio hendido (labio leporino); en otros, sólo el paladar (hablar gangoso), “pero lo más común es que sean ambas condiciones”.

En este contexto, el problema abarca desde la punta de la nariz hasta la úvula (campanilla), con una apertura del piso nasal, encía, reborde alveolar, paladar completo y distorsión en las estructuras nasales. Cuando es así, con la primera intervención solucionan la molestia del labio y en buen medida de la nariz. Con la segunda, operan el paladar y, en una tercera, pueden implantar un injerto de hueso en el reborde alveolar (el hueso que soporta los dientes). En este ejemplo se habla de tres operaciones, pero en muchos casos se necesita además revisar las cicatrices, dar una mejor conformación a la nariz, o efectuar algunas intervenciones a nivel de la garganta (faringoplastias) y, cuando la deformación es bilateral (en ambos lados), su solución resulta todavía más compleja. Subraya que aunque lo ideal es iniciar la cirugía cuando el paciente es bebé, siempre hay manera de ayudar a niños mayores y adultos. “El paciente más viejo que

hemos operado por labio hendido tenía más de 80 años”.

La incidencia promedio mundial de este defecto congénito es de uno en cada mil niños nacidos vivos. No obstante, existen zonas con una prevalencia mucho mayor, como Hawái, que tiene una de las más elevadas del mundo (uno de cada 200), o Japón (uno de cada 250). EL doctor Ruiz señala que aunque no se cuenta con estudios epidemiológicos en México, también se ha observado una ocurrencia importante.

“Tenemos en Campeche, donde se inició el programa hace 22 años, un registro mayor de 800 pacientes. Si hay 800 mil habitantes en el estado, hablaríamos de uno de cada mil, lo que es increíble. La cantidad explica que de esos 800 pacientes registrados, muchos en realidad llegan de estados adyacentes como Tabasco, Quintana Roo o Yucatán. Empero, el número de casos no deja de ser alto, ya que siempre que anuncian una convocatoria para atención es muy profusa. Relata que, “por ejemplo, el DIF de Oaxaca registró a treinta y tantos pacientes, pero al final llegaron ceca de 90, lo que generó la idea de realizar una segunda fase en agosto próximo”.

El equipo del doctor Ruiz ha visitado varias entidades, como Chiapas, Chihuahua, Nayarit y Torreón, y ahora se inicia en Oaxaca con un gran proyecto. “Hemos cubierto muchas áreas, pero los programas de cirugía extramuros que más seguimiento han tenido y se mantienen de forma constante son los de Campeche –a donde regresarán en el mes de mayo–, Hidalgo, Quintana Roo y Sinaloa”.

FOLIO 127
Ciencia y Tecnología

Química forense para combatir el crimen

Verónica Guerrero Mothelet

¿Existe el crimen perfecto?, o bien éste no es más que el resultado de una investigación pericial incompleta por parte del equipo de trabajo que contribuye en el proceso de indagación criminalística.

Cuando se ventilan en los medios las pesquisas y avances relacionados con el esclarecimiento de un delito, la gente suele concentrar su atención en personajes como el Ministerio Público (MP), los agentes judiciales o policías; no obstante, con

ellos colabora todo un grupo de expertos en áreas de balística, genética, medicina, ingeniería, antropología, grafología y química, sin cuya pericia resultaría difícil extraer las evidencias o señalar a un culpable.

El **químico fármaco biólogo Valentín Islas Pérez**, del Laboratorio de Evaluación de Fármacos y Medicamentos de la **Facultad de Estudios Superiores Zaragoza** de la Universidad Nacional Autónoma de México (FESZ-UNAM), refiere que

investigar un delito significa hurgar en el pasado de las personas, pero también en los objetos relacionados con la comisión del mismo, y aquí interviene la química forense o química legal, como también se denomina.

“Esta área especializada de la química nace de las metodologías de esta ciencia y auxilia al MP en el esclarecimiento de posibles delitos”, además de requerir de ciertas habilidades, experiencia y conocimientos. Su campo de acción es muy amplio e incluye disciplinas como el discernimiento de las técnicas químicas, toxicología, farmacología y nociones de derecho penal procesal, pues como el profesional se involucra en un ámbito de procuración de justicia, debe saber cuándo se valida o justifica su intervención, y hasta qué punto termina su responsabilidad.

“El trabajo de un perito en química forense es muy diverso y tiene muchas facetas”, comenta el experto Islas Pérez. “En ocasiones, colaboran con los médicos legistas analizando fluidos y tejidos biológicos, a partir de los cuales realizan un informe que turnan al médico o al MP”, en el que expone los resultados objetivos derivados de su estudio en el laboratorio, pero sin realizar ningún juicio de valor respecto al hecho investigado. “Entrega la información necesaria al médico legista para que éste realice el dictamen o al MP para que la valore y tome una decisión”, explica, y agrega que “en muchos casos, el químico es el elemento vital para definir el tipo de delito o aclarar algunas situaciones relacionadas con la mecánica de los hechos”.

A pesar de su importancia, la profesionalización de los peritos en química legal en México ha resultado un proceso lento y laborioso. El químico Islas Pérez relata que el inicio del estudio de esta disciplina data desde 1833 con los trabajos de toxicología del médico Luis Hidalgo y Carpio. Además, “el maestro José María Vargas, primer farmacéutico, publicó un documento sobre las decisiones judiciales a considerar por sus pares en casos de intoxicaciones. Se tienen referencias de que la carrera de farmacéutico tenía entre sus materias la de química legal”. Empero, casi a mediados del siglo XX, se fue eliminando en las universidades; eso sucedió, por ejemplo, con el plan de estudios de la Facultad de Química de la UNAM, y aunque muchas universidades cuentan con esta materia en la carrera de Químico Fármaco Biólogo (QFB), desafortunadamente la imparten de manera muy general y su contenido varía de una a otra”.

Una forma de acercarse a esta área es mediante el estudio de la criminalística, como hizo el propio investigador, a pesar de que el enfoque que se da a esta rama en México no se orienta mucho al trabajo de laboratorio. Señala que en el país, por

ejemplo, se confunden mucho los términos criminalística con criminología. La primera es, en sus palabras, “la ciencia relativa al estudio sistemático y científico de los indicios; en cambio, la criminología es la que se dedica al estudio de la conducta criminal, desde un punto de vista psicológico y psiquiátrico”. Confusiones de este tipo han desviado la orientación primordial de la criminalística. Así, aunque los abogados la llevan como una de sus materias y, de hecho, muchos criminalistas son abogados, esta disciplina implica una formación previa eminentemente científica. “Un criminalista debe tener bases científicas y la capacidad de definir, a partir de una muestra o indicio, qué método químico aplicar para identificarla o cuantificarla, o cómo adaptar el método a las condiciones de la muestra y del laboratorio”, indica el experto.

En el país, normalmente los peritos en química legal aprenden con la práctica. “Hoy en día, tanto la Procuraduría del Distrito Federal como la General de la República tienen institutos para formación profesional, en donde capacitan a la gente que trabajará como experta, pero están más orientados a la cuestión técnica”, afirma Islas Pérez, quien añade que percibe un divorcio entre las procuradurías y universidades e institutos de educación superior. A los diplomados anteriores, por ejemplo, han asistido peritos de las procuradurías, pero por iniciativa propia, ya que de momento no hay ningún convenio establecido de manera institucional.

En otros casos, los profesionales del área química cuentan con los estudios, pero carecen de experiencia, pues no es igual trabajar en un laboratorio y tomarse un año para investigar el contenido de una sustancia que trabajar con una muestra forense, cuyo dictamen debe estar en unas cuantas horas.

Para cubrir este vacío en la preparación de expertos, la FESZ inició en 1998 un diplomado en química legal con duración de 210 horas curriculares por casi nueve meses, y cuya tercera generación comenzó el pasado 8 de marzo. El QFB Islas Pérez, creador y coordinador del diplomado, explica que su esencia es teórica, pero incluye demostraciones prácticas en cada uno de sus cinco módulos, impartidos por académicos con niveles de licenciatura y maestría.

“Es el único diplomado de su tipo en México” y tal vez en dos generaciones más sirva como base para iniciar postgrados que incluyan maestrías y doctorados en química forense, puesto que la tendencia es avanzar hacia la especialización. Por lo pronto, la FESZ se ha convertido en punto de arranque para crear este tipo de especialidades impulsadas por su actual director, maestro Juan Francisco Sánchez Ruiz.

Aporte mexicano para telescopio español

Eduardo González

En la Isla de La Palma, España, se construye un telescopio con 36 segmentos ópticos que formarán un espejo primario de 10.4 metros de diámetro, uno de los mayores del mundo. En este proyecto participan importantes empresas europeas del ramo y un grupo de ingenieros mexicanos ganadores de una de las licitaciones internacionales. La alineación de cada uno de los segmentos la realizará una cámara de verificación, y es en el diseño y construcción de esta parte del instrumento donde México aportará su conocimiento.

El líder del proyecto y **maestra en ingeniería Beatriz Sánchez y Sánchez**, del **Instituto de Astronomía de la UNAM**, refiere que el proyecto ha sido posible al encadenar la investigación básica, desarrollo tecnológico y vinculación con el sector empresarial. “La derrama de conocimientos científicos y técnicos que se obtengan serán útiles para futuras investigaciones”, añade.

Comenta que anteriormente participaron en una licitación para otro instrumento del telescopio, y si bien la propuesta técnica fue de las mejores, la económica resultó demasiado elevada. Durante ese primer concurso la ingeniera reunió un grupo de especialistas del Instituto de Astronomía de la UNAM, del Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial de Querétaro (Cidesi), y la empresa VA Tech.

Cuando se presentó la oportunidad de concursar por la construcción de la cámara de verificación

del actual telescopio de La Palma, el grupo acordó reducir los márgenes de ganancia y absorber parte del costo de infraestructura para la fabricación: “lo importante era estar en el proyecto para ganar experiencia, obtener nuevos conocimientos y garantizar a nuestros astrónomos el acceso al telescopio”.

Por otra parte, señala que muchas cosas se han aprendido en la marcha. El Cidesi, por ejemplo, tiene experiencia probada en ensamblaje de líneas de proceso y conocimiento de sistemas de calidad, pero nunca había hecho instrumentos científicos cuyas tolerancias y precisión son más severas que las industriales.

En el caso de la UNAM, se requirió de un trabajo integral, pues el diseño debía cumplir una alta confiabilidad en su funcionamiento y fácil reparación en caso de fallas. Instalar esta dinámica de trabajo fue difícil de lograr --indica Sánchez y Sánchez--, además de que encontrar una empresa que realizara la fabricación de las grandes piezas fue una búsqueda exhaustiva y sólo hubo una que logró cumplir al cien por ciento la normatividad exigida bajo una colaboración muy estrecha.

En cuanto al diseño, el grupo de investigación decidió dotarlo de un plus al integrarle un segundo sistema de verificación y calibración; de esta manera, puede realizar su labor usando uno o ambos métodos.

Enigmático mundo de las ondas cuasicristalinas

Verónica Guerrero Mothelet

La tecnología actual depende en gran medida del uso y aprovechamiento de los atributos y capacidad de los diferentes materiales, naturales o sintéticos. A su vez se traduce en la posibilidad de encontrar nuevos usos o mejorar los materiales que se conocen. Por esta razón, un artículo presentado por científicos mexicanos y españoles en la edición del 21 de marzo de la revista *Physical Review Letters* fue condensado en la selección semanal de su publicación hermana *Physical Review Focus*, dedicada a reseñar los trabajos más relevantes en la materia.

El artículo, escrito por los físicos mexicanos **José Luis Aragón Vera**, del Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada de la Universidad Nacional Autónoma de México (FATA-UNAM) y **Samuel Tehuacanero Núñez**, del Instituto de Física de la UNAM, en colaboración con el doctor Manuel Torres Hernanz y sus colegas de los institutos de Física Aplicada y de Acústica, del Consejo Superior de Investigaciones Científicas de España, tenía por objetivo entender cómo se mueven los electrones en un cuasicristal.

Su importancia radica en que, para conocer verdaderamente un material y poder aprovechar sus ventajas de forma práctica, antes debe estudiarse su esencia: estructura atómica y propiedades físicas. El doctor Aragón Vera, en entrevista con ID, refiere que “la primera significa la manera como se organizan los átomos dentro del material, y la segunda es consecuencia directa de esta organización”. Agrega que algunas propiedades muy importantes se relacionan con el transporte electrónico o de calor, que depende de la forma en que se mueven los electrones dentro de esa estructura atómica.

Hasta la década de los ochenta se pensaba que la materia sólida sólo se podía ordenar de dos maneras: una amorfa, cuya estructura es completamente desordenada, y otra cristalina, en la cual los átomos forman una estructura repetitiva (periódica) y ordenada. La mayoría de los metales son materiales cristalinos, y la herramienta matemática fundamental que ha servido a los físicos para calcular teóricamente sus propiedades de transporte se conoce como teorema de Bloch.

Para explicarlo, el físico señala que, desde el punto de vista cuántico, los electrones pueden comportarse como partículas, pero también como ondas. Por ello, para entender sus propiedades de transporte electrónico, basta con estudiar cómo se propaga una onda dentro de una estructura atómica que tiene la característica de ser periódica (como los cristales). El teorema de Bloch afirma que una onda se propaga en una estructura atómica periódica como una onda plana, que adopta la frecuencia y simetría de la estructura atómica.

No obstante, tanto este tipo de clasificación (cristalino-amorfo) como la dualidad entre orden y periodicidad se vino abajo con el descubrimiento de los cuasicristales, en 1984. El doctor Aragón Vera indica que éstos son aleaciones metálicas, con estructura atómica muy ordenada (como un cristal), pero sin periodicidad. Una analogía muy común de una estructura periódica es imaginar un baño recubierto con baldosas ordenadas con repetición. De igual forma, “el ejemplo clásico de un cuasicristal en una dimensión es la denominada cadena de Fibonacci”, añade. “Esta se forma de dos baldosas, una larga (L) y una corta (S), y se genera mediante las reglas de recurrencia (algoritmos) $S \rightarrow L$ y $L \rightarrow LS$ ”. Por otra parte, el ejemplo clásico de una estructura cuasiperiódica en dos dimensiones es el llamado mosaico de Penrose.

Para saber cómo conducen la electricidad estos materiales ordenados, pero sin periodicidad, se requiere describir la manera como se propagan los electrones dentro de ellos. Empero, debido precisamente al hecho de que carecen de periodicidad, en principio no puede aplicárseles el teorema de Bloch. Por ello, la pregunta central de los físicos del estado sólido, que estudian este tipo de materiales, ha sido cómo se mueven los electrones dentro de un cuasicristal o, lo que es equivalente, cómo se propaga una onda en una estructura cuasiperiódica.

El hallazgo

El investigador refiere que el primer experimento que ofreció una posible aclaración a este cuestionamiento fue publicado por el doctor E. Rotenberg y colaboradores en la revista *Nature* en el año 2000. En sus conclusiones, ellos informaron

haber observado, en regiones pequeñas que los electrones reflejaban la estructura atómica del cuasicristal de la misma forma como lo hacen en un cristal, de acuerdo con el teorema de Bloch. Sin embargo, dada la complejidad de la técnica experimental, no pudieron inferir lo que pasaba en una región mayor, donde el efecto de la cuasiperiodicidad es más acentuado y el fenómeno no quedó bien entendido.

El equipo del doctor Aragón Vera buscó el mismo resultado pero por otro camino, mediante una analogía clásica: observar la propagación de una onda de líquido (en lugar de electrones) en una estructura cuasiperiódica. Lo más interesante de su experimentación fue que en ésta, con el mismo líquido se formó la estructura cuasiperiódica. Para llevarlo a cabo, usaron básicamente una vasija plástica en cuyo fondo hicieron perforaciones en los vértices de una estructura cuasicristalina, similar al mosaico de Penrose, pero con simetría octagonal. Dentro de la vasija depositaron un líquido de alta densidad, formando una capa muy fina, y le aplicaron vibraciones verticales. “A los 35 Hertz, apareció un patrón cuasiperiódico robusto en el líquido, con la misma simetría de la estructura que forman las perforaciones”. Este patrón es consecuencia del acoplamiento entre las ondas horizontales que se generan por la vibración y el movimiento vertical del líquido.

Una vez adquirido el patrón cuasiperiódico, se lanzó un pulso transversal (golpeando la vasija por uno de sus costados); este pulso es una onda de

líquido propagada horizontalmente que atravesó la estructura cuasiperiódica.

“De esta manera, en un experimento muy simple, simulamos el paso de una onda (el pulso) a través de una estructura cuasiperiódica (patrón del líquido formado por las oscilaciones verticales)”, precisa el doctor Aragón Vera, quien subraya que sus observaciones confirmaron de manera contundente la sospecha que surgió del experimento con electrones; es decir, que “la onda que pasa adopta la simetría de la estructura que atraviesa, tal y como predice el teorema de Bloch”. Añade que, paradójicamente, ya que no se trata de una estructura periódica, la onda que la atravesó tampoco lo es.

“Tenemos entonces que, a pesar de que el patrón cuasiperiódico que formó el líquido carece de periodicidad, cuando una onda lo atraviesa se forman ‘ondas de Bloch’, por lo que podemos hablar de la aplicación, con ciertas restricciones, de este formalismo --tan útil en estructuras periódicas-- a los cuasicristales”, concluye el doctor Aragón Vera. Los cuasicristales tienen características de dureza, baja fricción, resistencia a la oxidación y la corrosión, baja conductividad térmica y eléctrica, así como inusuales propiedades ópticas. Por ello, pueden aplicarse en la industria automotriz, fabricación de moldes para equipos inyectoros de plásticos, o como protectores aislantes. Sus ventajas han impulsado a diversos grupos de investigación de países como Alemania, Estados Unidos, Francia y Japón a estudiar su estructura y aplicaciones.

FOLIO 130
Ciensalud

En pos de medicamentos mexicanos

Verónica Guerrero Mothelet

La presión sanguínea elevada se denomina hipertensión, también conocida como “el asesino silencioso”, puesto que puede padecerse durante muchos años sin saberlo. Este severo problema está determinado por la cantidad de sangre que bombea el corazón, así como por la que fluye por las arterias.

En general, la presión suele variar dependiendo de factores como la actividad, temperatura, e incluso el estado de ánimo. Una de sus dificultades es que, a diferencia de un reducido porcentaje de pacientes cuya hipertensión tiene causas identificadas (secundaria), en la mayoría de los casos se trata de hipertensión esencial, lo que significa que no existe una causa evidente, como alguna arteria bloqueada, por lo que es la

enfermedad crónica más frecuente en el mundo, ya que afecta a todas las poblaciones, principalmente en la cuarta y quinta décadas de vida, y es también uno de los principales factores de riesgo para infarto, apoplejía, o disfunciones en riñones y corazón.

La hipertensión esencial es, por tanto, multifactorial y muy compleja, señala la **doctora Luisa Martínez Aguilar**, profesora titular del área de **Farmacología en la Facultad de Estudios Superiores, campus Cuatitlán, de la Universidad Nacional Autónoma de México (FESC-UNAM)**. Agrega que, hasta hoy, no tiene una etiología definida, lo que dificulta mucho su tratamiento. A esto se suma el elevado costo de los fármacos de control más específicos, por lo

que a muchas personas se les receta medicamentos que no abordan directamente el problema, sino sus síntomas, por lo que a pesar de las terapias que llevan muchos pacientes hipertensos, continúan presentándose accidentes cerebro-vasculares.

Como una alternativa para contrarrestar el alto costo de los medicamentos importados, y encontrar a la vez moléculas cada vez más específicas para atacar la hipertensión, el laboratorio de la doctora Martínez Aguilar se unió al proyecto del doctor Enrique Angeles Anguiano, también investigador de la FESC, para el estudio y desarrollo de nuevas moléculas que resuelvan problemas específicos de la población mexicana.

La entrevistada refiere que el laboratorio básicamente se dedica a la síntesis de fármacos, que son elegidos dependiendo de los índices nacionales de morbi-mortalidad. “Entre éstos tenemos que los más altos corresponden a enfermedades cardiovasculares: hipertensión, insuficiencia cardiaca, infarto al miocardio y arritmias cardiacas”. De allí surgió su inquietud de desarrollar nuevos medicamentos dirigidos a estos padecimientos. Agrega que “formamos un grupo multidisciplinario, en donde interactuamos cuando nos compete algún tema”. En el grupo también se trabaja en moléculas dirigidas a enfermedades infecciosas o cáncer. “Yo me dedico a probar fármacos por medio de diseño asistido por computadora”, explica, principalmente dihidropiridínicos (antagonistas de calcio) y algunos compuestos antiarrítmicos, de los que se han derivado muchas moléculas, en las que ahora investiga una posible actividad antihipertensiva.

Por el momento, diseña (describe) el mecanismo de acción de dos moléculas; es decir, estudia su interrelación con diversos sistemas del organismo para conocer cómo corrigen la hipertensión arterial. Aún más interesante, es que estos compuestos no sólo pueden emplearse contra la hipertensión, sino también para infarto e insuficiencia cardiaca, ya que esos mismos sistemas se expresan en ambas enfermedades. La doctora Martínez Aguilar explica que “para producir la hipertensión, participan muchos sistemas del organismo, de los cuales, el que tiene el papel más importante es la enzima angiotensina-2, un vasoconstrictor muy potente”.

Ya hace varios años, cuando la especialista realizaba sus estudios de doctorado, consiguió determinar que la angiotensina-2 modula otros sistemas orgánicos, como el alfa-1 adrenérgico, que provoca constricción de venas, por lo que es un participante de gran relevancia en la hipertensión. “En mi tesis de doctorado, estudié varios sistemas que se expresan después del infarto y, bloqueándolos con fármacos

antihipertensivos, evité el desarrollo de insuficiencia cardiaca en ratas a las que había inducido infarto miocárdico experimental. Así, logramos aplazar la aparición esos eventos dañinos que instalan la insuficiencia cardiaca”, explica. Esto significa que los mismos compuestos pueden ser útiles no sólo en hipertensión, sino para mejorar los eventos post-infarto miocárdico y para evitar que se llegue a desarrollar una insuficiencia cardiaca.

En cuanto a las moléculas que sintetizan en su laboratorio, “necesitamos saber si su función se produce a nivel de bloqueo de la angiotensina-2 o de otras enzimas, pero todavía faltan algunos estudios”. Se refiere a los estudios in vitro, que se realizan con preparaciones de vasos sanguíneos, que se pueden iniciar con pequeños cortes de aorta de rata. “Hasta ahora, los estudios que hemos efectuado, en los que ya determinamos el efecto antihipertensivo de las moléculas, han sido en ratas anestesiadas o hipertensas espontáneas (una cepa que es genéticamente hipertensa)”. En general, comparan sus compuestos, en modelos de rata consciente y rata anestesiada, con la acción de los tres medicamentos más innovadores que existen en el mercado.

Una vez determinada su efectividad, la siguiente etapa consiste en describir sus mecanismos de acción (farmacodinámica). “Necesitamos ingresar a esta fase para conocer por qué lo hacen, para saber con qué receptores actúan y sobre qué sistemas”, indica la doctora Martínez Aguilar. Añade que esto debe determinarse, porque los antihipertensivos actúan por medio de mecanismos muy variados. “Es igualmente importante que continúe el estudio de esta enfermedad, porque se ha observado que en la hipertensión se expresa un mecanismo predominante; empero, una vez que éste se apaga con algún fármaco, se enciende otro... y así sucesivamente”.

La determinación de la farmacodinámica implica un proceso muy elaborado, que requiere de costosos equipos y sistemas de cómputo especializados. Afortunadamente, el doctor Angeles Anguiano consiguió un convenio con el laboratorio All Pharma, quienes están muy interesados en los compuestos que se desarrollan en la FESC. “El objetivo final, al contar con este convenio, es desarrollar las sustancias en un medicamento que pueda comercializarse”, precisa la doctora Martínez Aguilar. “Ya se comenzó y hay mucho avance en los fármacos anti-infecciosos, y la segunda parte corresponde a los cardiovasculares, de cuya valoración biológica soy la responsable”, agrega.

El laboratorio entregará en breve el equipo necesario para determinar el mecanismo de

acción de las moléculas estudiadas, que se realizará en colaboración con la doctora Ana Velásquez, experta en el diseño asistido por computadora. “De esta manera, amalgamamos la parte biológica con la teórica, de donde se determinarán los llamados Estudios Relación Estructura Química/Actividad Biológica”, subraya la investigadora Martínez Aguilar.

El proyecto cardiovascular comenzó hace 10 años, pero en virtud de este apoyo avanzará con mayor rapidez. “Probablemente en dos o tres años se tendrá el desarrollo de una molécula, porque una vez descrito el mecanismo y conociendo sus funciones, inmediatamente se harán los estudios toxicológicos y pre-clínicos y se comenzará a

trabajar paralelamente en muchos aspectos”, señala la investigadora.

Así, “al terminar el modelo, su síntesis y aspecto biológico bien vinculado y organizado, será rutina efectuar los cambios y análisis, y de esto surgirá una gran variedad de moléculas más específicas”.

En el proyecto general participan muchas personas, entre investigadores, académicos y estudiantes. “Sólo en la sección dedicada a medicamentos cardiovasculares, tenemos a 12 estudiantes integrados. Además, cada vez existe mayor relación con otras áreas, y lo más relevante es haber conseguido un convenio con la industria farmacéutica, que promoverá productos diseñados de origen mexicano”, concluye la doctora Martínez Aguilar.

FOLIO 131
Ciencia y Tecnología

Fármacos a partir de caracoles marinos

Yolanda Rojas

Durante los últimos 20 años se ha incrementado la investigación de compuestos naturales con actividad biológica y, aunque su búsqueda se ha dirigido especialmente al campo de la botánica, hoy en día la obtención de sustancias bioactivas aisladas de organismos marinos resulta de gran interés a la industria farmacéutica. Por ejemplo, el reciente descubrimiento de compuestos peptídicos y proteínicos (toxinas) derivados de organismos marinos ha estimulado un nuevo enfoque en el negocio de los medicamentos, al revelar propiedades antitumorales e inmunosupresoras.

Sin embargo, debido a la compleja composición química de los venenos de los invertebrados venenosos, sólo algunas toxinas de caracoles del género *Conus* se han podido caracterizar y sintetizar en cantidades requeridas para su evaluación y desarrollo como fármacos. Uno de ellos proviene del llamado *Conus magus*, cuya toxina produce un efecto analgésico entre mil y 10 mil veces más potente que la morfina, por lo que fue sometido a aprobación de la FDA para administrarse contra el dolor severo causado por padecimientos oncológicos, comenta el **doctor Manuel Aguilar Ramírez, investigador del Laboratorio de Neurofarmacología Marina del Instituto de Neurobiología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).**

Refiere que esta línea de investigación inició hace más de dos décadas con el doctor Baldomero Olivera, de la Universidad de Utah, Estados Unidos, y desde entonces científicos de diversos

países unen sus esfuerzos para estudiarlos más ampliamente en busca de aplicaciones terapéuticas. En ese sentido, el Laboratorio de Neurofarmacología Marina de la UNAM, encabezado por el doctor Edgar P. Heimer de la Cotera, colabora con especialistas nacionales y extranjeros en la captura, purificación y caracterización de las toxinas de los *Conus* (conotoxinas), a fin de conocer sus estructuras tridimensionales y blancos moleculares, que son los tipos de receptores y canales iónicos sobre los cuales actúan. Los canales iónicos son compuertas localizadas en las membranas de las células, las cuales se abren o cierran permitiendo la entrada de calcio, potasio, sodio u otros iones involucrados con el funcionamiento de los seres vivos. Gracias a esta labor, el doctor Aguilar Ramírez y sus colegas universitarios descubrieron péptidos (proteínas de bajo peso molecular resultantes de la unión de aminoácidos) con actividad nunca antes descrita sobre células musculares y neuronales, así como miembros de una familia de neuropéptidos endógenos desconocidos en venenos de animales ponzoñosos.

Dardos letales

Los coleccionistas ocasionales se ven atraídos por la variedad de diseños geométricos y delicado colorido de las conchas de los *Conus*, mientras que los experimentados buscan las especies más raras de caracoles para venderlas al mejor postor, pese a la dificultad de recolectarlas del fondo del

mar y sufrir los embates de su órgano venenoso. De las cerca de tres mil especies de caracoles marinos venenosos existentes en el mundo, las del género *Conus* son las más interesantes y evolucionadas, encontrándose más de 60 variedades taxonómicas y otras sin clasificar en las costas del Pacífico y Atlántico mexicano. Entre ellas destacan las especies *C. spurius*, *C. delessertii*, *C. californicus* y *C. austini*, así como las de las familias Turridae y Terebridae, que no son fáciles de capturar porque se ubican a mucha profundidad.

Explica que estos moluscos son carnívoros y miden entre uno y 12 centímetros. “Para atrapar a su presa o defenderse de los depredadores, poseen un aparato (serie de órganos coordinados) enfocado a la producción e inyección, con auténticos dardos letales, de venenos que afectan a los centros nerviosos de la víctima, produciéndole parálisis total o parcial en cuestión de un segundo”. El aparato venenoso de estos caracoles marinos está formado por un conducto inyector que llega hasta su boca, así como una glándula tubular en donde las células producen y secretan una mezcla de toxinas potentes y de alta especificidad, “las cuales inmovilizan desde animales grandes y veloces como los peces, hasta gusanos y moluscos”, indica.

En la base de esta glándula figura también un saco radular en el que se producen y guardan unos dientes huecos, desechables y en forma de arpón que son impulsados hacia la probóscide. Los dientes ahí generados cumplen la tarea de sostener a la presa y funcionan como una especie de aguja hipodérmica por donde se le transfiere el veneno. Una vez inyectado, el caracol retrae la probóscide e introduce la presa a su aparato bucal para digerirla.

Hallazgos en las conotoxinas

El veneno de los caracoles *Conus* actúa en la unión neuromuscular; es decir, donde se comunican las neuronas con los músculos. “Se ha observado que muchas de sus toxinas tienen clara preferencia por los canales iónicos de las membranas de las células musculares o bien neuronales. Cada especie produce su propio juego de compuestos tóxicos, mismos que pueden contener entre 100 y 200 péptidos diferentes con gran afinidad y especificidad”, subraya el doctor Manuel Aguilar Ramírez.

Del veneno de la especie *C. spurius* en el Laboratorio de Neurofarmacología Marina hallaron una familia de péptidos parecidos a los presentes en tejidos de diversos organismos incluido el hombre, pero nunca antes vistos en venenos: los FMRF-amidopéptidos. “Hemos observado que los péptidos de *C. spurius* --llamados conorfamidas-- son similares a los FMRF-amido-péptidos, y en ratones producen cambio en la conducta (hiperactividad) e hipersensibilidad al tacto”, añade.

Por otro lado, los científicos mexicanos, en colaboración con colegas nacionales y extranjeros, estudian una nueva familia de toxinas con efectos opuestos a los conocidos. Se trata de péptidos que abren o dilatan, por tiempo prolongado, los canales iónicos asociados al receptor nicotínico de acetilcolina, mientras que las toxinas estudiadas en otros animales ponzoñosos sólo los bloquean. En un organismo, la acetilcolina --sustancia natural de las neuronas que funciona como neurotransmisor en la unión neuromuscular --actúa por periodos cortos sobre su receptor, que es un canal iónico.

“Aunque falta determinar con exactitud los blancos biológicos (receptores, canales y transportadores) de muchas toxinas de los *Conus* y sus interacciones específicas con dichos blancos, caracterizar hasta este nivel el veneno de los caracoles de mar ayudaría a desarrollar mejores fármacos. Incluso, las toxinas podrían usarse para diseñar moléculas orgánicas menos complejas a fin de ingerirse vía oral en el combate de enfermedades de origen neurológico como la epilepsia, esquizofrenia, depresión, ansiedad, mal de Parkinson y varias formas de dolor crónico y severo, pues hasta ahora los elaborados con péptidos sólo pueden administrarse a través de una inyección intratecal (en la columna vertebral)”, concluye.

Es de destacar que el Laboratorio de Neurofarmacología Marina recibe apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, la Academia de Ciencias para el Tercer Mundo (TAS), el Instituto de Neurobiología de la Universidad Nacional y el Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT); además, cuenta con la colaboración del doctor Lourival Possani, pionero en el estudio de animales venenosos en México e investigador del Instituto de Biotecnología de la UNAM.

Biotecnología y algunos problemas de la agricultura mexicana

José Luis Solleiro*

Investigador del Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico

La agricultura es la actividad humana que más estrecha relación tiene con el medio ambiente y la sobre vivencia del hombre en el planeta, pues debe atender la demanda de alimentos provocada por la explosión demográfica y la inequidad social.

Asimismo, se ha convertido en una causa significativa del deterioro, la contaminación y el agotamiento de los recursos naturales.

De acuerdo con lo expresado recientemente por Gabriel Quadri, director general del Centro de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable, "México ocupa uno de los primeros lugares en el mundo en deforestación. La destrucción de bosques y selvas es causa primordial de las actividades agropecuarias, las cuales cada año eliminan entre 400 mil y un millón de hectáreas de ecosistemas forestales. El costo ecológico, social y económico es incalculable, más aún si añadimos la erosión y el agotamiento de los recursos hídricos. Recordemos que la agricultura consume cerca del 80 por ciento del agua disponible en el país, y que desperdicia casi las dos terceras partes".

Al problema ambiental se agrega el de las precarias condiciones de la mayoría de la población rural. El 27 por ciento de la población mexicana vive del campo, pero genera apenas cerca del cinco por ciento del PIB. Además, este porcentaje tiende a decrecer debido en gran medida al estancamiento del desarrollo agropecuario de los últimos veinte años. De esta manera, según indica un análisis de José Luis Calva (investigador del Instituto de Investigaciones Económicas de la UNAM), en el lapso de 1981 a 1999 la producción --en kilogramos per cápita-- de los ocho principales granos se redujo 27.6 por ciento, la de carnes rojas disminuyó 34, la del sector de lácteos en 15 y la producción forestal maderable en 37.4 por ciento.

Estos datos evidencian la urgencia de respuestas efectivas al doble reto de aumentar la productividad y de alcanzar un manejo ambientalmente adecuado de los recursos. Que el sector agropecuario pueda cumplir como agente del desarrollo económico de México radica en enfrentar simultáneamente los objetivos de rentabilidad, producción, competitividad, equidad y sustentabilidad. Además, se requiere hacer cambios encaminados a reducir el impacto

ambiental negativo que ha tenido la intensificación de la agricultura, las más de las veces por el uso indiscriminado de fertilizantes, plaguicidas e irrigación.

Este reto exige pensar en formas alternativas si es que se desea promover un crecimiento agropecuario sustentable, pues la atención a los problemas del campo es urgente y fundamental para la viabilidad del país.

Muchos de los desafíos que enfrenta el sector agrícola son fundamentalmente técnicos y deben ser abordados con un fuerte componente tecnológico, de ahí la importancia de emprender un cambio que combine la experiencia de nuestros agricultores en el manejo de técnicas tradicionales bien dominadas y nuevas tecnologías como las aplicaciones biotecnológicas, entendidas como un conjunto de métodos que permiten al hombre utilizar organismos vivos para resolver problemas de la sociedad, lo cual puede ser una respuesta para mejorar la productividad agrícola, promoviendo simultáneamente el uso sustentable de los recursos naturales.

Así, hoy la biotecnología agrícola es básica para diagnosticar, con enorme precisión y rapidez, enfermedades de plantas, además de identificar rasgos genéticos de una especie o variedad específica a fin de planificar su mejoramiento, incorporar nuevos rasgos productivos que mejoren el desempeño agronómico, o bien conferirle características novedosas que las hacen más útiles para la alimentación, provisión de sustancias terapéuticas y combate a la contaminación.

A pesar de que se ha demostrado contundentemente que las aplicaciones de la biotecnología han traído importantes beneficios para la salud humana y animal, así como la producción de alimentos, combate a la contaminación y generación de nuevos productos, es relativamente común encontrar que la biotecnología moderna (basada en el uso de técnicas de ingeniería genética) todavía sea criticada en función de un producto aislado. Quienes así opinan incurren en un grave error, pues la biotecnología ofrece diversas herramientas con múltiples aplicaciones y posibilidades en distintas áreas del quehacer humano.

El fantástico mundo de los nanotubos

Verónica Guerrero Mothelet

El carbono es uno de los elementos químicos más versátiles y constituye el fundamento de la mayoría de moléculas que son importantes para la vida, como el ADN y las proteínas. Esta característica del carbono se debe a su capacidad de formar enlaces estables consigo mismo en lugar de elegir a otros para hacerlo, como lo hacen casi todos los demás elementos.

Hasta hace unas décadas se pensaba que sólo existían dos formas puras de carbono en la naturaleza: grafito y diamante. Posteriormente, luego se descubrió inesperadamente una molécula de extraordinaria estabilidad compuesta por 60 átomos de carbono a la que se bautizó como buckminsterfullereno, por su similitud con las construcciones del arquitecto Buckminster Fuller. Ahora, recibe el sobrenombre de fullereno.

En 1991 y mediante experimentos físico-químicos, el investigador japonés Sumio Iijima descubrió otra estructura, ésta tubular, a la que denominó nanotubo, en referencia a su diminuto diámetro. Los nanotubos son 10 mil veces más delgados que un cabello y están formados por átomos de carbono que se enlazan en patrones hexagonales. A partir de entonces se han conseguido muchos avances en la comprensión de las propiedades y producción en el laboratorio de estas nanoestructuras, ya que constituyen una nueva clase de materiales con un amplio rango de posibles aplicaciones.

Así, se han realizado muchos esfuerzos para producirlos artificialmente con métodos como electrólisis, usando electrodos de grafito en sales fundidas, pirólisis catalizada (carbonización a altas temperaturas con ayuda de un catalizador) de hidrocarburos, o vaporización de grafito con láser. Los procesos en laboratorio pueden ser costosos o complicados, pero parecían la única opción, pues en general se pensaba que para encontrar nanotubos y fullerenos en la naturaleza era indispensable contar con condiciones de temperatura extrema. Sin embargo, un experimento realizado por investigadores del **Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada de la Universidad Nacional Autónoma de México (CFATA-UNAM)**, encabezado por su director, el **doctor Víctor Manuel Castaño Meneses**, y con la participación de dos estudiantes de doctorado Carlos Velasco y

Ana Laura Martínez, demostró la posibilidad de que estas estructuras se formen de manera natural en fluidos como el petróleo crudo mexicano. Ya con anterioridad se habían reportado algunos métodos artificiales en los que se utilizaron con éxito temperaturas menores para desarrollar nanotubos de carbono, lo que había demostrado “que las diferentes fases del carbono pueden obtenerse bajo condiciones menos extremas”, refiere en entrevista el doctor Castaño Meneses.

La investigación de los científicos de CFATA fue publicada en mayo de 2003 en el Volumen 373 de *Chemical Physics Letters*, y presenta un nuevo tipo de nanotubos naturales de carbono encapsulado encontrados en una mezcla de carbón con petróleo. Este hallazgo demuestra que todas las formas alotrópicas de carbono conocidas hasta la fecha pueden producirse en la naturaleza, donde la presión, partículas catalizadoras, esfuerzo de corte y otros parámetros --y no sólo las elevadas temperaturas-- parecen tener un importante papel en la producción de nanotubos.

El artículo señala que “el procesamiento natural del carbono puede presentar diferentes condiciones de temperatura; un ejemplo claro es la transformación de turba (combustible fósil procedente de la acumulación de residuos vegetales en pantanos) en carbón, debido a un aumento de presión y con temperaturas relativamente bajas”. De igual forma, el especialista indica que un estudio reciente describe una nueva técnica hidrotermal capaz de producir nanotubos de carbono bajo condiciones comparables a las de un entorno geológico, lo que llevó a algunos autores a sugerir la posibilidad de encontrarlos mediante algunos procesos naturales. De hecho, hace algunos años se hallaron partículas con microestructuras en hollín de diesel y, en fecha más reciente, se informó la presencia de fullerenos y partículas de carbono similares a éstos en sedimentos que corresponden a un periodo geológico limítrofe entre el Pérmico y el Triásico, así como en hollín petrolífero.

La metodología empleada por el equipo del doctor Castaño Meneses para su extracción consistió en tomar y centrifugar una muestra de un pozo petrolero del sureste mexicano, identificado por Petróleos Mexicanos como P1 y que pertenece al

estrato geológico conocido como Jurásico Superior Kimmeridgian. El espécimen de crudo se extrajo de una profundidad de cinco mil 600 metros y tiene una calificación de grado 32 en la escala del Instituto Americano del Petróleo, con una ligera proporción de asfaltenos y sedimentos. Una vez separado del líquido (por decantación), el precipitado resultante, que tenía una apariencia similar a la del barro, se mezcló con etanol y se colocó en rejillas de cobre para analizarse con varios instrumentos electrónicos.

En su análisis, los investigadores mexicanos encontraron evidencias de que las variaciones en el grado de conversión del carbono en grafito -- que dependen de variables como presión o catálisis de metales, además de la temperatura-- influyen en la estructura cristalina de los materiales naturales.

Y ya que esta transformación también se presenta en la naturaleza, particularmente en la corteza

terrestre, todas las formas alotrópicas de carbono conocidas hasta ahora podrían producirse igualmente mediante procesos naturales.

La importancia y el interés tecnológico actual hacia los nanotubos se debe a varios factores. No sólo poseen una resistencia mucho mayor que la del acero, puesto que pueden distribuir eficazmente las fuerzas y deformaciones en virtud de sus enlaces carbono-carbono. Cuentan, además, con propiedades electrónicas que los convierten en candidatos idóneos para la fabricación de dispositivos electrónicos como los microtransistores, pero mucho más pequeños que los de silicio usados en los microprocesadores de las computadoras actuales. A esto se suma que en varios experimentos se ha comprobado que los nanotubos de carbono pueden almacenar hidrógeno de manera comparable a como quedaría atrapado un líquido en una esponja.

FOLIO 134
Ciensialud

El impacto emocional de la disfunción eréctil

Efrén Echeverría Rubio

Para ciertos padecimientos una buena parte de la información estadística que utilizan como referencia investigadores y expertos mexicanos proviene de otros países, básicamente Estados Unidos, con la limitante que corresponde a variables demográficas, médicas, culturales y socioeconómicas distintas, por lo que al usarla en el análisis de un problema de salud específico sólo se obtienen resultados aproximados y no precisos.

Uno de esos padecimientos es la disfunción eréctil, caracterizada por la incapacidad del varón para lograr o mantener una erección que le permita disfrutar su sexualidad. Como una forma de obtener información específica sobre las afecciones de esta enfermedad en determinados países, incluido México, los laboratorios Eli-Lilly y su socio Icós realizaron un amplio estudio internacional denominado Encuesta Lilly-Icós: Lo Que Ellos Extrañan.

En el país el estudio fue realizado por la Asociación Mexicana para la Salud Sexual (AMSS). "Pretende ser una mirada diferente a la disfunción eréctil (DE), ya que busca conocer el impacto emocional de ésta en los hombres, así como en su vida sexual y antes de padecerla", señala el **doctor Eusebio Rubio Auriolés**,

profesor de la **Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México** y miembro de la AMSS.

Sobre el impacto emocional, la encuesta muestra que la DE repercute enormemente en los sentimientos de masculinidad y disfrute general de la vida del hombre. Además, se observa que estos malestares se intensifican entre más joven sea el individuo y menor el tiempo con la alteración respecto a otros pacientes, explica y resalta que la mayoría de los encuestados manifiestan una disminución en la seguridad en sí mismos.

Los entrevistados, quienes están bajo tratamiento para la DE (pastillas, inyecciones o bombas de vacío), extrañan de su situación anterior al padecimiento el sentido natural y espontáneo del acto, así como la frecuencia acostumbrada, señala en entrevista Rubio Auriolés. En cambio, indica, los mexicanos con DE y que utilizan algún tratamiento, particularmente añoran la posibilidad de tener una vida sexual sin planeación, es decir, que antes no estaban sujetos a la presión de un tiempo específico y delimitado para lograr una erección que les permita relaciones sexuales satisfactorias.

El especialista aclara que el estudio internacional de Eli Lilly-Icós muestra que existe cierto impacto emocional y efectos indeseables en los mexicanos, ya que mientras el promedio internacional de hombres que han hablado con su médico de la disfunción eréctil es de 92 por ciento, en México sólo lo hace el 61 por ciento. Asimismo, el tratamiento les recuerda su condición, les hace parecer anormal la relación sexual, manifiestan ausencia de espontaneidad y también una falta de confianza plena en tener la actividad aunque el momento sea apropiado.

“Los hombres con DE quieren recuperar la confianza, tener sexo cuando sea idóneo, liberarse de la planeación que exigen los actuales tratamientos para llevar a cabo sus experiencias sexuales y que éstas sean placenteras para sí mismos y su pareja; además, desean controlar su vida sexual y aumentar la frecuencia de sus contactos”, indica.

Respecto a los nuevos tratamientos en Europa y Australia ya se distribuye tadalafil, un fármaco

desarrollado por Icós que produce y comercializa Eli-Lilly y cuyo efecto le permite a la persona con disfunción eréctil llevar una vida normal y similar a la que previamente tenía, ya que al ingerirlo bajo estricta prescripción médica, el hombre puede responder a su pareja con autoconfianza y seguridad en el momento o momentos idóneos presentados dentro de un rango de hasta 36 horas, señala por su parte el urólogo Enrique Leñero, especialista de investigación clínica en Eli-Lilly.

El citado estudio fue realizado durante mayo y abril de 2002 en 973 hombres con disfunción eréctil de entre 40 y 70 años y bajo tratamiento o que habían llevado alguno. El número de encuestados fue diferente en cada uno de los 12 países en los que se realizó. Por ejemplo, en Alemania, Francia, Italia, México y Reino Unido se aplicaron 120 encuestas por nación. En cambio, en Arabia Saudita, Australia, Bélgica, Brasil, Rusia y Taiwán la cifra se redujo a la mitad, mientras que en Suecia sólo se efectuaron 10.

FOLIO 135 Ciensalud

Profundizan en los efectos terapéuticos del Matarique

Yolanda Rojas

Los taraumaras la llaman Pitcáwl y sus raíces son usadas desde tiempos ancestrales para combatir diversos padecimientos, ya sea administrada en forma de té e infusiones, o mediante compresas colocadas en el cuerpo del paciente.

Esta hierba silvestre, llamada comúnmente Matarique y localizada en las zonas montañosas desérticas del estado de Chihuahua, no sólo se ha convertido en objeto de estudio de científicos mexicanos debido a que puede ser una alternativa en el tratamiento de la diabetes melitus tipo 2 y otras afecciones, sino además es una especie en peligro de extinción que debido a sus bondades medicinales es constantemente saqueada por los extranjeros.

Ante ese conteste, el doctor Manuel Jiménez Estrada y un equipo de investigadores del Instituto de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México (IQ-UNAM), realizan dos importantes líneas de estudio para continuar la tradición científica de Jesús Romo Armería, destacado académico del IQ que en los años sesenta inició los estudios fisicoquímicos de la planta *Psacalium decompositum* al obtener mediante la disolución

de sus raíces en hexano o éter de petróleo, una serie de sustancias con diversas actividades, entre ellas las terapéuticas.

Por un lado, “tratamos de caracterizar las sustancias químicas que constituyen a sus raíces. Hasta el momento se han identificado 16 y los últimos compuestos han sido recientemente descubiertos en la UNAM. Asimismo, estamos haciendo las pruebas biológicas para demostrar con mayor precisión las características curativas y toxicológicas que validen sus uso fármaco-clínico, tanto de los tés como de las sustancias que ya se conoce de su fórmula química”, indica en entrevista el también profesro del Departamento de Química Orgánica de ka Facultad de Química, y agrega que el esfuerzo igualmente se enfoca a la preservación de la misma, procurando cultivarla en condiciones de laboratorio mediante avanzadas técnicas de biotecnología.

Para la fase farmacológica de esta planta, de flores hermafroditas y tallos casi leñosos, los científicos universitarios se han apoyado en colegas de la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad iztapaalapa, quienes

comprobaron que el té elaborado con raíces de Matarique provocaba actividad hipoglucémica al ser administrado a ratones y conejos con diabetes previamente inducida. Incluso, Jiménez Estrada apunta que no sólo podría usarse en el control del azúcar, dolor e infecciones renales, sino que también algunas de sus sustancias servirían como herbicida, insecticida o fungicida en el caso del agro.

Advierte que pese a los hallazgos obtenidos, aún deben efectuarse análisis toxicológicos más amplios para descartar la presencia de efectos secundarios, sobre todo porque su empleo indiscriminado se ha extendido a otras regiones del país y ya existen medicamentos que se comercializan con las raíces de otras plantas similares, los cuales efectivamente disminuyen los niveles de glucosa en sangre, pero no son tan eficaces como el cacalol y otros polisacáridos de la *P. decompositum*. La desventaja “es que para obtener menos de un gramo de éste compuesto necesitamos un kilogramo de raíz de Matarique, cuyo precio se acerca a los 600 pesos, lo que aunado a la dificultad de conseguirla sin falsedad en el mercado hacen que su caracterización y usos resulten complicados”.

Respecto a su conservación biológica, el doctor Jiménez Estrada menciona que existen tres problemas a enfrentar: primero, la dificultad de reproducirla por técnicas de propagación in vitro en el laboratorio, ya que no se adapta a condiciones ajenas a su entorno; segundo, se trata de una planta medicinal de la que se usa principalmente la raíz, lo que merma su desarrollo una vez desterrada y, finalmente, que en México no existe un mecanismo de protección para evitar el posible saqueo de la misma por parte de compañías extranjeras interesadas en la explotación de sus propiedades químicas.

En cualquier caso, “nuestro país podría perder una magnífica oportunidad para generar más investigaciones que permitan el desarrollo de fármacos potencialmente activos, de ahí la urgencia de adelantarnos –aunque con limitaciones en la tecnología y recursos económicos que nos imposibilitan hacer investigación multidisciplinaria y llegar a fabricar un medicamento- a conseguir tanto la síntesis orgánica de sus componentes benéficos, como la reproducción masiva de plantas originales de Matarique”, concluye.

FOLIO 136

Ciencia y Tecnología

Buscan atenuar daños por huracanes

Yolanda Rojas

La costa mexicana es altamente productiva, pero más del 70 por ciento de ella se encuentra expuesta al embate de ciclones y huracanes (ya sea que toquen el litoral o penetren tierra adentro) que causan pérdida de vidas humanas y daños a la economía nacional, tal como ocurrió en 2002 con los meteoros *Isidore* y *Kenna*, que afectaron a los estados de Nayarit y Yucatán, respectivamente.

El escenario resulta preocupante si se considera que 80 por ciento de las exportaciones salen a través de la actividad portuaria, siete de cada diez barriles de petróleo se extraen desde plataformas marinas, casi la mitad de la energía se genera en plantas termoeléctricas ubicadas en el litoral, y que más del 60 por ciento del turismo tiene como destino algún sitio playero.

En ese sentido, se requieren efectuar estudios que permitan a los estados y municipios costeros alertar con anticipación la llegada y magnitud de los fenómenos meteorológicos extremos, además

de contar con herramientas para evaluar daños y diseñar infraestructura acorde a sus necesidades, indica el **doctor Paulo Salles Alfonso de Almeida**, investigador del **Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (II-UNAM)**.

Para disminuir el impacto negativo de los ciclones y huracanes, los doctores Paulo Salles, Rodolfo Silva y Georges Govaere, del grupo de Ingeniería de Costas y Puertos de la Coordinación Hidráulica del II-UNAM, desarrollaron modelos (*software*) computacionales que posibilitan al usuario estimar los campos de viento, altura de ola, presión y sobre elevaciones del nivel del mar generadas por los ciclones, así como visualizarlos en mapas tridimensionales y trazar cartografías de vulnerabilidad costera apoyándose en sistemas de información geográfica.

Los modelos inicialmente fueron creados para la Comisión Federal de Electricidad, luego se emplearon en un proyecto de ordenamiento

ecológico territorial efectuado en 2002 para la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, y en breve serán aplicados al gobierno de Quintana Roo a través de la participación de un fondo mixto con el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. En este proyecto también colabora el maestro Luis M. Morales Manilla, del Instituto de Geografía (IG) de la UNAM.

El doctor Salles indica que el proyecto será financiado hasta el 2005 con la suma de dos millones 600 mil pesos, y su objetivo es apoyar tanto la toma de decisiones en la prevención y mitigación de desastres, como servir de herramienta para la asignación de concesiones portuarias. Se espera que otros estados del país resulten interesados, dado que “no contamos con sistemas municipales de rápido alertamiento y muchos de los datos atmosférico-climáticos emitidos por el Servicio Meteorológico Nacional y el Centro Nacional para la Prevención de Desastres se apoyan en datos generados en Estados Unidos por la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA), los cuales a veces no representan adecuadamente las condiciones prevalecientes en México”.

Modelos numéricos

Para simular las condiciones meteorológicas y oceanográficas, en una primera instancia los ingenieros del II-UNAM calibraron y adaptaron un modelo matemático llamado *Hydromet-Rankin Vortex Model*, empleado desde hace 15 años en la medición de los campos de viento, presión (dentro y fuera del ojo), radio ciclostrofico (distancia del ojo y hasta donde el gradiente de presión es más importante), altura de ola e inundación por marea de tormenta (sobreelevación del agua alcanzada al tocar tierra) durante la formación y trayectoria de un huracán. En base a ello, desarrollaron otro modelo más preciso que fue alimentado con información de más de mil 500 huracanes registrados en México entre los años de 1949 y 2000, a fin de generar parámetros o variables de comportamiento en diversos escenarios.

Simultáneamente, comenta el doctor Paulo Sales, “realizamos una batimetría detallada (medición de profundidades) de las costas del país a través del estudio de mapas geográficos y de marina proporcionados por la secretaría del ramo y la NOAA, y empleamos otro modelo tridimensional que alerta cada dos minutos de todo lo ocurrido en un perímetro de trescientos kilómetros alrededor del fenómeno”.

Con los modelos paramétricos anteriores y en función de la resolución obtenida mediante la batimetría y topografía costera, “crearemos un programa automatizado (*software*) en tiempo real, con el cual se pueden determinar las regiones vulnerables o de mayor riesgo en un rango anticipado de entre seis y ocho horas, tiempo suficiente como para llevar a cabo la evacuación de un poblado”, añade.

En una segunda fase del proyecto, que es el que propiamente será aplicado a Quintana Roo, se crearán otras modelaciones con base en una batimetría más detallada de sus costas, utilizando fotos satelitales a diferentes bandas de luz. Una vez que se tengan todos los datos, el Instituto de Geografía se encargará de implementar un sistema de información geográfica estatal que abarque diferentes usos de suelo, características socioeconómicas, y zonas pobladas y no pobladas, entre otras categorías de interés.

Para ese propósito, el IG adquirirá un avanzado escáner láser que permite obtener imágenes topográficas de mayor resolución y a velocidad de ocho kilómetros cuadrados de levantamiento territorial por hora, que es lo que actualmente logra una brigada de hombres durante varias semanas. El dispositivo vale 150 mil dólares y se comprará con parte del presupuesto asignado.

De otro lado, el doctor Salles informa que una vez operado el *software* en Quintana Roo, es posible que se requiera el registro continuo del clima marítimo, por lo que el grupo de Ingeniería de Costas y Puertos de la Coordinación Hidráulica de la UNAM está negociando con varias instancias el financiamiento y colocación de al menos tres o cuatro bollas en la parte sur del Golfo de México y el Caribe, similares a las que instaló la NOAA en su lado norte. “Si esto se consigue, ya no seguiremos dependiendo de los atlas de oleaje de la armada inglesa ni mucho menos de la marina estadounidense”.

La propuesta de instalación de boyas, abunda el experto, tendría un costo cercano a los cinco millones de dólares si se ejerce a través de un convenio Conacyt-UNAM y las instancias participantes. Además, dicho convenio haría que los costos fueran menores, dado que podrían solicitarse los servicios del buque oceanográfico *Justo Sierra*, perteneciente a la Coordinación de la Investigación Científica de la máxima casa de estudios.

Galardona gobierno francés aportes de científico mexicano

Efrén Echeverría Rubio

La biotecnología, como cualquier otra área especializada del conocimiento científico, tuvo sus inicios en proyectos aparentemente sencillos, los cuales se convirtieron en la base de muchas de las sofisticadas investigaciones que hoy permiten vislumbrar respuestas más sólidas y esperanzadoras.

En México, uno de los impulsores de la biotecnología es el **doctor Gustavo Viniegra González**, quien recientemente recibió *La Orden de las Palmas* del gobierno de Francia debido a la promoción de colaboraciones científicas que, durante más de dos décadas, ha realizado entre el francés Instituto de Investigación para el Desarrollo y la **Universidad Autónoma Metropolitana (UAM)**, donde es académico.

Junto con otros especialistas, este científico mexicano desarrolló a principios de la década de los ochentas en la **Universidad Nacional Autónoma de México**, el primer invento biotecnológico (proceso Biofermel) registrado por una universidad mexicana y comercializado mediante el sector privado. En entrevista, relata que este proceso fue realizado para resolver un problema muy concreto: el sobrante excesivo de un desperdicio derivado de los procesos industriales en los ingenios azucareros, conocido como melaza, miel fina o incristalizable.

Por aquellos días, comenta, se intentó transferir a México un sistema desarrollado en Cuba, el cual aprovechaba con buenos resultados y costos bajos el desecho de los ingenios como alimento para ganado. Sin embargo, un par de engordas piloto -en Mexicali, Baja California, y Tecámac, Hidalgo-- terminaron en grandes fracasos, pues el ganado se intoxicaba; es decir, presentaba la *borracheira de la melaza*, un trastorno originado durante el proceso de fermentación, que tiene lugar en el estómago de los animales debido a una ingestión excesiva del producto, falta de forraje y proteína principalmente.

Por los problemas asociados a la *borracheira de la melaza*, el principal promotor del sistema cubano en México le pidió al doctor Viniegra González estudiar y corregir esos efectos adversos. "Las indeseables reacciones en el ganado, por alimentarlo con melaza, quedaron resueltas cuando logramos producir, previo a la alimentación, una fermentación tipo láctica

parecida al yogurt pero sin leche, que elaboramos a partir de la miel incristalizable y una económica fuente de microorganismos: el estiércol de las propias vacas", refiere el especialista.

Las bacterias nocivas que podrían habitar en el estiércol de los bovinos, son destruidas al fermentar la melaza, al tiempo que con ello se fomenta el desarrollo de microorganismos benéficos capaces de producir altos niveles de ácido láctico, el cual corrige el proceso digestivo de los animales, y lo torna similar al del consumo de granos de maíz.

Menciona que Biofermel (biológico-fermentación-melaza) funcionó y se licenció a varias empresas de engorda de bovinos e ingenios azucareros nacionales, incluso se hizo la transferencia tecnológica a empresas en América Central. Además de su importancia por la patente obtenida y transferencia tecnológica su trabajo contribuyó a la formación de recursos humanos y junto con otros proyectos pioneros, sentó las bases de muchos estudios biotecnológicos, que cada día son más complicados, refinados, de vanguardia y destinados a la industria.

Señala, como ejemplo, algunos de los trabajos recientes gestionados con éxito hacia diversas empresas públicas y privadas, que realizan los investigadores de la UAM. Uno de ellos relacionado con la ingeniería de fermentación sólida, que ha sido citado en el extranjero y contribuyó a la elaboración de fármacos. Otro de sus proyectos realizados se vinculan a la manufactura de biopesticidas, lavado de petróleo y suelos contaminados, así como tratamientos de aguas por medio de diversas técnicas biotecnológicas.

En su resolución para otorgar a este mexicano *La Orden de las Palmas*, el gobierno francés, destaca el trabajo de promoción y colaboración realizado por el doctor Viniegra González, quien ha contribuido al desarrollo de la cultura francesa mediante el apoyo, consejos, asesorías y aliento dado a sus compañeros tanto de Francia como de México. "Considero este reconocimiento como una muestra de que nuestro trabajo tiene importancia para el desarrollo de la ciencia, la cultura y las relaciones internacionales", concluye el especialista.

Los animales de un laboratorio

Verónica Guerrero Mothelet

Los ratones, a pesar de ser animales pequeños con un peso de apenas 30 gramos, son mamíferos perfectos en términos evolutivos. Su empleo en los laboratorios del mundo ha permitido importantes avances en las ciencias biológicas, así como la posibilidad de ensayar fármacos y sustancias para comprobar su nivel de riesgo antes de ser aplicados en humanos, experimentos donde se torna indispensable el control de las variables. Por ello se crearon los bioterios, lugares donde se mantienen y reproducen animales de laboratorio utilizados en investigación o docencia.

La maestra en ciencias María Isabel Gracia Mora, jefe de Unidad de Experimentación Animal (Unexa), perteneciente a la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México (FQ-UNAM), refiere que en el pasado los animales de laboratorio solían albergarse en una bodega o habitación inadecuadas para este fin. Fue hasta hace poco que “en el país se pensó, ás seriamente en su cuidado, porque descubrimos que un animal enfermo arroja resultados experimentales erróneos, u obliga a repetir el ensayo con elevados costos y el sacrificio de los mismos”. El 98 por ciento de las investigaciones biomédicas de los científicos universitarios se efectúan con las especies de rata y ratón.

Al valorarse la calidad del reactivo biológico que significan los animales de laboratorio, hace seis años fue construido el bioterio de la Facultad de Química, tomando en cuenta aspectos de control ambiental como temperatura, humedad, ventilación y ciclos de luz-oscuridad. Agrega que este bioterio es mixto, pues en el segundo piso está la Unidad de Experimentación Animal y en el primero figura una instalación que se reformó años después para producir animales con los mayores estándares de calidad. Para tal propósito, la UNAM firmó un convenio de colaboración científica con Industrias Harlan, una empresa especializada a lo largo de 70 años en la producción de animales de laboratorio y que ahora cuenta con una sede en México.

El doctor Ciro Lomelí, coordinador universitario del proyecto y director general de Harlan México, comenta los antecedentes. En 1994, la Academia Nacional de Medicina, tras crear un comité para el buen uso de los animales de laboratorio, planteó la idea de transferir su producción de las

instituciones que típicamente lo hacían a la industria privada, porque identificó que la

producción profesional requería de grandes inversiones, tecnología y conocimientos técnicos que no se disponían en ese entonces. “Pensamos que asociarse con una empresa privada que cumpliera con estos requisitos era una buena solución”, indica el doctor Lomelí.

Refiere que “el proyecto involucró la participación de muchos universitarios, entre ellos directivos del área biomédica de la UNAM (los institutos de Investigaciones Biomédicas, Fisiología Celular, Biotecnología, y las facultades de Química y Medicina). Al mismo tiempo, el doctor Lomelí se acercó a Harlan para proponerle que viniera a México. “Se pensó en esta compañía porque es una de las dos empresas de su tipo a nivel mundial. Los convencimos de que podría ser beneficioso para ambas partes y accedieron establecerse en el país”, y en 1997 se creó Harlan México, con personalidad y capacidad jurídica para formalizar una alianza con la UNAM.

Así, 1999 y después de varios años de pláticas internas y negociaciones con la empresa, se firmó un convenio de colaboración, mediante el cual la FQ recibió como donación de Harlan cerca de un millón de dólares en equipamiento y adecuación del edificio, capacitación del personal y formación de especialista en el área. El Centro fue inaugurado en marzo de 2001 por el rector Juan Ramón de la fuente, y en junio de ese año comenzó a proveer de animales a los investigadores universitarios.

El acondicionamiento consistió en crear lo que se conoce técnicamente como un bioterio de *barrera*. La maestra Gracia Mora explica que “se llama así porque constituye una *barrera* par a los microorganismos. Está diseñado y equipado para que todo lo que entre pase por un proceso de desinfección. Todo aquello que puede esterilizarse con calor y presión se introduce por un autoclave; lo que no soporta el calor se desinfecta por métodos químicos y el personal ingresa a través de una ducha de doble puerta donde, con un jabón germicida, recibe un baño de agua estéril colorada”.

El doctor Lomelí añade que, con anterioridad, el bioterio de *barrera* más meridional del planeta se ubica en la ciudad estadounidense de Houston. “Así que logramos crear en México la primera *barrera* de producción para animales de laboratorio con calidad certificada. No hay otra por debajo del paralelo 30”. El estado de salud y

condición genética de estos animales se verifican mediante un completo examen de microbiología, efectuado por un laboratorio estadounidense de diagnóstico en Missouri. Esto es muy importante, porque asegura que los roedores están libres de patógenos específicos. Afirma que “ahora un investigador puede constata la calidad de sus insumos y procesos, y estar seguro de que sus resultados obtenidos son veraces”.

Por su parte, la maestra Gracia Mora señala que “antes del convenio, la producción anual en ambos pisos era de cerca de cinco mil animales, entre ratas y ratones. Epero, a partir de la firma con Harla México, se alberga un promedio de 20 mil animales por semana y nacen alrededor de ocho mil en el mismo periodo”. Los roedores pertenecen a cepas tanto exogámicas (producto de individuos no emparentados entre sí) como endogámicas, donde se busca aparear individuos estrechamente emparentados, logrando una semejanza genética de 98.7 por ciento. Esta acción se realiza por medio de un estricto apareo y sin otro tipo de manipulación genética.

Harlan vende estos roedores a los investigadores de la UNAM con precios subvencionados. “Es un punto interesante”, comenta la maestra Gracia Mora. “Aunque los animales tradicionalmente habían sido gratuitos para la UNAM, a raíz de la construcción de el primer bioterio en la FQ, ésta decidió cobrarlo a quien los usara, con precios estrictamente de recuperación”. En su opinión, el hecho de que comenzaran a cobrarse en el resto de la Universidad fue positivo, porque antes incluso quienes no trabajan con ellos veían disminuido su presupuesto institucional, porque contribuían a mantener el bioterio. Con la creación de este centro de producción, los demás bioterios de la UNAM pueden dedicarse exclusivamente a la experimentación, liberándose de los elevados cargos de producción.

Además de vender el resto de la producción a otras dependencias, como el Cinestav, las

universidades autónomas de Nuevo León y Guadalajara, el Centro Médico de Guadalajara y algunos laboratorio privados, Harlan también ha realizado exportaciones a países de Centro y Sudamérica. Asimismo, como la compañía aprovecha todos los animales, comercializa también reactivos de origen biológico y materia prima (suero, plasma, glándulas, tejidos, animales congelados) a una filial. “No hay vidas sacrificadas de manera estéril; todo tiene un fin enfocado a la salud y generación de conocimiento científico”, asegura el doctor Lomelí. Añade que esto forma parte de la estructura de la empresa, optimiza sus inversiones, y ayuda a financiar el proyecto para México.

Por su parte, la maestra Gracia Mora subraya que la UNAM ha ganado no sólo por que Harlan México dona cada mes los insumos del bioterio (cama y alimento de los roedores de ambos pisos, así como la comida de los trabajadores universitarios dedicados al centro de producción), sino al “tener reactivos biológicos de la más alta calidad, equiparables a los de cualquier país de primer mundo, y además recibe un programa de becas por parte de la empresa, con lo que la FQ se ha convertido en semillero de expertos en el manejo de los animales de laboratorio”.

El convenio tiene un plazo de cinco años, con posibilidad de renovarlo. “Ahora estamos en negociaciones para utilizar más espacios universitarios e incorporar a otras instituciones de la UNAM”, indica el doctor Lomelí. “Evidentemente, cuantas más instituciones se incorporen, más bajaría el costo de los animales, y que dividir esfuerzos multiplica resultados”, señala. Empero, continúa, la única forma de convencer a los investigadores es ofreciendo calidad, precio y servicio. Por ello, “sin el deseo de adelantarme, pienso que tanto la UNAM como Harlan están satisfechos con los resultados obtenidos hasta ahora”, concluye.

FOLIO 139
Ciencia y Tecnología

Modelación estelar para descifrar el cosmos

Yolanda Rojas

A principio de los ochenta, la compañía British Petroleum tuvo severas pérdidas económicas debido a un accidente en una de sus estaciones petroleras del mar del norte. La plataforma marina, llamada Paper Alfa, registró una fuerte explosión que colapsó las columnas que la soportaban y

ahogó en el océano a muchos de sus trabajadores. Ante ello, la firma contrató a un grupo de astrónomos para calcular, mediante ecuaciones de alto nivel, la magnitud de la explosión causada por el combustible, lo que

permitió modificar el diseño de las estructuras y prevenir daños futuros.

Este tipo de ecuaciones, que incluyen la medición de las ondas y fuerzas de choque en una magna explosión, son las mismas que se usan no sólo en el desarrollo de mortales bombas atómicas, sino también para crear modelos teóricos de formación estelar que traten de explicar algunas de las muchas interrogantes sobre el universo.

Apasionado por los enigmas del cosmos, el **doctor Alejandro Cristian Raga Rasmussen**, investigador del **Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional Autónoma de México (IA-UNAM)**, estudia y trabaja desde hace varios años en la modelación de *jets* astrofísicos, que generalmente son chorros o flujos de gas que cuentan con luz propia y se desplazan hacia dos polos (sur y norte) a partir de un objeto de alta gravedad, como sería una estrella en nacimiento, una nebulosa planetaria, hoyos negros o galaxias. Esos flujos, indica el universitario, han sido analizados por científicos de todo el mundo gracias al desarrollo de telescopios y sistemas de cómputo avanzados, que permiten diseñar simulaciones matemáticas altamente complejas.

Las primeras observaciones hicieron pensar que estos flujos se desplazaban más rápido que la velocidad de la luz (300 mil kilómetros por segundo), pero la hipótesis fue descartada cuando el astrónomo mexicano Guillermo Haro y otro científico de apellido Herbig demostraron con cálculos geométricos que no era así, de ahí que recibieron el nombre de HH. Posteriormente, “se descubrió que los HH eran apenas la punta de cuerpos lumínicos, y su tamaño podía ser 10 mil veces más grande que el radio de la Tierra. Al nuevo objeto se le denominó *jet* astrofísico”, relata el también galardonado con el premio que otorga la Academia Mexicana de Ciencias en el rubro de ciencias exactas.

Ese hallazgo aportó gran conocimiento, pues confirmó la existencia de agujeros negros en el universo con velocidad relativa o supersónica (mayor a la velocidad del sonido, pero cercana a la de la luz). Además, por relacionarse con el nacimiento de estrellas, los *jets* ofrecen datos relevantes para comprender mejor la formación de cuerpos estelares, una de las incógnitas de la astrofísica.

De hecho, estudios más recientes efectuados por investigadores de diversos institutos, entre los que figuran el IA-UNAM, evidencian que los *jets* no surgen precisamente en el centro gravitacional de una estrella naciente --o alguna de las entidades referidas--, sino a una distancia alejada de la misma. Al principio, la estrella emite un gas que

sale con velocidad baja y más adelante, producto de un fenómeno de expansión, este gas aumenta con rapidez (supersónica) alejándose en forma de un flujo laminar con varios nudos a lo largo de su eje.

Un flujo laminar tiene un comportamiento ordenado debido a su velocidad supersónica, algo muy similar al chorro de agua que sale de una manguera. En contraste, si este chorro fuera subsónico (menor a la velocidad del sonido), se vería como un flujo turbulento y mezclado, parecido al vapor expulsado por la válvula de una olla de presión.

A su vez, los nudos son bolas elípticas de gas eyectadas por la estrella a diferentes magnitudes y escalas durante su formación. “No sabemos con exactitud lo que ocurre cerca de ella, pues sólo vemos la remanencia de sus eyecciones, pero creemos que estos cuerpos producen *jets* astrofísicos gracias al denominado disco de acreción”, explica el doctor Alejandro Raga.

Por ejemplo, si en el universo existe una densa nube de gas en rotación, la fuerza de gravedad producida atrae al material que vaga en el cosmos y lo comprime para formar una masa (estrella). Sin embargo, como esa nube está en movimiento, no todo el material que sigue cayendo alcanza a integrarse, por lo que se acumula alrededor de la estrella formando una especie de anillo o disco en espiral. Por eso, “en una galaxia como la *Vía Láctea*, todos los planetas orbitan en el mismo plano, ya que fueron pedacitos colapsados de un disco de acreción más grande”, afirma.

El material que no pudo adherirse a la masa, agrega el experto, se colapsa debido a la presión y sale disparado en dirección a los polos en forma de flujo, chorro o *jet*, el cual se constituye en su mayoría de hidrógeno, que es el elemento más abundante en el espacio (90 por ciento), mientras que el restante 10 por ciento se compone de helio y carbono.

Los estudios en torno a estos chorros continúan. Ahora, con el Telescopio Gemini Norte en Mauna Kea, Hawai, “en una sola toma podemos obtener un cuadro completo multidimensional del flujo dinámico de gas; o sea, la distribución de los fotones con energía y su longitud de onda, lo que permite calcular con mayor precisión a qué velocidad se mueve el *jet* astrofísico”, concluye el becado en el 2000 por la alemana Fundación Guggenheim, y quien hoy cuenta con un estímulo del Conacyt por un millón 650 mil pesos, monto que servirá al IA-UNAM para adquirir equipo que posibilite generar y comprobar modelaciones estelares a través de experimentos de laboratorio.

Vehículo eléctrico Puma

Verónica Guerrero Mothelet

Para resolver los problemas ambientales causados por los vehículos convencionales, es preciso acelerar el desarrollo y venta de tecnologías más avanzadas, como las que se emplean en vehículos eléctricos, de hidrógeno e híbridos, cruciales para un futuro con aire más limpio.

De hecho, en calles y autopistas de otros países comienzan a verse muchos automóviles que dañan menos el entorno y la salud pública. Sin embargo, a pesar de estar entre las principales naciones armadoras, existe un rezago en la aplicación de estas técnicas en México, principalmente porque no se promueve el diseño mexicano dentro de la ingeniería automotriz.

No obstante, esta situación puede cambiar como lo demuestra el ingenio y conocimientos de un grupo de estudiantes de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), que incursionan en una tecnología que, en virtud de sus beneficios económicos y ecológicos, adquiere cada día mayor importancia en el mercado. Hace aproximadamente dos años y medio, **Pablo Astiz Bathetl**, alumno del noveno semestre de la carrera de Ingeniería Mecánica Electricista en la **Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán (IME-FESC)**, inició un proyecto de equipo para desarrollar y construir un auto eléctrico de carreras.

Refiere que, “aunque tuve la inquietud de construir este auto desde hace nueve años”, fue hasta que estuvo en la UNAM cuando pudo realmente avanzar. Además de su diseño y construcción, este proyecto tiene varias facetas; una de ellas implica la participación exclusiva de estudiantes. “Tenemos maestros que nos asesoran, pero consideramos que somos los alumnos quienes debemos proponer las ideas y buscar los medios para llevarlas a cabo”.

Agrega que otro propósito básico es que este auto sirva como laboratorio móvil para otros proyectos. “Por ejemplo, si un estudiante realiza una tesis sobre telemetría, podría hacerlo en el laboratorio, pero es mejor si para ello aprovecha el auto”. De este modo, el prototipo puede irse perfeccionando, ya que se trata de un proyecto en evolución continua. Así, se vuelve una herramienta más para el aprendizaje de los estudiantes de la FESC.

El vehículo, que lleva el nombre de *Puma*, funciona con dos baterías convencionales de plomo ácido de 12 voltios, las cuales al conectarse en serie suman 24. Estos voltios pasan por un fusible de seguridad, un interruptor, y llegan a un controlador que se maneja por medio de un pequeño potenciómetro instalado en la parte delantera del pedal. Con poca corriente y un reducido voltaje, el potenciómetro hace que el controlador reciba 15 mil pulsos (15 kilohertzios) por segundo, que es la potencia suministrada al motor. Estos controladores tienen freno regenerativo, de manera que cuando se libera el acelerador, el motor funciona como generador y alimenta las baterías, brindándole autonomía por una hora. El motor del *Puma*, cuyo costo de construcción fue de aproximadamente 30 mil pesos, es de un caballo y medio de fuerza, de hasta 36 voltios, y con imán permanente.

Actualmente, el vehículo de la FESC, que puede alcanzar los 50 kilómetros por hora, participa en el noveno Campeonato Nacional de Vehículos Eléctricos *Electratón México*, representando al equipo *Pumas Cuautitlán*, formado por Pablo y Eduardo Astiz Bathetl, Dannary Hernández Gómez, José Benito Ávila Vicenteño, Alonso Estrada Nieto y Abel Hernández. “En estas competencias aspiramos primero a aprender, y luego ya competiremos por los primeros lugares con un diseño mejorado”, indica Pablo.

A lo largo de los dos años y medio que lleva el proyecto, han colaborado alrededor de 30 alumnos apoyados por la FESC y algunos patrocinadores. Empero, para perfeccionarlo se requiere de una mayor participación, tanto de estudiantes como de compañías que brinden el material. Señala que, en general, los alumnos involucrados son de la IME, pero sería aún mejor que también lo hicieran muchas otras áreas como administración, contaduría o informática, “porque creo que podríamos impulsarnos mutuamente y convertir el proyecto en algo más multidisciplinario”, puesto que al quedarse en la universidad servirá para que otros estudiantes lo modifiquen y mejoren.

El objetivo central del auto eléctrico *Puma* parte de la base de que, pese al todavía bajo nivel de desarrollo del país, existen ideas y propuestas muy buenas. Por ello, “no debemos negarnos a la colaboración, porque esta es fundamental para el futuro de México”, concluye.

¿Dónde está la antimateria?

Verónica Guerrero Mothelet

En la década de 1920, al observar el cosmos, el astrónomo Edwin Hubble descubrió que las galaxias se movían alejándose del Sistema Solar, lo que le hizo pensar que el universo se expande. Esta noción sentó las bases de la teoría del *Big Bang*, que establece que el universo surgió de un punto infinitamente concentrado de energía que de pronto explotó, generando materia en la forma de partículas y antipartículas que formaron todo lo que hoy se conoce. Este es, actualmente, el modelo más aceptado sobre el origen del universo.

Así, la esencia del mundo está constituida por partículas elementales: átomos con sus respectivos electrones, protones y núcleos. A partir de su estudio en los laboratorios del mundo, y de la propia teoría del *Big Bang*, se concluyó que, como regla, todas las partículas siempre se presentan por pares; es decir, tienen una gemela que reúne prácticamente las mismas propiedades, pero cuyo signo de carga eléctrica (+ y -) es opuesto. Estas últimas se conocen como antipartículas y, cuando ambas se unen, se aniquilan produciendo una onda de energía (rayos *gamma*). Este fenómeno indica que puede generarse energía a partir de la materia, idea que ya había explicado Albert Einstein cuando señaló que existe una relación constante entre materia y energía, refiere el **doctor Arturo Menchaca Rocha**, director del **Instituto de Física de la Universidad Nacional Autónoma de México (IFUNAM)**.

Sin embargo, existe un problema con el modelo de simetría universal entre partículas y antipartículas, ya que hasta la fecha no se ha localizado la cantidad suficiente de antimateria que lo verifique. “Sabemos que en la Tierra no hay mucha, porque de lo contrario no existiríamos...” En el Sistema Solar, en general, tampoco se ha encontrado, y aunque se sabe que en el centro de la galaxia puede existir un poco, no hay lo suficiente para pensar en un equilibrio, señala el investigador.

Agrega que esta situación ha generado varias conclusiones. Pudiera ser que el modelo esté equivocado, y que nunca existiera esa antimateria; o bien, que sea correcto, pero que --por razones desconocidas-- se hubiera agrumado (agrupado) para formar estrellas, galaxias y otros cuerpos en lugares alejados de la materia. “La tercera

hipótesis propuesta es que algunas reglas de la física no se cumplen con la precisión que esperábamos”. De hecho, como se ha observado que efectivamente ciertas leyes físicas tienen violaciones en escalas muy pequeñas, podría haber la posibilidad de que esta regla también se hubiese violado, produciéndose desde el principio más materia que antimateria. “En ese caso, lo que sucedió fue que toda la antimateria se aniquiló con su contraparte de materia, y la materia que conocemos es el sobrante de esa aniquilación”, explica el doctor Menchaca Rocha.

No obstante, la única evidencia que se tiene para verificar esta propuesta es el mero hecho de vivir en una zona dominada por la materia, y aunque bastante sólida, parte también de las limitaciones que se tienen para la observación de antipartículas. En este esfuerzo, no es muy útil la astronomía, porque la luz que emitiría una antiestrella sería idéntica a la que emite una estrella. Así, “podría resultar que la antimateria estuviese allí, y que lo que sucede es que aún no hemos desarrollado las técnicas para detectarla”. Por ello, surgió la física de rayos cósmicos.

Todas las estrellas son reactores nucleares que emiten luz, así como partículas residuales, principalmente núcleos de hidrógeno (protones), de helio (partículas *alfa*) y electrones. La emanación más constante es de protones que producen el llamado viento solar, un flujo de partículas cargadas que generan un campo magnético y modifica los campos magnéticos cercanos. De acuerdo con la teoría, las antiestrellas también deberían emitir estas partículas, sólo que en la forma de antimateria (como antiprotones o antinúcleos de helio). En consecuencia, se supone que de existir alguna antigalaxia con antiestrellas, éstas deberían emanar rayos cósmicos similares que, al acercarse a la Tierra, tendrían que detectarse como sucede con la materia.

La dificultad de buscar antimateria dentro del flujo de rayos cósmicos desde la superficie terrestre es que, al pasar por la atmósfera, tiene una alta probabilidad de chocar con las partículas que allí se encuentran, con lo que sería aniquilada y no llegaría a atravesarla. Así, una solución es construir un detector que distinga el signo de la carga de las partículas, y colocarlo en un satélite

para que las detecte antes de que crucen la atmósfera.

El instrumento que se usa en la Tierra para detectar la magnitud de la carga eléctrica de las partículas se denomina espectrómetro, y funciona "interpretando" las trayectorias curvas que produce toda partícula cargada que se mueve en un campo magnético (debido a una fuerza conocida como de *Lorenz*), pues por este medio puede conocerse tanto la magnitud de la carga de la partícula (grado de curvatura), como su signo eléctrico (orientación de la curva). Por ejemplo, la curva de un antiprotón (-) es contraria a la de un protón (+). De esta forma, surgió la idea de instalar, en la Estación Espacial Internacional *Alfa*, un espectrómetro con detectores capaces de reconstruir la trayectoria de las partículas y deducir si éstas son antipartículas.

Para tal fin, el físico estadounidense Samuel Ting, premio Nobel en 1976, diseñó el detector Alpha Magnetic Spectrometer (espectrómetro magnético *Alfa* o AMS), que realmente es un sistema de detección formado, a su vez, por varios detectores. Uno de ellos se construye en colaboración con el Instituto de Física. "La participación es relativamente grande, con

expertos de varios países, y el único grupo latinoamericano es el de la UNAM", comenta el doctor Menchaca, quien fue invitado al proyecto de la estación *Alfa* por el propio doctor Ting.

Su responsabilidad se circunscribe a una sección contenida en uno de los cinco detectores que formarán el AMS (radiador de *Cherenkov*), que produce la llamada luz de *Cherenkov*; es decir, la radiación electromagnética (por lo general luz visible) que emite una partícula cargada cuando pasa por la materia a una velocidad que excede la de la luz en ese medio.

El proyecto, ya en su fase de construcción, lleva dos años y originalmente estaba programado para enviarse a la estación en el año 2005. Desafortunadamente, "con la desgracia sufrida por la explosión del transbordador espacial *Columbia*, aunque el programa de construcción sigue en avance, se produjo un retraso por parte de la NASA, que suspendió indefinidamente todos los lanzamientos de sus transbordadores", apunta el universitario. Empero, añade que este periodo de espera será aprovechado por el IF-UNAM para poner a prueba su aparato antes de la instalación definitiva.

FOLIO 142 Ciensalud

La electricidad de un órgano

Verónica Guerrero Mothelet

El corazón es un sistema complejo que normalmente funciona de manera automática, coordinada y regular gracias a que es eléctrico. La frecuencia cardíaca está modulada eléctricamente, y depende de ciertos iones como el potasio. En general, todas las células musculares o nerviosas del organismo tienen en su membrana un voltaje debido a las concentraciones variables de iones (partículas con carga eléctrica) de elementos como sodio y potasio. Esta relación bioquímica provoca una diferencia de cargas eléctricas y con ello de potencial (voltaje).

En el caso del corazón, este proceso le determina un ritmo adecuado y una secuencia normal de activación. Primero, se genera un impulso eléctrico en el nodo sinusal, el marcapasos natural, que se ubica en su parte más alta, junto a la vena cava superior. El impulso viaja a través de las dos aurículas, estimulando su contracción. De ahí, la señal se dirige a otro nodo llamado auriculoventricular, de donde pasa a los ventrículos, explica el **doctor Luis Molina Fernández de Lara**, responsable del **Laboratorio**

de Electrofisiología Clínica Experimental, de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México (FM-UNAM).

Agrega que cuando se realiza ejercicio, el nodo sinusal recibe un estímulo y se acelera; por el contrario, en estado de reposo, otra señal aminora su ritmo. Asimismo, existe un ciclo circadiano (cotidiano) de variaciones normales en la frecuencia cardíaca. Sin embargo, cuando este músculo padece una enfermedad como isquemia (falta de irrigación sanguínea) o infarto, sus movimientos regulares pueden sufrir una perturbación, provocando arritmias cardíacas.

Por ejemplo, en el infarto muere una parte del tejido cardíaco, dejando una cicatriz, un tejido fibroso más primitivo, que no puede contraerse ni cambiar de polaridad eléctrica

porque no tiene voltaje. La cicatriz no ocupa un área definida, sino que zonas muertas (sin electricidad) se superponen con tejido normal, o con segmentos de conducción eléctrica deficiente.

Esto hace que el impulso eléctrico sea muy irregular, lo que puede generar cortocircuitos locales, y en lugar de que el corazón funcione con un ritmo normal de 70 latidos por minuto, se desencadena una feroz taquicardia (de 280 o más latidos por minuto) que desorganiza la contracción.

Cuando se presenta esta actividad caótica, la arritmia desemboca en una fibrilación ventricular, que implica la suspensión de actividad cardíaca de bombeo, con el consecuente cese de la circulación sanguínea. El doctor Molina señala que, aunque eléctricamente el corazón no esté detenido, se incapacita su función, lo que puede provocar la muerte súbita de la persona. "Cuando un paciente tiene fibrilación ventricular, su cerebro no recibe sangre y se desmaya. En ese momento aún no ha muerto, pero debe recibir auxilio inmediato".

Ello sucede con mayor frecuencia en casos de infarto, por lo que se traslada al paciente infartado a una unidad coronaria, donde además de la asistencia de personal especializado, un monitor vigila constantemente sus latidos. Si sufre una arritmia letal, se emplea un aparato desfibrilador, que produce una descarga brusca de energía (choque), despolarizando totalmente el corazón. "Como este órgano es automático, comienza a funcionar de nuevo", describe el especialista.

Refiere que en la década de los ochenta surgió la idea de fabricar un dispositivo electrónico que cumpliera las funciones de vigilancia, detección y respuesta eléctrica. Hoy, los desfibriladores portátiles son mini computadoras (más pequeños

que un celular), formados por un generador de pulso y un capacitor, que envían una potente descarga al corazón a través de electrodos. Este aparato se implanta dentro del cuerpo, igual que un marcapasos, con cables que van hasta el corazón y cumplen dos funciones: detectar una arritmia potencialmente letal y, si es necesario, enviar un estímulo en la forma de choque eléctrico.

La descarga del artefacto es de 36 julios (voltios por segundo) como máximo, con muy baja corriente (amperaje), por lo que no produce daños. "Son máquinas que obedecen un programa, insertado por medio de un cabezal electromagnético". Para modular la cantidad exacta de energía de descarga, se efectúan pruebas con el paciente, a fin de conocer la energía mínima para resucitarlo. Existen incluso desfibriladores combinados con un marcapasos, que incluyen la capacidad de regular el ritmo cardíaco.

El doctor Molina subraya la importancia del aparato como alternativa para evitar la muerte súbita, evento que ocurre principalmente en personas jóvenes y productivas, cuya incidencia lo convierte en problema de salud pública. Los médicos generales y cardiólogos deben contar con la información necesaria, y enviar a sus pacientes susceptibles de morir súbitamente con un cardiólogo electrofisiólogo para que se les realicen estudios más profundos, ya que al detectarse los factores de riesgo (diabetes, hipertensión, tabaquismo o infarto previo) este dispositivo les salvaría la vida, concluye.

FOLIO 143

Ciencia y Tecnología

Atrapando a las esquivas fugas

Yolanda Rojas

En la actualidad, el medio más económico y común para transportar fluidos es a través de redes de tuberías, de ahí que existan acueductos y oleoductos en casi cualquier lugar del planeta. Sin embargo, estas tuberías pierden eficiencia y presentan fallas constantes a consecuencia del agotamiento de su vida útil y una falta de mantenimiento.

Aunque en México las autoridades han puesto énfasis en la detección de fugas y obstrucciones en las redes de abastecimiento de agua y de petróleo, hasta ahora no se dispone del todo de dispositivos lo suficientemente sensibles como para localizar rupturas diminutas, sobre todo si los

ductos son subterráneos o están expuestos a cambios climatológicos y variaciones de operación. Asimismo, las técnicas tradicionales de verificación necesitan de aparatos especializados y complejas ecuaciones, que generalmente el técnico debe aplicar cuando el ducto está inactivo, lo que obliga a interrumpir el suministro por un par de horas o días, según la magnitud del problema.

Este tipo de técnicas, indica la **doctora Cristina Verde Rodarte**, de la Coordinación de Automatización del **Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (II-UNAM)**, ofrecen un desempeño pobre y no proveen información automática y rápida del lugar

donde se sitúa una falla, por lo que se requiere de instrumentos confiables, económicos, de fácil instalación y que usen el menor número de sensores colocados a lo largo del un intervalo o línea de distribución.

“Aunque es fácil diseñar sistemas electrónicos de detección y aislamiento de fugas basados en la identificación de parámetros como volúmenes y pérdidas finales, no siempre se obtienen buenos resultados, en especial si una red de tubería compleja presenta fallas simultáneas”, señala.

Con el propósito de brindar un mejor servicio y atender los requerimientos del sector hidráulico o petrolero, la doctora Verde Rodarte y un grupo de ingenieros universitarios desarrollan un mecanismo de procesamiento de datos en tiempo real, capaz de detectar de manera automática la ubicación de múltiples fugas, principalmente cuando sólo se tienen mediciones continuas del gasto, presión y temperatura de los extremos de un ducto.

El dispositivo consiste en un software por computadora dotado de todo el conocimiento sobre la conducta de un fluido (ya sea agua o petróleo) en condiciones normales, un adquisidor de datos, y un medidor de gasto y presión, el cual recibe la información emitida por una serie de sensores internos y/o externos colocados a lo largo de la red de distribución, o en ciertos puntos de un acueducto u oleoducto.

Bajo esta forma, la computadora continuamente recibe un informe digitalizado de los gastos y presiones del ducto (vía el adquisidor de datos) y diagnostica de manera automática las anomalías

en la instalación, comparando el comportamiento del fluido real con el esperado en condiciones normales.

En una palabra, “el ordenador funciona como un supervisor virtual de la red”, precisa la especialista. Como el dispositivo no deja de recibir y codificar información, es posible simplificar los cálculos y estimar el comportamiento del fluido con o sin fallas, lo que facilita el trabajo y prescinde de un equipo humano que verifique cada tramo.

Ya obtenidos los resultados, la segunda parte del diagnóstico consiste en aislar la fuga sin restringir la operación de la red. Verde Rodarte precisa que esta acción se logra con un mecanismo de reconocimiento de patrones de fuga creado a través de la lógica difusa, una teoría de razonamiento matemático que permite inferir resultados a partir de antecedentes. Las reglas que se siguen en este mecanismo se llaman heurísticas: Si ocurre esto... Entonces... Dependiendo de ellas, se determina la solución más viable.

Gracias a los avances obtenidos en las primeras pruebas realizadas en una tubería de agua de 132 metros de largo y 0.1 metros de diámetro, ubicada en el Laboratorio de Hidromecánica del II-UNAM, el proyecto continúa en el marco de un convenio con el Instituto Mexicano del Petróleo. Con él, se plantea el diseño de un prototipo detector y localizador de fugas en ductos de petróleo que, además de económico, emplea un software comercial que contempla las normas internacionales de seguridad y medio ambiente.

FOLIO 144
Ciensialud

Cerámica para reparar piel

Verónica Guerrero Mothelet

Desde tiempos remotos, el hombre se ha servido del poder del fuego sobre la tierra húmeda para crear cerámicas en las formas más variadas: platos, vajijas, tablillas para escribir, objetos de culto, y un sinnúmero de instrumentos que han facilitado su vida. Conforme se desarrolló la humanidad, aumentó el conocimiento sobre estos materiales y los procesos que se requieren para perfeccionarlos.

En la actualidad, los nuevos materiales cerámicos, además de tener un papel decisivo en la evolución de nuevas tecnologías como computación o telecomunicaciones, ofrecen también aplicaciones antes impensables, entre ellas la regeneración de hueso o piel.

En el **Instituto de Investigaciones en Materiales, de la Universidad Nacional Autónoma de México (IIM-UNAM)**, la **doctora María Cristina Piña Barba** dirige desde hace diez

años a un grupo dedicado al desarrollo de este tipo de biomateriales, que se utilizan para suplir un tejido o función en organismos vivos. Explica que, “en particular, investigamos la sustitución de hueso” con buenos resultados. En la búsqueda de materiales para reemplazar hueso comenzaron a trabajar con un aluminofosfato ampliamente estudiado en Cuba con ese propósito, y que tiene un sinnúmero de aplicaciones. El aluminofosfato es una molécula del tipo de las zeolitas, compuesto por una serie de canales en los que almacena agua que puede liberar en caso necesario, manteniendo el tejido seco y libre de bacterias.

Apoyados por tres biólogos integrantes del grupo: Roberto Palma, Isabel Arenas y Miguel Angel Regalado, los investigadores dedujeron que esta cerámica podía servir también para ayudar a la cicatrización de piel. De esta forma, probaron enriquecer el aluminofosfato con zinc y calcio, “porque estos elementos ayudan en la regeneración de piel proporcionándole centros de crecimiento distribuidos a lo largo de la superficie en la que hace falta”. Los iones de zinc son conocidos por su capacidad de promover la reposición de tejido en heridas, además de que este elemento puede atraer factores de crecimiento, produciendo una reacción bioquímica favorable en la cicatrización. A su vez, el calcio juega un papel significativo como mediador de la queratinización (producción de queratina, proteína que forma también pelo y uñas) y promueve la diferenciación epidérmica.

De allí, pasaron a realizar experimentos con ratas, en colaboración con el Departamento de Cirugía de la Facultad de Medicina de la UNAM. A éstas se les retiró del lomo un cuadro de piel, de aproximadamente 1.5 centímetros cuadrados. Los animalitos se dividieron en cuatro grupos: a los dos primeros se les puso zeolita mezclada con diferentes concentraciones de calcio, al tercero se aplicó únicamente nitrofurazona (un bactericida de

uso común para la desinfección de heridas) y el cuarto se mantuvo sin medicación.

Como resultado del estudio, observaron que “nuestro aluminofosfato era mucho mejor” que la nitrofurazona, refiere la doctora Piña Barba. La piel de estas ratas se reconstruyó, recuperando su grosor normal, la aparición de pelo y, además, sin marcas de cicatriz ni infecciones de ningún tipo. “Lo hicimos con muchas ratas en diferentes periodos y constatamos su bondad en todos los casos (de tiempo)”. En promedio, consiguieron una recuperación de piel 15 por ciento más rápido que con el bactericida, y con la ventaja de ser más resistente, sin cicatrices, cambios de color ni infecciones.

Después del experimento con ratas, se dio la posibilidad de aplicar la cerámica a pacientes voluntarios desahuciados por diabetes, que tenían problemas de cicatrización o pie diabético, y en quienes las heridas cutáneas se habían agravado a tal grado que precisaban cirugía de amputación. Con el empleo del aluminofosfato las heridas cerraron, lo que los salvó de perder el pie.

En ese momento no contaban con la posibilidad de realizar un estudio sistemático, pero ahora están a la búsqueda de algún médico o institución médica que se interese en llevar a cabo la investigación clínica, con todo el rigor y características que ésta implica. “Este es el problema más abrumador, porque no sabemos a quién acudir”, indica la investigadora, y añade que durante los tres años que duró el proyecto, “desarrollamos el aluminofosfato hasta conseguir reproducirlo en el laboratorio”. El material, que podría emplearse igualmente en cualquier persona a quien le falte piel --sin importar la causa-- se elabora fácilmente y con un bajo costo; está en forma de polvo y puede aplicarse solo o combinado con algún petrolato, que evite su dispersión. “A las ratas se las aplicamos con petrolato y a los pacientes se les puso directamente” con iguales resultados.

Controlar el color de la grasa de los ovinos

Verónica Guerrero Mothelet

Cuando un productor de ganado mexicano desea exportar carne, se enfrenta a varios problemas. Uno de ellos es el color que presenta la grasa de sus animales sacrificados, que hasta ahora sólo se verifica visualmente, por lo que resulta un método muy subjetivo y depende en gran medida de las condiciones de luz con que se realiza la inspección.

El color de la grasa, específicamente en los bovinos, es muy importante en términos de apreciación, pues cuando presenta un tono amarillento da la impresión de que la carne está vieja, pese a que el animal fue sacrificado recientemente.

Además, es común que este tono amarillo se deba simplemente a la alimentación que recibió el ganado, un forraje con el compuesto orgánico beta caroteno, que el animal sintetiza y se deposita en su tejido adiposo. A pesar de no sólo ser inocuo sino nutritivo, el resultado en la coloración de su grasa muchas veces va en detrimento de su valor comercial, al no conseguir los ganaderos exportar el producto o verse en la necesidad de venderlo a precios más bajos, con las consecuentes pérdidas económicas.

Con el propósito de evitar esta merma, que puede alcanzar grandes cifras, un equipo del **Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada de la Universidad Nacional Autónoma de México (FATA-UNAM)** desarrolló un sistema que permite detectar el color de la grasa cuando los animales todavía están vivos. Su mecanismo consta de dos partes, una óptica y otra electrónica, explica el **doctor Víctor Manuel Castaño**, coautor del proyecto y director de FATA.

Agrega que este aparato funciona al introducir en el animal una fibra óptica, por medio de una aguja hipodérmica, hasta llegar a la capa de grasa. Allí, la grasa refleja la luz.

“Existen dos tipos de reflexión de la luz: especular y difusa”, detalla el especialista. En la primera, la luz se concentra y es reflejada en una sola

dirección “como en un espejo”; por el contrario, la reflexión difusa arroja la luz difuminada hacia todos lados, lo que dificulta su detección.

“Ya que la grasa difunde la luz, en lugar de reflejarla de manera especular, tuvimos que utilizar esta técnica que hace pasar la luz difuminada por una lente esférica de vidrio, concentrándola para poder medirla”, indica.

Después de que se hace converger la luz en un punto, tres sensores ópticos detectan los componentes principales del espectro; es decir, las bandas espectrales de absorción y reflexión del compuesto beta caroteno, al que se debe el color amarillento. Una vez detectadas, las bandas se introducen en un circuito electrónico que, mediante un algoritmo matemático, produce un número correspondiente al color determinado de la grasa. Los investigadores idearon una escala de tonos del uno al 10 para calificar colores que van del blanco hasta el amarillo intenso.

Este sistema, cuya patente está en trámite, tiene múltiples ventajas. En principio, por ser un método científicamente reproducible, otorga a los ganaderos la posibilidad de conocer y controlar el color de la grasa de sus bovinos antes de sacrificarlos. “Si se detecta a tiempo, puede cambiarse la alimentación del animal por pocas semanas, modificando así el color resultante, lo que permitirá producir carne con grasa blanca”, precisa el doctor Castaño. Igualmente, el detector puede aplicarse a otro tipo de productos. “El actual está diseñado para detectar beta caroteno, pero podríamos emplearlo con otras sustancias; por ejemplo, para conocer el color de la yema del huevo o el de las frutas”.

Asimismo, el diseño de este sistema es robusto, pero compacto y eficiente en términos de uso de energía, por lo que puede trasladarse al campo o a los rastros, donde incluso podría servir para estandarizar la calidad de la carne. “Ya lo hemos probado en varios rastros, con excelentes resultados”, concluye.

Participación mexicana en un telescopio español

Eduardo González

Después de tres años y un costo de poco más de 547 millones de euros, la ciencia mexicana ocupará un lugar importante en el desarrollo y operación de uno de los más grandes instrumentos ópticos del mundo: El Gran Telescopio de las Canarias (GTC), en el cual será montado el denominado instrumento de verificación, fruto de un trabajo conjunto entre el **Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional Autónoma de México (IA-UNAM)** y el Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial de Querétaro (Cidesi). Su misión es verificar la calidad de la óptica.

Esta semana, el instrumento diseñado por tecnólogos mexicanos será sometido a sus últimas evaluaciones por un grupo de expertos del GTC de España, para finalmente ser embarcado a la isla de la Palma, en Las Canarias, donde se construye dicho telescopio.

Durante la integración final del GTC, el instrumento de verificación (a través de sus cuatro modos de operación que son imagen, medición de frente de onda por el método de curvatura, imagen de pupila y Shack- Hartman de alta resolución) será una herramienta de diagnóstico para comprobar su rendimiento y calidad. La información que genere servirá para tres tareas fundamentales, como la obtención de la imagen de los segmentos independientes del espejo primario, verificación de la geometría de la superficie del espejo y alineación de segmentos.

Una vez que la etapa de verificación y alineación concluya, el instrumento estará montado permanentemente en el telescopio para posteriores ensayos de rendimiento. En el futuro también se empleará como un banco de pruebas para la comparación de los métodos de cofaseo (alineación) en los denominados "Telescopios Extremadamente Largos" (ELT, por sus siglas en inglés), que se están diseñando y cuyos espejos primarios serán de 20 metros o más de diámetro.

El instrumento de verificación mexicano lo integran una estructura principal para acoplarse a la Estación Nasmyth del GTC, una estructura de soporte que más tarde le permitirá instalarse en el foco Cassegrain Doblado y la caja del instrumento que incluye en su interior la optomecánica de medición del mismo. La mecánica del verificador fue diseñada por el Cidesi, así como los cálculos de confiabilidad. En tanto, la óptica fue diseñada, construida y supervisada por el IA-UNAM con el apoyo del Centro de Investigaciones en Óptica, quien también contribuyó en la manufactura de algunos lentes. Finalmente, la electrónica y control fue desarrollada entre el IA y el Cidesi.

Con este diseño la ingeniería mexicana desempeñó un papel importante a la par de otros consorcios internacionales, y otro de los logros específicos es que los investigadores mexicanos tendrán acceso al Gran Telescopio de Las Canarias, lo que aumentará el número de proyectos nacionales.

Matemáticas para el Sida

Yolanda Rojas

No se sabe a ciencia cierta si el Virus de Inmunodeficiencia Humana (VIH) se originó en África o América. Lo cierto es que desde los años ochenta, cuando se dieron a conocer los primeros casos de la infección en la comunidad gay de San Francisco, California, nadie imaginó que sería una de las epidemias más devastadoras de los últimos años.

Sus manifestaciones clínicas se describieron inicialmente en homosexuales jóvenes que, pese a estar sanos, padecían sarcoma de *Kaposi* (cáncer en la mucosa de la boca, nariz y ano), o bien neumonía por *Pneumocystis carinii* (bacteria que ataca los pulmones). Este hallazgo reveló que los pacientes mostraban deficiencias en su sistema inmunológico, lo que los hacía susceptibles a un buen número de enfermedades. De esta manera, al cuadro sintomático se le llamó Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida (Sida) y luego se observó en usuarios de drogas por vía parenteral, hemofílicos, donadores y receptores de sangre, así como en mujeres que habían tenido contacto sexual con un portador, recién nacidos contagiados al momento del parto y niños amamantados por madres infectadas.

Pese a los esfuerzos por controlarlo en las mencionadas poblaciones de riesgo, el VIH se ha propagado con rapidez, al grado de que hoy existen 40 millones de personas infectadas en el mundo, de las cuales 2.8 son del continente americano. De ese total, 940 mil viven en Estados Unidos, Canadá y México, país que registra una media actual de 150 mil casos, según indica la Secretaría de Salud.

Si bien hasta ahora se desconocen muchos secretos del virus, como qué causa en el enfermo el adelgazamiento extremo, diarreas y demencias, entre otros síntomas que conducen a la muerte, sí se sabe que éste se correlaciona con cambios fisiológicos en el organismo. "De ahí que comprender la dinámica viral podría ayudar al desarrollo de una vacuna, o bien implementar terapias alternativas más eficaces y menos costosas, pues las actuales se basan en un cóctel de drogas antivirales que no siempre frenan el ciclo reproductivo del virus de manera eficiente y pueden volverlo resistente al efecto de la terapia", indica **Carlos Villarreal Luján**, investigador del **Instituto de Física de la Universidad Nacional Autónoma de México (IF-UNAM)**.

Lo que hoy se conoce, refiere, es que una vez que el VIH entra al organismo, infecta a cierta clase de glóbulos blancos (los linfocitos T CD4) que son responsables de dirigir la respuesta inmunológica y a los cuales inyecta su material genético. Ello ocasiona que el microorganismo desarrolle una dinámica de círculo vicioso: cuando la célula infectada se activa para tratar de combatirlo, al mismo tiempo activa a los genes del virus y éste se multiplica. Por esa razón, es tan difícil erradicarlo.

Atraído por ese problema, otro investigador del IF-UNAM, **Germinal Cocho**, quien aparte de ser doctor en física es médico cirujano, invitó a Villarreal Luján a aplicar su experiencia en la física de campos cuánticos y de altas energías en el desarrollo de un modelo matemático que, apoyado por computadora, permitiera entender el desarrollo de la enfermedad --desde la infección inicial hasta la aparición de los síntomas--, así como la respuesta de pacientes a las terapias antivirales.

El modelo propuesto por Cocho hace 10 años ha evolucionado y perfeccionado a través de un trabajo muy arduo, en el que también colaboraron científicos de diversas disciplinas, como el **biofísico Gustavo Martínez-Mekler**, la **inmunóloga Leonor Huerta** y el grupo dirigido por el **biomatemático Marco José** en el **Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM**.

El modelo describe la dinámica viral y su interacción con distintas células del sistema inmunológico por medio de ecuaciones diferenciales --que manejan muchas variables y son similares a las empleadas en las ciencias físicas--, las cuales posibilitan predecir la evolución futura o pasada de un sistema (en este caso, el sistema inmunológico de una persona con VIH) si se conocen sus condiciones a un tiempo determinado. "Lo que deseamos es encontrar la correspondencia entre las distintas fases observadas del decaimiento viral cuando se aplica la terapia, además de los mecanismos fisiológicos que ocurren en los sitios en donde el virus se encuentra alojado: torrente sanguíneo y/o ganglios linfáticos", añade.

Matemáticas y salud

Villarreal Luján explica que dentro del modelo se introducen diversas variables que son traducidas a un lenguaje matemático, como las cantidades

medidas de virus libre en la sangre y los ganglios, de células infectadas o no por el VIH (linfocitos T y macrófagos, entre otras), así como los procesos fisiológicos que tienden a incrementar o disminuir su número en el organismo, ya sea por generación y eliminación natural, tránsito en sangre, linfa y tejidos, y terapia farmacológica. El resultado final de estas ecuaciones permite reproducir de manera simultánea las curvas de decaimiento viral y celular reportadas en diversos estudios independientes realizados con pacientes durante horas, días, semanas y meses, además de predecir bajo qué condiciones el tratamiento funcionará mejor.

Por ejemplo, en su aplicación experimental, el modelo ha obligado a los universitarios a suponer que las terapias antivirales, además de impedir la formación de nuevos virus, perturban el ambiente del tejido linfático; es decir, aceleran el desprendimiento del VIH adherido a cierto tipo de células que forman una red en ese tejido (las células foliculares dendríticas), protegiéndolo del ataque del sistema inmunológico. “Esta es una hipótesis pero, de llegar a ser cierta, permitiría a los médicos proponer terapias alternativas o complementarias que bloqueen la adherencia del virus a estas células”, apunta el experto.

Por otro lado, indica que “en el sistema inmunológico existen células de memoria de larga vida que guardan el recuerdo de las infecciones

padecidas por el organismo. Así, cuando una infección se presenta de nuevo, esas células permiten montar una respuesta inmunológica rápida y efectiva. Empero, el modelo indica que la infección de células de memoria por el VIH ocasiona que sea muy difícil erradicarlo del organismo mediante las terapias actuales, ya que siempre habrá células que alojen en su interior a los genes virales en forma latente”.

Para probar el modelo matemático en humanos, el doctor Villarreal informa que desde hace algunos meses colaboran con el grupo del doctor Luis Soto, del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición *Salvador Zubirán*. El objetivo es administrar el tratamiento contra el Sida a pacientes mexicanos, al tiempo de tomarles muestras de sangre con regularidad, lo que “nos permitirá disponer de mediciones de carga viral y conteos celulares más precisos que los reportados hasta ahora en las publicaciones internacionales”.

Hoy, agrega, calculamos los efectos de mutaciones virales en las terapias, la relevancia o no de aparentes oscilaciones en la carga viral al inicio de un tratamiento, y la existencia de un mecanismo que parece inhibir la replicación viral en las etapas iniciales de la infección. “Creemos que dentro de algunos años podremos entender con certeza la dinámica viral y patogenicidad del VIH/Sida”, concluye.

FOLIO 148

Ciencia y Tecnología

Crean prometedora vacuna para la cisticercosis

Yolanda Rojas

En muchas comunidades rurales de la provincia mexicana que carecen de acceso a los servicios de alcantarillado y agua potable, la crianza de cerdos de traspatio sirve para limpiar tierras y cultivos donde la defecación se realiza al aire libre. Esa costumbre, asociada a malas condiciones sanitarias, pobreza e ignorancia, es responsable que enfermedades parasitarias como la cisticercosis humana y porcina sea un grave problema de salud pública en Chiapas, Colima, Guerrero, Jalisco, Michoacán y Oaxaca.

El **doctor José Luis Molinari Soriano**, jefe del Laboratorio de Inmunología de Parásitos del **Instituto de Fisiología de la Universidad Nacional Autónoma de México (IFC-UNAM)**, indica que la cisticercosis humana se adquiere al ingerir alimentos contaminados con huevos de *Taenia solium*, ya que con frecuencia son los

enfermos de taeniosis (solitaria) quienes los manipulan. Asimismo, una persona contrae taeniosis al ingerir carne de cerdo inadecuadamente cocida e infestada con cisticercos, que son la etapa larvaria del parásito.

El parásito adulto es un gusano hermafrodita y plano que vive adherido a la mucosa del intestino delgado gracias a cuatro ventosas y una doble corona de 28 ganchos ubicados en su escólex (cabeza). Este cestodo puede llegar a medir más de 10 metros de largo y está formado por una cabeza, cuello y múltiples segmentos llamados proglótidos. Los más distantes pueden contener de 50 mil a 60 mil huevos fértiles, los cuales son liberados junto con las heces fecales del portador.

Explica que cuando los cerdos ingieren excremento humano con huevecillos de *T. Solium*,

su cáscara se rompe en el estómago por acción de los jugos gástricos. Al llegar al intestino debido a la bilis y al jugo

pancreático, los embriones (oncosferas) son activados y liberados de su envoltura. De ahí, usan sus ganchos y enzimas para perforar el tejido intestinal y, a su paso, encuentran vasos sanguíneos por los que se transportan a diferentes órganos, entre ellos cerebro y corazón, donde se desarrollan en una fase conocida como cisticercos (meta-céstodo) y en la que pueden llegar a medir hasta medio centímetro.

De esta manera, los cerdos se convierten en hospederos intermediarios del parásito y a ello se le llama cisticercosis porcina. En cambio, el humano adquiere la cisticercosis cuando ingiere alimentos contaminados con huevos de *T. Solium*.

Comenta que, en el caso del hombre, los embriones activados y liberados en su intestino penetran los tejidos y viajan por la sangre hacia cerebro, ojo, médula espinal y músculo esquelético, en donde se desarrollan como metacéstodo. Su localización más grave es en el cerebro (neurocisticercosis), en donde puede vivir de cuatro a cinco años sin causar síntomas al paciente, pero cuando el parásito muere se produce un proceso inflamatorio caracterizado por cefalea, problemas en la vista, habla, memoria e inteligencia, epilepsia, hidrocefalia, estado demencial y muerte, síntomas que dependen de la evolución, localización, estadio y número de cisticercos (de uno a más de 244).

Ante ello, el doctor Molinari Soriano y un grupo de **investigadores del IFC y la Facultad de Medicina de la UNAM** desarrollaron una vacuna de uso porcino, cuya dosis de 150 micro gramos vía intramuscular induce inmunidad protectora que destruye un número importante de oncosferas y de cisticercos que llegan a implantarse, por lo que el ciclo biológico de la *T. solium* se interrumpe y la enfermedad ya no se transmite al hombre.

La vacuna fue diseñada en el laboratorio a partir de un extracto crudo de cisticercos y, para su aplicación en más de 10 mil cerdos de 34

comunidades del norte de Guerrero, contaron con el apoyo del Colegio Superior Agropecuario del estado. La inmunización demostró una protección que llevó a la cisticercosis porcina de 5.1 por ciento a cero en su primera fase, y de 2.5 por ciento a 0.45 en una segunda.

Los científicos descubrieron que los cisticercos contienen al menos ocho antígenos (proteínas con actividad enzimática) que inducen en el cerdo un proceso inmune, capaz de destruir oncosferas y cisticercos. En ese sentido, "disecamos cisticercos de cerdos jóvenes y obtuvimos de ellos un extracto con dichas proteínas. Inoculamos ese material en cerdos sanos y luego infectamos a cada uno con 8 mil 400 huevos, para lo cual conseguimos dos solitarias de un paciente taeniósico. A los tres meses, cuando sabíamos que ya había un desarrollo completo de los cisticercos, sacrificamos a los animales, contamos los parásitos y vimos una gran diferencia entre los inmunizados y un segundo grupo de control", expone. Así, los cerdos vacunados presentaban un número menor de cisticercos, y un estudio histopatológico mostró que 60 por ciento tenían diferente grado degenerativo y el resto se encontraban completamente destruidos.

El universitario reconoce que esta vacuna no es comercial, por lo que una alternativa es transferir el conocimiento a otras universidades y centros de investigación, a fin de que una vez al año inmunicen a los cerdos de sus comunidades. Por ahora, su laboratorio produjo mil dosis para que la Universidad Autónoma de Nayarit efectúe la vacunación en su estado.

Por otro lado, actualmente estudian a dos de las ocho proteínas antes descritas, pues inducen inmunidad celular que a futuro les permitirá desarrollar una vacuna recombinante. "La intención es obtener su material genético y más tarde clonarlo utilizando a la bacteria *Escherichia coli* como vector", subraya el doctor Molinari, quien acaba de publicar el resultado de sus investigaciones en las revistas científicas *Veterinary parasitology* y *Experimental parasitology*.

Moscas versus mal de Parkinson

Verónica Guerrero Mothelet

Para la mayoría de las personas, moverse es un acto tan natural que no necesita siquiera estar conscientes de ello. No obstante, para los pacientes con *Parkinson*, esa función deja de ser autónoma y el control de cada uno de sus movimientos requiere en muchos de ellos de una inmensa concentración y esfuerzo. Esta enfermedad, extraña, implacable y literalmente paralizante, de la que ya se tenían referencias en textos médicos de Asia desde hace más de dos mil 500 años, fue descrita por primera vez como tal por el doctor James Parkinson, en 1817.

Más de un siglo y medio después, se encontró que la causa del mal era la falta de un interruptor interno del cerebro: la dopamina, neurotransmisor vital para modular las señales motoras. Así, se descubrió que los síntomas del *Parkinson* se presentan cuando comienzan a morir las neuronas dopaminérgicas (productoras de dopamina) en el cerebro. Por ello, el principal tratamiento que se aplica es la sustancia *levodopa*, que es convertida en dopamina por las neuronas. Empero, al avanzar este padecimiento, se reduce la cantidad de neuronas que pueden convertir *levodopa* en dopamina, por lo que termina la eficacia del medicamento.

Si bien los investigadores aún no saben exactamente qué hace morir a estas células nerviosas, existen varios factores sospechosos como la susceptibilidad genética, acumulación de toxinas en el organismo, o participación de una o varias proteínas. Actualmente, un pequeño insecto sirve a los investigadores como modelo de estudio para desentrañar la incógnita de este mal. La *Drosophila melanogaster*, o mosca de la fruta, es un excelente modelo para estudiar no sólo las enfermedades neurodegenerativas, sino también casi todos los padecimientos genéticos humanos, señala el **doctor Enrique Alejandro Reynaud**, investigador de genética del desarrollo y fisiología molecular en el **Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional Autónoma de México (IBT-UNAM)**.

Agrega que esto se debe a que compartimos con la mosca un ancestro en común, lo que significa que la mayoría de los genes que determinan su arquitectura son los mismos que definen a la humana; es decir, "los mecanismos genéticos y bioquímicos del desarrollo de la mosca son muy similares a los nuestros", y por ello se puede transferir genes humanos en moscas mutantes y

"curar" su mutación, indica el especialista. Asimismo --continúa--, a partir de la decodificación del genoma de la *Drosophila*, se ha demostrado que tiene cuando menos 70 por ciento de los genes que se sabe están involucrados en alguna enfermedad genética humana, lo que significa que podrían estudiarse 70 por ciento de las enfermedades genéticas humanas en la mosca, incluido el mal de *Parkinson*.

De esta forma, el grupo del doctor Reynaud desarrolló moscas transgénicas, incluyéndoles un gene humano que expresa la proteína *Sinfilina-1*. Aunque los investigadores todavía desconocen la función celular de esta proteína, que la *Drosophila* no produce naturalmente, piensan que puede estar involucrada en el proceso patológico del *Parkinson*, ya que interactúa fuertemente con otra proteína llamada *alpha-Synucleína*. Explica que "cuando alguien tiene mal de *Parkinson*, genera unas estructuras subcelulares ricas en estas dos proteínas, denominadas inclusiones de *Lewy*". Se cree que estas inclusiones resultan tóxicas para las neuronas dopaminérgicas, pues están presentes en pacientes fallecidos, siendo el síntoma inequívoco de que la persona padeció el mal de *Parkinson*.

En cuanto a la otra proteína, la *alpha-Synucleína*, sólo "sabemos que cuando ésta tiene mutaciones, existen elevadas probabilidades de que la persona en cuestión desarrolle este mal", refiere el investigador. Empero, añade que algunos pacientes con *Parkinson*, aunque sin mutaciones en la *alpha-Synucleína*, también desarrollan inclusiones de *Lewy*. Ya que a partir de sus observaciones encontraron que las moscas con *alpha-Synucleína* forman igualmente las inclusiones, el siguiente paso es estudiar en la *Drosophila* la influencia de la *Sinfilina-1*. "No sabemos si esta proteína evita que se formen dichas inclusiones o, por el contrario, aumenta la probabilidad de que sucedan. Eso es precisamente lo que queremos investigar", puntualiza.

Hasta ahora, saben que la mosca tiene naturalmente otro gene involucrado con este padecimiento, la *parkina*, "que es por cierto el que tiene mutado el actor Michael J. Fox". Éste produce una proteína que se encarga de limpiar a las células de las proteínas viejas, entre ellas la *alpha-Synucleína* y la *Sinfilina-1*. "Cuando falta la *parkina*, se desarrolla el *Parkinson*, porque las

otras proteínas envejecen dentro de la célula volviéndose tóxicas". Esta información, aunado al conocimiento de que las moscas con *alpha-Synucleína* producen inclusiones de *Lewy* y pierden sus neuronas dopaminérgicas, indica que "el cerebro de la *Drosophila* puede servir como tubo de ensayo para reconstruir y estudiar los mecanismos moleculares del mal de *Parkinson* en un organismo vivo", apunta el doctor Reynaud.

Los resultados actuales son preliminares y se circunscriben a la expresión de *Sinfilina-1* en el cerebro del insecto. El grupo del doctor Reynaud ya constató que la expresión de esta proteína humana en la mosca resulta tóxica para sus neuronas. Ahora, el objetivo de sus experimentos es comprender el mecanismo de tal toxicidad, para que pueda buscarse y compararse más tarde en otros mamíferos. De igual forma, sus investigaciones futuras tienen la intención de conocer qué sucede en el cerebro de la mosca cuando se expresan al unísono la *Sinfilina-1* y la *alpha-Synucleína*, precisa el especialista, quien comenzó a estudiar el sistema nervioso de la *Drosophila* en 1997, durante su postdoctorado en la Universidad de Stanford, Estados Unidos.

Así, con la ayuda de un pequeño y común díptero, se avanza en el descubrimiento de los secretos

del *Parkinson*, una de las enfermedades neurodegenerativas más misteriosa para la ciencia.

Primer mapa proteico para un organismo multicelular

Un grupo de investigadores estadounidenses presentó el primer mapa que detalla la forma como actúan las proteínas dentro de las células de la *Drosophila melanogaster*. Este mapa ofrece un modelo para futuros estudios en humanos, lo que permitirá una mejor comprensión de los padecimientos genéticos y enfermedades infecciosas, abriendo una nueva puerta a la identificación de fármacos para tratar estos problemas.

Investigaciones anteriores habían arrojado una lista de los 14 mil genes de la mosca de la fruta, así como las proteínas que se producen dentro de sus células. Empero, este mapa indica la relación de dichas proteínas entre sí, además de su funcionamiento dentro de las células del insecto. El documento fue publicado en línea por la revista Science y los resultados del mapa de interacciones proteicas, el primero para un organismo multicelular, se almacenarán en bases de datos accesibles a otros científicos por internet.

FOLIO 150
Ciensialud

Ensayan vacuna para el cáncer de piel

Yolanda Rojas

En 1868, a la edad de 21 años, el estudiante alemán de medicina Paul Langerhans, también descubridor de los islotes pancreáticos de Langerhans, describió unas células de aspecto dendrítico (prolongación plasmática ramificada) en la epidermis de cadáveres humanos. En un principio creyó que formaban parte del sistema nervioso intraepitelial, pero más tarde otros investigadores las consideraron como melanocitos que habían agotado su capacidad para producir melanina, el pigmento que da color a la piel.

Sin embargo, para 1978 se demostró que estas células se originaban de otras células precursoras provenientes de la médula ósea, cuya función principal era la presentación de antígenos; es decir, moléculas capaces de desencadenar una respuesta inmunológica. Una vez que las "células de *Langerhans* (CL) han captado, procesado y reexpresado en su membrana a los antígenos, éstas migran a los ganglios linfáticos y ahí los presentan a un tipo de leucocitos sanguíneos, los llamados linfocitos T, que responderán de manera

específica a ese antígeno cuando el organismo se ponga en contacto él en ocasiones posteriores", explica el **doctor Andrés Castell Rodríguez**, del **Departamento de Biología Celular y Tisular de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México (FM-UNAM)**,

Ahora, "se sabe que las CL forman un sistema celular que está ampliamente distribuido no sólo en la epidermis, sino también en la córnea, epitelios respiratorio y del tubo digestivo, ganglios linfáticos, bazo y timo, así como en el tejido conectivo del pulmón, corazón e hígado", indica, por lo que son la primera barrera de defensa del cuerpo. Justo esa cualidad, que es la de inmunovigilar la presencia de antígenos, posibilita la detección de mutaciones celulares como las que se dan en el cáncer, aunque también participan en el reconocimiento de antígenos de tejidos injertados, por lo cual las CL son responsables del rechazo de un órgano trasplantado.

Ante el interés de comprender la función de las CL, el doctor Castell Rodríguez y su grupo de investigadores de la FM-UNAM estudian desde hace años el desarrollo y evolución (filogenia) de las células de *Langerhans* en varias especies de vertebrados como anfibios y lampreas, además de trabajar con modelos experimentales *in vitro* e *in vivo* para entender el papel que juegan en patologías como la tuberculosis y el cáncer de piel (melanoma), uno de los tumores más agresivos y para el cual el tratamiento con quimio y radioterapia es ineficaz toda vez que ha rebasado la membrana basal; es decir, el límite entre la epidermis y la dermis.

El objetivo de estas investigaciones es emplear células de *Langerhans* como vacunas o coadyuvantes para provocar respuestas inmunológicas contra diferentes tipos de cáncer. Lo anterior es de suma importancia dado que los tumores malignos tienen la capacidad de evadir al sistema de defensa del organismo, o bien modificar el microambiente inmunológico para crear tolerancia, lo que les permite reproducirse y diseminarse a otras partes del cuerpo.

“Elegimos al melanoma maligno cutáneo porque es un tumor muy agresivo, en el que los melanocitos de una persona se alteran debido a una sobreexposición a rayos ultravioleta, misma que también disminuye el número de CL”, menciona. Así, al haber una disminución de la célula inmunovigilante, es fácil que se cree tolerancia al melanoma y, a medida que avanza, invade órganos como cerebro y pulmón. No obstante, este cáncer es curable con cirugía si se diagnostica a tiempo, pero la sobrevida es de 50 por ciento a cinco años en caso de que rebasa la membrana basal por tan sólo tres milímetros.

Cabe mencionar que el melanoma es uno de los 42 tumores malignos más frecuentes, caracterizado por un crecimiento anormal de las pecas y lunares y, aunque los índices de morbimortalidad en México son relativamente bajos, la enfermedad tiende a incrementarse en grupos de edad de 65 o más años, según lo indica un estudio publicado el pasado mes de abril por el Departamento de Dermatología del Hospital General de México.

En busca de una vacuna

En un modelo experimental *in vitro*, el doctor Castell comenzó por aislar, de ratones con melanoma, algunas proteínas derivadas de una región de ADN o ácido desoxirribonucleico llamada MAGE (genes de antígenos de

melanoma), fáciles de reconocer por el sistema inmunológico y que no se presentan en ninguna otra célula con excepción de espermatozoides.

Luego, con los antígenos MAGE y el factor estimulante del crecimiento de colonias de granulocitos y macrófagos, el experto activó las CL aisladas de la piel de un ratón sano y las co-cultivó con linfocitos T. En el co-cultivo, “hemos observado que las CL inician la promoción de respuestas inmunológicas, ya que reconocen a las células de melanoma como extrañas y las desechan”, señala.

En un segundo modelo experimental, pero *in vivo*, las CL activadas y cargadas con antígenos MAGE se inyectaron a ratones con melanoma, observando una respuesta inmunológica sistémica contra ese cáncer y, por tanto, una disminución en el tamaño de los tumores.

De momento, los investigadores de la FM-UNAM están en la fase experimental de una vacuna en ratones, pero dentro de tres a cinco años iniciarán ensayos clínicos en humanos, lo que podría significar una cura futura contra el melanoma. “Pensamos utilizar células de *Langerhans* de los mismos pacientes, activarlas fuera del receptor y luego volverlas a inyectar --una o varias veces, según se requiera-- cargadas con antígenos MAGE”, indica el doctor Castell Rodríguez, quien actualmente escribe un capítulo sobre la evolución de las CL en el libro *Skin immune system* y pronto realizará una estancia de investigación en la Clínica Dermatológica de la Universidad de Erlangen, Alemania, con miras a aplicar sus conocimientos en población mexicana.

Respecto al trasplante de órganos en ratones, refiere que se ha observado que cuando un órgano es trasplantado, éste es rechazado debido a la diferencia en las moléculas clase I y II del Complejo Principal de Histocompatibilidad; mientras que si el órgano está libre de CL, éste es aceptado sin problema, independientemente de la especie de ratón empleada como donador.

Por eso, para garantizar esta práctica en humanos, cree que una opción sería disminuir el número de células de *Langerhans* en un área de piel del receptor e inducir un fenómeno de tolerancia a los antígenos del donador, permitiendo así que los órganos transplantados sean aceptados por compatibilidad. Ello, “evitaría el rechazo, se podrían realizar más cirugías de este tipo sin estar a la espera de un órgano por falta de donadores, y el paciente no tendría que tomar inmunosupresores de por vida”, concluye.

Los retos del puente Chiapas

Yolanda Rojas

Chiapas es el octavo estado más grande del país con una superficie de 75 mil 634 kilómetros cuadrados, en la que confluyen zonas costeras, llanuras, selvas y montañas. Si bien posee una enorme riqueza natural, la región requiere de una mayor infraestructura que coadyuve a detonar su crecimiento económico.

Como parte de un ambicioso programa carretero para mejorar la comunicación entre la entidad y el centro de México, recientemente finalizó la construcción de un puente que cruza el embalse de la presa Nezahualcóyotl, mejor conocida como Malpaso, ubicada a 115 kilómetros de Villa Hermosa, Tabasco. Gracias al esfuerzo de vinculación entre gobierno, academia e industria, el llamado puente de Chiapas fue inaugurado en diciembre pasado con una inversión cercana a los dos mil millones de pesos.

Su trascendencia radica en que suma una longitud de mil 208 metros, mismos que albergan dos carriles de circulación vehicular y se integran al tramo Las Choapas-Raudales-Ocozocoautla de la autopista federal Cosoleacaque-Tuxtla Gutiérrez, perteneciente al Corredor Transístmico del Plan Puebla-Panamá. Asimismo, otorga grandes beneficios al reducir en 861 kilómetros la distancia entre Chiapas y el Distrito Federal, ahorrándose 100 kilómetros de recorrido con un tiempo promedio de ocho horas 30 minutos; es decir, cinco menos a lo habitual.

Ingeniería mexicana

De acuerdo con el **doctor Roberto Gómez Martínez**, investigador del **Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (II-UNAM)**, en 1997 la Dirección General de Carreteras Federales de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) inició los estudios de factibilidad para la construcción del puente de Chiapas, los cuales incluyeron levantamientos topográficos, batimétricos (miden la profundidad del agua), geotécnicos, de aforo vehicular, socioeconómicos y de impacto ambiental.

“En principio se evaluaron varias propuestas, como la de un puente atirantado y otro suspendido, pero finalmente se eligió una superestructura de claros (tramos) continuos que, a través de un innovador sistema de empujado, se

colocarían sobre pilas o jackets iguales a los usados en plataformas marinas”, comenta.

Su diseño culminó en 1999 sin poder realizarse. Sin embargo, dos años más tarde los ingenieros de la SCT revisaron de nuevo el proyecto y hallaron que algunos requisitos prescritos para iniciar su construcción no se habían cumplido conforme al esquema original. Dada la importancia de la obra, la dependencia buscó la consultoría de un grupo de expertos en ingeniería estructural. Así, a fines del 2002, “el II-UNAM fue nombrado asesor principal, responsabilidad asumida por un grupo interdisciplinario de ingenieros compuesto por nueve investigadores y más de 20 técnicos y becarios”, refiere el universitario. Las actividades del Instituto incluyeron la verificación del control de calidad, revisión y propuestas de refuerzo para los elementos que requirieran resistencia adicional, y monitoreo de la seguridad de la superestructura durante las ocho etapas del proceso de empujado.

Este proceso, explica, consiste en ensamblar dovelas (cajones de acero de 5.50 metros de peralte y 12 metros de longitud unidas por soldadura) y empujarlas sobre una plataforma o nariz de lanzamiento, la cual se edificó en uno de los lados del cruce de la presa Malpaso. Una vez que se tiene una longitud adecuada de dovelas unidas, con ayuda de gatos hidráulicos se empujan hasta hacerlas llegar a las pilas o apoyos inmediatos, en los cuales también se tienen otros dispositivos especiales para el empujado. Ya que se logró salvar un claro, se siguen ensamblando y uniendo dovelas mediante el mismo proceso hasta cubrir la longitud total del puente.

El doctor Gómez Martínez añade que por las distancias entre pilas, durante el empujado de la superestructura del puente de Chiapas se tuvo que utilizar una nariz de lanzamiento de 44 metros de largo y un mástil de 47 de alto provisto de ocho tirantes. “Al final del empujado ambos elementos fueron removidos, ya que su finalidad era la de reducir únicamente las deflexiones verticales de los voladizos que se originaron en cada etapa”.

En resumen, la obra consta de ocho claros (124, 152, 92 y cinco de 168 metros) y, “por la extensión de los tramos volados de 168, tipo de superestructura y sistema de empujado, cabe resaltar que obtuvimos un récord mundial que representa un gran logro para todos”, subraya. De

igual modo, el puente se compone de 102 dovelas y tiene un ancho de 10 metros, suficiente para alojar dos carriles de circulación que beneficiarán a un tránsito promedio diario de dos mil 800 vehículos.

Para tener una idea sobre su magnitud, el también coordinador del área de Mecánica Aplicada de la Subdirección de Estructuras del II, refiere que puede compararse con el segundo piso del distribuidor vial San Antonio-Viaducto, en la capital mexicana, cuyo claro más grande es cinco veces menor y la altura máxima de sus pilas tres veces más pequeña.

Inspección y modelo matemático

Una de las labores del Instituto consistió en realizar inspecciones no destructivas de las soldaduras a través de pruebas de ultrasonido, partículas magnéticas y radiografías, lo que permitió cumplir con los requisitos señalados en los reglamentos de construcción. De igual modo, el uso de tecnología de punta permitió supervisar la seguridad de la superestructura durante el

proceso de empujado, al tiempo de registrar deformaciones, temperaturas, deflexiones, aceleraciones y velocidades del viento.

Con objeto de revisar la precisión del diseño original y evaluar concentraciones de esfuerzos en el empujado, el doctor Roberto Gómez apunta que el II-UNAM diseñó un sistema de instrumentación y un modelo tridimensional de elementos finitos por computadora, con los que “pudimos considerar desalineaciones, fallas, desplomes y otros problemas de tolerancias dimensionales surgidos en la aplicación de soldadura y ensamble de las dovelas”. La totalidad del puente chiapaneco culminó en noviembre, mientras que su recubrimiento con asfalto, parapeto y obras complementarias en diciembre de 2003.

Por sus características de calidad, el experto asegura que la infraestructura no sólo promoverá el crecimiento económico y turístico de Veracruz, Tabasco y Chiapas, sino también dará a pie a una serie de convenios entre el Instituto de Ingeniería y la SCT para planear y realizar otros proyectos carreteros federales.

FOLIO 152
Ciencia y Tecnología

Leguminosa cooperativa

Verónica Guerrero Mothelet

La alimentación mundial es una cuestión no resuelta, pues actualmente existen 840 millones de personas con hambre crónica, de las cuales 799 millones viven en los países en desarrollo, según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Asimismo, otro informe del mismo organismo advierte que la erosión y acidificación de los suelos reducen la productividad de más de tres millones de kilómetros cuadrados de tierras agrícolas en el planeta.

En México, por ejemplo, la erosión y otros procesos de degradación han dañado 64 por ciento de las tierras agropecuarias y forestales. Así, cuando los suelos se debilitan, se desequilibra su nivel de acidez o alcalinidad (pH), por lo que los cultivos tienen más dificultad para tomar de ellos nutrientes esenciales como fósforo, hierro o calcio.

Un viejo problema en la agricultura es que deben agregarse muchos fertilizantes químicos a la tierra, que si bien nutren a las plantas, también

provocan un desequilibrio ecológico. “Con la agricultura intensiva que se efectuó desde la llamada revolución verde, se incorporó un exceso de fertilizantes químicos. Efectivamente ello elevó la producción de maíz y trigo, pero con el tiempo su efecto se hizo reversible: los suelos se contaminaron, bajaron sus índices de fertilidad y se hicieron insostenibles”, refiere el doctor Vicente Espinosa Hernández, especialista en ecología nutricional y profesor investigador del Colegio de Posgraduados (Colpos).

Agrega que, no obstante, existen soluciones ofrecidas por la propia naturaleza, como constató al estudiar una leguminosa de origen mediterráneo denominada *Lupinus arboreus*, una de las muchas variedades de lupinos silvestres que actualmente se cultiva en países como Australia, Estados Unidos e Inglaterra. En principio se sabe que esta especie, como todas las leguminosas, es capaz de fijar el nitrógeno del aire y utilizarlo para su crecimiento; sin embargo, el investigador demostró que el *Lupinus* también puede obtener y aprovechar el fósforo atrapado en el suelo en

forma de fosfatos, poniéndolo a disposición de las plantas que están a su alrededor.

La idea de estudiar los mecanismos de estas leguminosas para absorber nutrientes que tienen baja movilidad en el suelo surgió durante su estancia en la Universidad de Oxford, Inglaterra. "Básicamente trabajaba con ecología nutricional", indica, y se enfocó en las leguminosas y su relación con otros cultivos porque sentía curiosidad por la tradición de los campesinos mexicanos de asociar maíz o calabaza con frijol (otra leguminosa), bajo la creencia empírica de que mejora sus cosechas.

Después de asociar exitosamente al *Lupinus* con cultivos de avena y otras especies, entre las que figuran un cardo (hierba) llamado *Urtica dioica*, que necesita grandes cantidades de nitrógeno y fósforo para crecer, el siguiente paso fue averiguar cómo funciona este mecanismo. Explica que, de acuerdo con una teoría, muchas leguminosas

secretan ácidos orgánicos a través de sus raíces. Así, cuando el *Lupinus* encuentra una deficiencia de fósforo en la tierra, desarrolla un proceso metabólico interno que produce la neutralidad eléctrica de las partículas cargadas del suelo -- llamadas cationes (positivas) y aniones (negativas)--, con lo que equilibra el pH de éste.

En los suelos alcalinos, ricos en carbonato o fosfato de calcio, el fósforo está atrapado con el calcio, por lo que las plantas en general no logran romper estos complejos y liberarlo para su nutrición. El doctor Espinosa Hernández colocó bandas de fosfato de calcio en cajas especiales con arena estéril y una solución nutritiva estándar, y observó cómo el *Lupinus* liberaba el fósforo atrapado. Empero, precisa que esta leguminosa no sólo ayuda a los suelos alcalinos, sino también a los ácidos, donde el fósforo está atrapado en fosfatos de hierro.

FOLIO 153

Ciencia y Tecnología

Programa de la UNAM que impulsa a alumnos a crear empresas

Verónica Guerrero Mothelet

Las universidades son el mejor caldo de cultivo para generar nuevas ideas, tecnologías o productos que resuelvan problemas sociales concretos. Por ello, es necesario fomentar en los estudiantes la creatividad y el talento. Con el objetivo primario de formar universitarios con espíritu emprendedor, la **Facultad de Contaduría y Administración de la Universidad Nacional Autónoma de México (FCyA-UNAM)** integró en un sólo eje tres iniciativas orientadas a esta meta. Así, en agosto del 2003 el Programa Emprendedores, los centros de Apoyo a la Micro y Pequeña Empresa y el de UNAM-Bancomext, se fusionaron al Centro de Desarrollo Empresarial de la máxima casa de estudios.

Francisco Martínez García, director del Centro de Desarrollo Empresarial, señala que éste se inició como algo pequeño, pero se ha expandido rápidamente con la filosofía "crea, crece, exporta y regístralo". Explica que dentro de las iniciativas que lo componen, la que tiene más incidencia en desarrollo educativo y vinculación académica es el Programa Emprendedores, el cual consta de dos enfoques: académico y empresarial. En el primero, se imparte como materia obligatoria a los alumnos del tercer semestre de la carrera de

administración, con la idea de que desarrollen un prototipo de negocio o empresa.

Expone que, al iniciar el semestre, los alumnos buscan oportunidades y revisan las necesidades del mercado, y a lo largo del periodo escolar repasan el plan de negocios, desarrollan análisis de mercado, así como estudios técnicos financieros y administrativos. Al término, las mejores empresas se seleccionan para su participación en una feria interna. "No queremos que el estudiante juegue a ser empresario, sino que realmente lo sea", indica Martínez García.

Comenta que, durante el semestre pasado, al Programa se le dio una perspectiva aún más empresarial. "De hecho, cambiamos la modalidad de las clases, invitando a especialistas y directivos del sector privado a compartir sus conocimientos. Los resultados fueron satisfactorios, con una formación de 156 empresas entre los estudiantes. Tuvimos una buena respuesta, porque se percataron de cómo se maneja un negocio no sólo a nivel teórico, sino real".

El Programa Emprendedores también incluye un enfoque externo, en el que se apoya a la industria

con cursos y talleres. Asimismo, abarca la vinculación con otros centros, facultades e institutos de la UNAM. “Por ahora, tenemos un proyecto con el Instituto de Investigación de Materiales (IIM), que consiste en trabajar con un producto ahí desarrollado: la hidroxiapatita (material para reconstruir dentadura). Ellos ponen la investigación y nosotros el aspecto administrativo y comercial”, refiere Martínez García.

La idea es que, mediante el Centro de Desarrollo Empresarial, la FCyA empiece a funcionar como una incubadora de empresas a partir de las innovaciones generadas en la Universidad. “Sabemos que los investigadores están muy ocupados y comprometidos con su trabajo, por lo que muchas veces desconocen las formas de comercializar sus resultados. Por ello, uno de los objetivos es acercarnos a ellos y apoyarlos. El primer contacto fue con el IIM, pero pensamos hacerlo con otros institutos e investigadores”, añade.

Por su parte, el Centro de Apoyo a la Micro y Pequeña Empresa elabora diagnósticos administrativos para compañías y ofrece consultorías asesoradas por especialistas de cada área. “Hacemos una revisión general, les decimos qué problemas tienen y sus soluciones”, apunta. Asimismo, el Centro UNAM-Bancomext parte de un convenio firmado con el Banco Nacional de Comercio Exterior para colaborar en asesorías y becar la estancia de estudiantes en los módulos que esta institución tiene en el extranjero.

Como una cuarta iniciativa, el Centro de Desarrollo Empresarial creó recientemente un vínculo con el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial, el cual promoverá y facilitará el registro de patentes de productos e innovaciones surgidos en la Universidad, además de programar la incorporación de franquicias como un quinto proyecto.

Finalmente, en diciembre pasado el Centro efectuó su Primer Foro Empresarial Emprendedores, donde se presentaron las 80 mejores empresas de las 156 mencionadas. Allí, los alumnos tuvieron la oportunidad de acercarse tanto a instituciones financieras como a empresarios interesados.

Su director señala que “en el 2002 realizamos sólo una Expo de Emprendedores; esta vez quisimos hacerlo más grande, involucrando a especialistas para que impartieran talleres, cursos y conferencias”. Igualmente, invitaron a representantes de todos los programas de apoyo para desarrollos científicos y tecnológicos que existen, como los de la Secretaría de Economía.

Martínez García subraya que, debido al éxito, el Centro ya es autosuficiente; no obstante, el propósito es hacerlo también autofinanciable. En una palabra, “mas que una empresa, queremos verlo como un buen equipo de trabajo dentro de la UNAM”.

Por otro lado, tiene la ventaja de crecer desde el nivel del mar hasta en zonas con altitudes de tres mil metros, lugares donde se encuentra en forma silvestre. Además, presenta un extenso rango de adaptación climática, aunque prefiere suelos ácidos. Por ejemplo, en el Ajusco o cualquier parte montañosa de México, se localiza en la transición de pastos y herbáceas a la región forestal. “Esto brinda una explicación ecológica del equilibrio del sistema. Si a esto añadimos que su semilla tiene un elevado contenido de proteína, incluso comparado con el frijol o alfalfa, resulta que sus variedades comestibles también proporcionan ventajas desde el punto de vista nutricional para la población”, afirma el experto del Colpos.

Más tarde, al asociar Lupinus con maíz, Espinosa Hernández encontró que igualmente beneficia a este grano. En el futuro, señala, el reto es elevar la producción de maíz en relación con los cultivos actuales. Para ello, trabaja con suelos del estado de Morelos, la parte alta de Texcoco y en algunas tierras del Valle de México. La relevancia de su trabajo es que con esta especie puede nutrirse el cultivo sin agregarle fertilizantes químicos, lo que baja costos y ayuda a recuperar o mejorar la fertilidad del suelo, contribuyendo a una agricultura realmente sustentable.

Actualmente, los doctores Mujeeb Kasib del Centro de Investigación para el Mejoramiento del Maíz y el Trigo, **Alejandro Baeza** de la **Universidad Nacional Autónoma de México** y el **doctor Espinosa Hernández**, evalúan unos sensores cerca de la raíz para cuantificar los cambios de pH en Lupinus silvestres en su asociación con trigo.

Desierto como Marte

Verónica Guerrero Mothelet

Ningún otro planeta ha llamado tanto la atención humana como Marte. De los “hombrecitos verdes” surgidos de la cultura popular a la evidencia (más verosímil pero aún controvertida) de residuos fósiles de pasada actividad biológica hallada en el famoso meteorito ALH84001 recuperado en 1996, uno de los mayores enigmas científicos sigue siendo la posibilidad de que haya existido alguna forma de vida en el vecino rojo, a pesar de que en la década de los setenta los resultados arrojados por las naves Vikingo habían concluido la ausencia de material orgánico.

Ahora los robots *Spirit* y *Opportunity*, enviados por la agencia espacial estadounidense (NASA), investigan dos regiones de Marte para descubrir si alguna vez su ambiente albergó vida. Empero, conocer los requisitos indispensables para ello resulta ser una tarea más “terrenal”, por lo que es en la Tierra donde pueden encontrarse las pistas que ayuden a descifrar tal misterio. Este ha sido el objetivo del proyecto realizado en el desierto de Atacama, Chile, por un grupo de científicos de la NASA, así como de las universidades de Luisiana y **la Nacional Autónoma de México UNAM**, cuyos resultados fueron publicados en noviembre pasado por la revista *Science*.

El **doctor Rafael Navarro González**, jefe del Laboratorio de Química de Plasmas y Estudios Planetarios del **Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM**, refiere que la NASA tenía interés en estudiar las zonas más áridas de la Tierra, por lo que hace diez años se realizó el primer reconocimiento de ese desierto. En aquella ocasión, un microbiólogo llamado Fred Rainey, de la Universidad de Luisiana, llevó muestras del suelo a su laboratorio y se sorprendió al observar que no conseguía ningún cultivo en sus cajas de *petri* (obleas

de cristal). “Nunca en la historia se había encontrado que en la Tierra hubiera suelos donde no creciera nada”, señala. Años después, el principal investigador de la NASA en el proyecto, Christopher McKay, invitó al doctor Navarro para efectuar el análisis de suelo del desierto de Atacama.

Fue entonces cuando confirmaron la virtual ausencia de bacterias y material orgánico, por lo que iniciaron un estudio detallado para localizar y

delimitar la zona estéril. “Desde octubre de 2001, hemos acudido una o dos veces al año”, cubriendo y analizando toda su extensión, indica Navarro González.

El desierto de Atacama es el más árido y antiguo que existe, con una edad aproximada de 10 millones de años. Allí, “se han reportado episodios de lluvia de unos cuantos milímetros de precipitación cada decenio y, a pesar de no tener un clima extremo (su temperatura promedio es de entre 14 y 16 grados centígrados), la limitada cantidad de agua que pudiera caer se evapora con rapidez”, agrega.

La razón de la falta de humedad se debe a que en sus casi mil kilómetros cuadrados de extensión, la región está atrapada entre dos cordilleras que impiden el paso de nubosidad y lluvia: la de la Costa que la separa del Océano Pacífico, y la de los Andes que obstruye las nubes provenientes del Atlántico. Si bien, no toda su extensión es absolutamente estéril, hay un área que es realmente la más árida (ubicada en la zona de Yungay y cercana a la ciudad de Antofagasta) y en donde se encontraron los suelos más estériles del planeta, con una precipitación pluvial prácticamente nula. Ahí, los investigadores no detectaron materia orgánica ni ADN (ácido desoxirribonucleico) que pudiera ser extraído del terreno, lo que “nos indicaba que tampoco había seres vivos”, expone.

Asimismo, colectaron muestras del suelo para intentar cultivos de bacterias en cajas de *petri* mediante nutrientes de diferentes composiciones y concentraciones, pero con resultados negativos. Al hacer un análisis del aire en distintas zonas de Yungay, descubrieron también la inexistencia de bacterias.

Tal ausencia de vida no se debía a la toxicidad del suelo, sino a la falta de agua. Al trasladar bacterias de una zona más sureña a la región estéril, los científicos hallaron que éstas eran aniquiladas por la acción de la luz solar, en particular por los rayos ultravioleta que destruyen el ADN. “Sin agua éste no puede repararse, y llega un momento en el que el daño es tan complejo que resulta prácticamente irreversible. Igualmente asombroso fue encontrar que el suelo era muy reactivo: cuando le agregábamos material

orgánico, éste se descomponía con rapidez. A partir de esos experimentos dedujimos que ello tampoco se debía a actividad biológica, sino a que el terreno contiene uno o varios oxidantes aún no identificados”, explica el universitario. Lo interesante es que esta propiedad terrestre es idéntica a la que encontraron las naves Vikingo en Marte.

Gracias a la investigación, “hemos encontrado los límites de la vida en condiciones de total ausencia de humedad”, subraya el doctor Navarro González. Se sabe que las bacterias pueden vivir bajo las circunstancias más adversas; en temperaturas muy bajas o altas, con niveles extremos de alcalinidad o acidez. Sin embargo, dichos estudios concluyen que ningún organismo

puede vivir sin agua. Además, ya que Atacama representa una zona muy similar a la superficie marciana, se vuelve el lugar más atractivo para que las agencias espaciales realicen las pruebas técnicas de sus equipos y metodologías antes de enviarlos a Marte para buscar vida.

Hoy, los científicos realizan un mapeo para determinar la extensión de las zonas estériles del desierto, a fin de fijar el grado de cuidado y conservación que requiere. En palabras del investigador de la UNAM, “normalmente las personas tratan de preservar ecosistemas, pero nosotros estamos interesados en conservar una zona muerta del planeta para que no deje de serlo, pues de esta manera entenderemos con mayor precisión los límites de la vida”.

FOLIO 155

Ciencia y Tecnología

A la caza de un enigma cósmico

Verónica Guerrero Mothelet

Desde las primeras décadas del siglo XX se sabe que el planeta es bañado constantemente de rayos cósmicos provenientes del espacio, que caen en cantidades de 200 por metro cuadrado cada segundo y de cuyo persistente bombardeo los habitantes de la Tierra están protegidos por la atmósfera, donde aquellos chocan contra núcleos de las moléculas del aire generando un chubasco de millones de partículas secundarias. Los investigadores piensan que los rayos cósmicos pueden originarse dentro de la Vía Láctea, posiblemente al ser expulsados de grandes estrellas en explosiones llamadas supernovas.

No obstante, hace 40 años se han venido observando rayos cósmicos de energía superior denominados ultraenergéticos. La razón de que estas partículas microscópicas alcancen energías tan altas es hoy uno de los enigmas más inquietantes de la astrofísica, pues cuando una partícula viaja enormes distancias intergalácticas, en su camino interactúa con la radiación cósmica de fondo (residuo de la Gran Explosión), lo que debería reducir su energía.

“Creemos que hay algo en el cosmos que produce partículas de una tremenda energía, la más alta que se ha observado en la naturaleza, y que rebasa en 100 millones de veces aquella que puede producirse en los aceleradores de

partículas más poderosos construidos por el hombre”, señala el **doctor Juan Carlos D’Olivo**, jefe del Departamento de Física de Altas Energías del **Instituto de Ciencias Nucleares de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM-ICN)**.

Frente a ello, se han creado detectores para conocer cómo se origina los rayos cósmicos ultraenergéticos y, hasta hace poco, los más importantes se encontraban en Estados Unidos y Japón. Empero, un obstáculo que enfrentan los buscadores de partículas es que, a diferencia de los rayos cósmicos de baja energía, los de alta son escasos. “A la Tierra llega uno cada segundo; es decir, uno al año por cada 100 kilómetros cuadrados, de ahí que para estudiarlos a profundidad era necesario construir un detector mayor”, indica el doctor D’Olivo.

En 1995, un grupo internacional de investigadores, encabezado por los doctores Jim Cronin, Premio Nobel de Física y profesor de la Universidad de Chicago, y Alan Watson, de la Universidad de Leeds, Inglaterra, decidieron solucionar el problema con el desarrollo y construcción del Observatorio *Pierre Auger* que, a su conclusión, será el más grande del mundo y constará de dos sitios de detección: uno en el hemisferio Sur, en la provincia de Mendoza, Argentina, y otro en el

hemisferio Norte, en Utah, Estados Unidos. Un año después, México se integró al proyecto con cuatro instituciones: las universidades de Puebla (BUAP) y de Michoacán, el **Centro de Investigación y Estudios Avanzados y la UNAM**, a través de los **institutos de Geofísica y de Ciencias Nucleares**. El doctor D'Olivo subraya que esta colaboración de 15 naciones, en la que el país es uno de los tres socios latinoamericanos junto con Argentina y Brasil, representa una enorme oportunidad de avanzar tecnológicamente y trabajar en un proyecto científico de primer nivel.

Ya que no existe ningún otro detector en el hemisferio Sur, el equipo eligió construir primero el de Argentina. Con la participación de una veintena de personas, México ha contribuido en el diseño y calibración de los dos tipos de detectores: el de fluorescencia y el de superficie. Este último estará integrado por mil 600 estaciones distribuidas en una superficie de tres mil kilómetros cuadrados, las cuales constarán de un tanque lleno con once mil litros de agua pura. Así, el país participa directamente en la construcción del detector de superficie a través de una empresa especializada en la fabricación de tanques de polietileno, la cual cuenta con una subsidiaria en Argentina.

“En este momento, el país ha comprometido aproximadamente 900 mil dólares en inversión directa”, precisa el investigador. De ellos, 750 mil corresponden al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y el resto a las instituciones, principalmente la BUAP y la UNAM. “Pero, necesitamos un aporte adicional”, apunta, pues el costo total del observatorio del Sur será de 55 millones de dólares y México debería aportar un cinco por ciento.

Por otro lado, el doctor Lukas Nellen, del ICN, tiene a su cargo el diseño del *software* para el observatorio. El doctor Nellen narra que, después de la primera etapa de construcción, se percataron de que requerían un sistema totalmente integrado para hacer estudios comparativos. De esta manera, se inició el desarrollo del llamado “*off-line*”, un programa único que no corre a tiempo real y facilita la comparación de los análisis.

Para el año 2005 el Observatorio *Pierre Auger* permitirá una mejor comprensión de los rayos cósmicos ultraenergéticos, pues “saber si es un objeto astrofísico el que los produce (como un núcleo de galaxias activas) o bien se trata de física nueva (más allá del modelo estándar de los constituyentes fundamentales de la materia), es un enigma que vale la pena indagar”, concluye el doctor D'Olivo.

FOLIO 156

Ciencia y Tecnología

En la mente de un homicida

Yolanda Rojas

Hélene Frinking tenía 27 años y estudiaba medicina cuando apareció muerta en su departamento parisino del barrio de La Bastilla. El asesino la ató a una cama, la ultrajó y le cortó el cuello. Debido a la negligencia policial la madre de la víctima, Anne Gautier, se convirtió en detective y se horrorizó al descubrir que el ácido desoxirribonucleico (ADN) y huellas digitales del homicida lo vinculaban a otros dos ataques previos contra jóvenes mujeres de la misma zona, narra el periodista Walter Goobar en un artículo publicado en la revista argentina *Veintitrés*.

Sin embargo, Francia no es el único país donde los crímenes resultan impunes por la inexistencia de un registro de ADN y la falta de un perfil psicológico del criminal de parte de las autoridades, pues se sabe que en las naciones en

desarrollo el problema es mas que evidente. Por esa razón, “si queremos entender al artista, debemos analizar su obra”, apunta Goobar parafraseando a John Douglas, quien durante 20 años dirigió la Unidad de Apoyo Investigativo del FBI (Agencia Federal de Investigación de Estados Unidos) e inspiró uno de los personajes de la cinta *El silencio de los inocentes*.

Comenta que para construir el perfil de un asesino eventual o serial, especialistas del FBI analizan el escenario del crimen desde una perspectiva distinta a la de otros peritos en criminalística. De esta manera, los “perfillistas” no buscan huellas digitales, muestras de sangre, semen o cabellos que más tarde sirvan como evidencia para una condena, sino que tratan de identificar en la

escena del crimen los rasgos que permitan establecer la personalidad del homicida.

La clave radica en estudiar la victimología (escrutinio del cuerpo o cadáver) para

conocer la situación que llevó a una persona a cometer un delito. O bien, "luego de su captura, examinar la conducta del asesino mediante una serie de tests o pruebas psicológicas que brinden mayor información sobre su personalidad y posibles patologías, con el propósito de desarrollar acciones de prevención y readaptación", indica por su parte la **doctora Amada Ampudia Rueda**, profesora de **posgrado de la Facultad de Psicología de la Universidad Nacional Autónoma de México (FP-UNAM)**. Por ejemplo, informa que el llamado Inventario Multifásico de la Personalidad Minnesota (MMPI-2) es un instrumento muy confiable usado en pesquisas donde se requiere obtener el diagnóstico diferenciado de un individuo. El test consiste en aplicar un cuestionario de preguntas estandarizadas y con opción a respuestas múltiples, mismas que al final son analizadas por una computadora.

Para probar esa clase de técnicas en delincuentes mexicanos, la especialista y un grupo de académicos y estudiantes universitarios se dieron a la tarea de aplicar el MMPI-2 en grupos de internos de diferentes zonas geográficas, a fin de estudiar el perfil de personas inculpadas de homicidio. Para el primer estudio realizado con este instrumento, se consideraron 60 casos de individuos reclusos en los Centros de Readaptación Social (Cereso) del Distrito Federal, así como en los estados de Sinaloa y Chihuahua.

De este modo, actualmente trabajan en un **proyecto** denominado **Modelo de evaluación y diagnóstico de la personalidad del delincuente mexicano: un estudio transversal**, que pretende determinar el nivel de peligrosidad de los homicidas nacionales, conocer su historia (aspectos sociodemográficos, antecedentes familiares, relaciones interpersonales y eventos cotidianos de la vida), así como detectar si son

factibles de reformarse o, por el contrario, reincidir al término de su sentencia.

Hasta ahora, la investigación revela que 95 por ciento de los agresores son del sexo masculino, de los cuales 74 por ciento tienen entre 29 y 30 años de edad. Asimismo, en los integrantes de la muestra se presentan conductas de tipo antisocial, pensamientos obsesivo-compulsivos, abuso de alcohol y otras drogas. En general, explica la psicóloga, "se trata de internos con dificultades para relacionarse en sociedad, expresan sentimientos de inferioridad, temores, depresión, frustración y sensación de incertidumbre ante el entorno".

Por otro lado, Ampudia Rueda señala que en el ámbito preventivo también trabajan con grupos de menores infractores, "pues gran parte de los criminales adultos se caracterizan por tener problemas en la niñez y adolescencia". Por ejemplo, el índice delictivo entre los hombres de temprana edad es elevado: inician a los ocho años pero cometen más fechorías entre los 16 y 18. Así, reportes de las autoridades capitalinas indican que a los reformatorios ingresan nueve varones por cada mujer, mientras que a los Ceresos la proporción es de cinco a uno.

En el caso de las féminas, la experta menciona que sus actos violentos difieren a los del varón, ya que muchas de las homicidas son madres solteras que repiten el parámetro de la progenitora abandonada. En investigaciones recientes, "encontramos que las jóvenes son pobres, analfabetas o con un bajo nivel de escolaridad, que las hace susceptibles a acumular altos niveles de hostigamiento y emociones reprimidas que manifiestan negativamente contra su esposo e hijos. Incluso, su perfil también revela episodios de maltrato, abuso o negligencia por parte de la familia o pareja sentimental".

A su juicio, el objetivo de "nuestros estudios es hacer un diagnóstico veraz de las causas que promueven la conducta delictiva, pues con ello podremos prevenir su incidencia y desarrollar adecuadas estrategias de readaptación en los penales y cárceles de la República Mexicana".

Viaje a las moléculas

Yolanda Rojas

Hace más de 20 años, la serie de televisión *Viaje a las estrellas* incorporó a sus capítulos al llamado Holodeck, un centro de entretenimiento con capacidad para generar, mediante figuras holográficas, todo tipo de escenarios simulados. De esta manera, los tripulantes de la nave podían conocer los secretos de un virus, situarse en el ojo de un huracán, viajar en el tiempo para rescatar civilizaciones perdidas, o bien charlar con personas inexistentes en el mundo real.

Lo que en ese entonces parecía un tema de ciencia ficción, actualmente es posible gracias al desarrollo de nuevas tecnologías y programas de animación por computadora, que permiten al hombre sumergirse en un ambiente artificial y manipular su entorno a través de un sistema denominado realidad virtual inmersiva (RVI).

La RVI, indica la **doctora Geneviève Lucet Lagriffoul, directora de Cómputo para la Investigación en la Dirección General de Cómputo Académico de la Universidad Nacional Autónoma de México (DGSCA-UNAM)**, “no sólo ha trastocado nuestra percepción de las cosas en mundos ajenos o reales, sino también se ha convertido en una herramienta indispensable para la informática, medicina, química, arquitectura, educación e ingenierías, entre otras disciplinas”.

Por ejemplo, explica que los países desarrollados poseen muchos laboratorios virtuales en donde los científicos penetran a horizontes jamás soñados, como estar dentro de una molécula, en medio de una violenta tormenta, o en una galaxia distante. En tanto, los médicos pueden realizar cirugías simuladas para ensayar las técnicas más complejas antes de una operación, y los astronautas tienen la posibilidad de volar sobre la superficie de un planeta y experimentar la sensación que tendrían si estuvieran ahí.

Dado que en América Latina no existe un centro similar que posibilite a los alumnos, profesores e investigadores estudiar y modelar objetos imposibles de tocar e incluso representar con imágenes, DGSCA inauguró y puso en operación su laboratorio de realidad virtual inmersiva bajo el nombre de *Ixtli*, palabra náhuatl que significa cara

y por extensión ojo.

Se trata de un observatorio-auditorio de visualización de alta tecnología y con aforo para 42 personas, que fue diseñado e integrado por los universitarios en un periodo récord de cinco meses gracias a un donativo de Fundación UNAM. Este espacio multidisciplinario, único en su tipo en México y Latinoamérica, tiene por objetivo contribuir a las tareas de investigación y docencia en las áreas de ciencias *duras* y humanidades. Para ello, “reúne las técnicas más innovadoras en audio y video, que permiten a los académicos adentrarse en toda clase de mundos tridimensionales generados por computadora”, añade Lucet Lagriffoul.

Teatro fantástico

El viaje al conocimiento comienza cuando el usuario se sienta frente a una pantalla curva de 140 grados y de 8.90 metros de largo por 2.55 de alto, diseñada así para aumentar la inmersión visual. Luego, tres proyectores colocados en el techo despliegan sobre ella hasta siete imágenes (cada una con una resolución de 3840 por 1024 pixeles y 16.4 millones de colores diferentes) simultáneas generadas por una computadora SGI Onyx 350, capaz de calcular un mínimo de 90 gráficos por segundo a una resolución de tres millones de pixeles, haciendo que los objetos se muevan a la velocidad requerida por el investigador.

El **doctor Alejandro Pisanty Baruch, director general de DGSCA**, comenta que Onyx es una de las computadoras más avanzadas, pues posee 12 procesadores, 24 Gigabytes (GB) de memoria RAM y 2.482 GB de almacenamiento y, aunque en principio fue creada por Silicon Gráficos para la industria del entretenimiento, ahora “le hemos dado un uso mayor al integrarla al proyecto *Ixtli*, permitiéndole desplegar imágenes en segunda y tercera dimensión provenientes de ordenadores Macintosh y PC, así como de formatos en cintas de video VHS y DVD”.

Para lograr el efecto de tridimensionalidad y aumentar la percepción propia del mundo real, el

usuario se coloca unos lentes estereoscópicos que funcionan en sincronía con la Onyx mediante tres sensores infrarrojos ubicados en la sala. De esta manera, cada ojo recibe una imagen distinta que el cerebro humano procesa para obtener la sensación de volumen y profundidad de campo.

Una vez en el mundo virtual sólo uno de los 42 espectadores, en este caso el investigador, maestro u operador, puede levantarse de su butaca y bucear entre moléculas de virus, enzimas, hormonas y antibióticos, a fin de interactuar con ellas por medio de un *mouse*. Así, el objeto de estudio puede girarse, acercarse o alejarse para que el resto de los asistentes aprecien sus partes desde varios ángulos. La posición y orientación del *mouse* es detectada por un sofisticado sistema de rastreo que consta de sensores de movimiento a piso y rieles a techo, los cuales desplazan cuatro cámaras de video para seguir las trayectorias del usuario.

Finalmente, la RVI no sería posible sin un sonido estándar de cine y televisión digital (5.1, o también llamado teatro en casa) con seis canales de audio que reproducen señales independientes, elementos que mantienen la comunicación con una cabina central.

En resumen, *Ixtli* puede usarse en la simulación de fenómenos científicos, estudio visual de datos, observación de modelos complejos, recorrido a través de edificios desaparecidos o en etapa de diseño y creación, visualización en tiempo real con internet 2 y cooperación a distancia en realidad virtual. Incluso, debido a su tecnología de punta, DGSCA ha iniciado convenios con instituciones de salud y universidades nacionales y extranjeras.

El doctor Pisanty expone que a la fecha hay una decena de proyectos universitarios con los que *Ixtli* ha comenzado a operar. Entre ellos figuran *La pintura mural prehispánica en México: Bonampak*, que estudia la arquitectura de este recinto maya; *El sitio lacustre de Santa Cruz Atizapán*, que reconstruye digitalmente las condiciones en que vivían hace mil 500 años los pobladores de la ciénega del río Lerma, Toluca; y *La visualización del virus del dengue y otras biomoléculas*, que ayuda a comprender las fases de la relación huésped-parásito.

Un proyecto más es *La cara del mexicano*, con el que se ha logrado obtener el volumen de un rostro a partir de una simple fotografía. Creado por el Instituto de Investigaciones Antropológicas de la UNAM, este trabajo se usa en técnicas de reconstrucción facial y criminología, para predecir cómo se verá una persona si cambia de imagen o envejece.

FOLIO 158

Ciencia y Tecnología

Contra inundaciones, Paicret Ecológico

Yolanda Rojas

Cada año las lluvias torrenciales causan inundaciones en la República Mexicana, y una de las zonas más vulnerables es el Valle de México. Ello se debe tanto al mal estado que guardan los 40 ríos que la cruzan o desembocan en ella, como a la contaminación que obstruye su cauce, lo que aumenta el riesgo de desbordamientos y, por ende, el número de personas damnificadas a consecuencia de deslaves en cerros y barrancas, obstrucción del sistema de drenaje y cierre de las vialidades.

Hasta ahora, sólo cuatro afluentes han sido entubados: Viaducto Piedad, Consulado, Churubusco y San Joaquín, pero quizá el mayor peligro lo representa el río de los Remedios, que no deja de recibir basura y cuyo constante desbordamiento afecta a los municipios de Nezahualcoyotl y Ecatepec. Asimismo, pocos de

los 30 pozos de absorción pluvial para la recarga del acuífero capitalino han sido desazolvados, de ahí que las aguas negras se suman a las lluvias que son expulsadas a través de una red de drenaje que mide 12 mil kilómetros.

De esta manera, el problema de las inundaciones es tan añejo como añeja ha sido la incapacidad para encontrar soluciones. Sin embargo, un sistema desarrollado e implementado recientemente en la delegación Iztacalco por **investigadores del Centro de Geociencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (CGEO-UNAM)**, no sólo podría frenar la sobreexplotación de los acuíferos, sino también reducir el impacto negativo de las lluvias en aquellas demarcaciones que sufren de fracturas y hundimientos del subsuelo.

El coordinador del proyecto, **doctor Marcos Adrián Ortega Guerrero**, indica que se trata de un método denominado Paicret Ecológico, que permite captar el líquido pluvial y enviarlo directamente a almacenes subterráneos mediante bloques de concreto. Esta tecnología, que deriva de un desarrollo diseñado por el CGEO-UNAM y a la cual se le han buscado diferentes aplicaciones, “consiste en una serie de bloques estructurales huecos acomodados a manera de rompecabezas en la superficie, a fin de que absorban toda el agua de lluvia acumulada en una zona y luego la filtren al subsuelo para su aprovechamiento”.

A través de una zanja de cinco a 10 metros de largo por dos metros de ancho y cinco de profundidad, el afluente migra y se mueve lateralmente hasta conectarse con los estratos naturales de arena, grava y arcilla fracturados, frenando volúmenes importantes de agua. Una vez controlada la dirección de la depuración, la lluvia recuperada se almacena en recipientes subterráneos que podrán utilizarse para la limpieza de hogares, jardines, baños públicos, hoteles u otros servicios.

¿Cómo es eso posible, dado que la mayor parte del líquido pluvial es arrastrado junto con lodos y otros desechos? Sencillo, explica el geólogo: “Al ser huecos los bloques estructurales, podemos incorporarles filtros de tezontle, grava o arena acompañados, incluso, de compuestos químicos como carbono activado y zeolitas. Así, al pasar sobre ellos, el recurso quedará libre de aceites y grasas presentes en el pavimento”.

Si bien la anterior es una de las aplicaciones más importantes del Paicret Ecológico, los investigadores del CGEO analizan su potencial para tratar de refinar, con una serie de precauciones en materia de calidad, el agua recolectada que viaja hacia el acuífero de la ciudad de México. También, pretenden instalar instrumentos electrónicos (traductores de presión, piezómetros, medidores de flujo) en el interior de las fosas de captación y en sus alrededores, a fin de cuantificar el volumen recibido por unidad de tiempo y la forma como se desplaza en el subsuelo.

Por sus beneficios económicos, el doctor Ortega Guerrero informa que la delegación Iztacalco fue la primera en adquirir dicha tecnología y, para ello, se instalaron 235 pozos de absorción que permitirán filtrar 225 millones de litros de agua de lluvia. Incluso, añade que anteriormente los costos anuales por reparación a causa de las inundaciones representaban para Iztacalco un gasto aproximado de ocho millones de pesos por año. En tanto, para la instalación de los 235 pozos en diferentes puntos críticos de esa demarcación se invirtieron únicamente siete millones de pesos.

El Paicret Ecológico, que tiene una vida útil de ocho a 10 años, puede operar en cualquier punto del Distrito Federal y el CG busca atender, mediante un convenio con Dirección de Protección Civil, a otras zonas identificadas como críticas, entre ellas Tlalpan, Cuajimalpa y Xochimilco.

FOLIO 159 BIOTECNOLOGÍA

Ingeniería genética, una alternativa

Verónica Guerrero Mothelet

Según el *Popol Vuh*, libro sagrado de los mayas, los dioses intentaron la creación del hombre en tres ocasiones y tuvieron éxito sólo en la última gracias al maíz. Este cereal, conocido por el pueblo maya como *k'ol*, y *tlaoilli* por los aztecas, ha sido para Mesoamérica no sólo el alimento básico, sino también un símbolo de cultura y tradición desde hace siete mil años.

En el mundo se cosechan actualmente 136 millones de hectáreas de maíz, en comparación a las 212 millones de trigo. Sin embargo, “el rendimiento promedio del cereal es de 4.34 toneladas por hectárea, frente a las 2.67 de trigo”, indicó el **doctor Alejandro Espinosa Calderón, investigador del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y**

Pecuarías (INIFAP) y profesor de Ingeniería Agrícola en la Facultad de Estudios superiores Cuautitlán de la Universidad Nacional Autónoma de México (FESC-UNAM), durante la mesa redonda *La ingeniería genética en la producción de alimentos: una visión hacia el futuro*, realizada en la FESC a razón de su 30 aniversario.

Ahí, el doctor Espinosa Calderón habló sobre el desempeño de la investigación para el mejoramiento genético del trigo, así como su relación e importancia para la conservación de la biodiversidad del maíz en México. Refirió que el uso de semillas mejorada es todavía muy bajo en el país, y que según investigaciones del INIFAP el territorio de cultivo puede dividirse en 15 grandes

macroambientes y en cinco provincias agronómicas de los que resultan, en términos simples, 75 ambientes específicos que requerirían variedades adecuadas para cada condición. “Es evidente que el número de variedades desarrolladas es insuficientes para cubrir las condiciones donde se cultiva maíz, tampoco apoya la conservación de la biodiversidad”, indicó.

A pesar de la estrategia de las grandes empresas, de aplicar únicamente una cantidad muy limitada de variedades para facilitar tanto la producción de la semilla como el manejo de los planes de multiplicación, si se quiere mantener la biodiversidad se requiere de la mayor cantidad posible de variedades mejoradas. Agregó que “es innegable la necesidad de aprovechar racionalmente los recursos genéticos y específicamente las razas, para propiciar esquemas sustentables en la agricultura y el uso de variedades con mayor diversidad genética”. De ahí que el reto será tratar de mantener en nivel adecuado la variabilidad genética, optimizar la productividad y explotar en forma adecuada los macro ambientes y provincias agronómicas.

A su vez, el doctor Luis Herrera Estrella, director de la Unidad de Biotecnología Vegetal del Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados, subrayó que la idea del mejoramiento mediante la ingeniería genética es evitar el largo y complicado procesos de selección por cruza. “Es simplemente una alternativa nueva a los procesos convencionales; no viene a reemplazar, sino a crear una sinergia, sobre todo en cuanto a las características que no se pueden obtener fácilmente por procesos convencionales”. Esta tecnología puede resolver importantes problemas para la producción agrícola que afectan al país, como falta de agua, salinidad de la tierra o la baja disponibilidad de nutrientes en el suelo, así como reducir en forma significativa el uso de fertilizantes.

Afirmó que México sería autosuficiente en producción de maíz si consiguiera aumentar su

productividad de las cuales 2.4 toneladas por hectárea a 3.6 toneladas por hectárea, todavía muy lejos de los rendimientos máximos.

Por ello, “una de las cosas que deben preocuparnos es desarrollar tecnología convencional y no convencional, que impacte de manera decidida en la productividad. Hagamos nuestra propia investigación; diseñemos lo que requiere el país y pongámoslo a la disposición de los pequeños agricultores”.

Como invitado de honor participó el doctor Marc Van Montagu, profesor de genética molecular de la Universidad de Ghent, Bélgica, y reconocido mundialmente como el creador de la primera planta transgénica, en colaboración con el desaparecido doctor Jeff Schell. En sus conclusiones, el doctor Montagu recordó a México la importancia de la investigación y desarrollo en la ciencia básica como pilar de la biotecnología, y la necesidad de facilitar a los científicos los medios para sus estudios tanto en la planeación de proyectos, procesos y procedimientos legales, como en su financiamiento, que debe provenir del propio gobierno o de fondos de asistencia.

En cuanto a la preocupación pública, afirmó que hasta hoy no se han reportado efectos adversos por las cosechas de alimentos genéticamente modificados, ni tampoco se ha confirmado ningún escenario de alarma sobre sus efectos ecológicos a largo plazo, mismos que “pueden ser menores a los que ha producido la agricultura tradicional”.

Para promover la confianza, recomendó mejorar la educación científica en general y elevar la conciencia sobre la importancia que tiene la ciencia en la toma de decisiones. “Debemos pasar de simplemente *educar* a adquirir un compromiso con el público, discutiendo los nuevos proyectos con organizaciones de consumidores y asociaciones similares”, concluyó.

Crean alternativa para exportadores de carne

Verónica Guerrero Mothelet

Cuando Alexander Fleming descubrió la penicilina en 1928, generó una de las revoluciones más importantes en la historia de la medicina, ya que por primera vez la humanidad contó con una arma eficaz para combatir muchas enfermedades infecciosas hasta entonces mortales. No obstante, los microbios comenzaron a aprender la forma de hacerse más fuertes y resistir la ofensiva de los antibióticos.

La constante competencia entre la creación de fármacos cada vez más especializados y el surgimiento de cepas cada vez más especializadas y el surgimiento de cepas bacterianas resistentes se ha convertido en un problema municipal de salud, el cual se complica debido al mal uso que suele darse a aquellos, ya sea por la automedicación, abuso o cuando se utilizan con fines diferentes a los que fueron creados, como en la alimentación del ganado. Esto último ha provocado una resistencia en las bacterias que infectan a animales y, por extensión, a humanos que de ellos se alimentan.

Actualmente en México aún se permite el uso de algunos antibióticos y hormonas como aditivos en la engorda de ganado. Se trata de sustancias que se colocan en los piensos para alimento, a fin de acelerar el metabolismo de los animales, explica el **doctor Roberto Cervantes Olivares, microbiólogo de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México (FMVZ-UNAM)**. “Se dan aditivos a vacas, cerdos o pollos, porque así crecen y aumentan de peso con más rapidez y, aunque son más económicos, a la larga se pagan las consecuencias”.

Al suponer esta práctica un riesgo para la salud humana, a partir del 2006 entrará en vigor en Europa un reglamento que prohíbe el uso de antibióticos en los piensos de animales. Como México firmó un tratado comercial con los europeos, será indispensable que la carne que exporte a ese continente cumpla con esa norma; de lo contrario, será rechazada.

Por fortuna, existen opciones para sustituir a dichos aditivos. Entre ellas figuran los probióticos, que son microorganismos benéficos como los que componen la flora intestinal, y los prebióticos, sustancias no digeribles que estimulan el crecimiento de bacterias benéficas en el organismo.

Un equipo de investigadores, del que forma parte el doctor Cervantes Olivares, fue invitado hace cinco años a colaborar en un proyecto del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología para estudiar una cepa de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* (SC47, un probiótico específico) en la alimentación de cerdas gestantes y lechones lactantes.

El doctor Cervantes Olivares refiere que “la mayoría hemos tomado en algún momento de la vida levadura de cerveza y, aunque nadie sabía por qué razón, ésta siempre ha funcionado”. Para conocer el proceso que sigue en el organismo, los especialistas completaron el alimento de lechones con SC47 y después de dos meses compararon su aumento de peso y grasa corporal con el de un grupo de control (sin levadura). Más tarde, mediante estudios microbiológicos, investigaron cuál era el destino de la SC47 en el intestino de los lechones.

A partir de sus resultados, que indicaron que la levadura sólo permanecía cinco días en el tracto intestinal de los animales, los científicos dedujeron que probablemente su efecto positivo se debe a que la pared o capa exterior de esta levadura contiene muchos azúcares que, al romperse dentro del intestino del lechón, permite su aprovechamiento como fuente de energía. “Al repetir el uso durante dos meses, las consecuencias en la etapa de crecimiento son muy importantes”, indica el especialista. Igualmente, hallaron que al alimentar a hembras gestantes y en lactancia con la levadura, se obtenía un efecto tangible: la cerda producía más leche, por lo que los lechones estaban mejor alimentados y presentaban menos problemas al momento del destete.

En conclusión, con el uso de SC47 los animales crecen y engordan sin requerir de antibióticos u hormonas. “Desde luego que no se alcanza un efecto idéntico al obtenido con promotores de crecimiento”, advierte el doctor Cervantes Olivares, pero es más sano y seguro.

Para difundir sus resultados, los investigadores del proyecto, coordinado por el doctor Jesé Antonio Cuarón Ibargüengoitia, del Instituto Nacional de Investigaciones forestales, Agrícolas y Pecuarias, explican a criadores de cerdos el funcionamiento de la levadura y sus efectos, y preparan una reunión con autoridades oficiales para crear una estrategia que reemplace a los aditivos.

Agrega que el grupo de investigación eligió esta levadura, pero existe una importante cantidad de agentes probióticos útiles, como bifidobacterias, lactobacilos u hongos filamentosos. En la

ampliación de us estudio combinarán el uso de SC47 con otros probióticos, para saber si existe alguna sinergia que mejore aún más la cantidad del alimento.

Sociología de los virus y células

***Pedro Morales.**

Se considera a la célula como el elemento de la vida, ya que en los organismo juega el papel de unidad estructural, funcional y reproductiva. En ese sentido, todos los organismo son células o están formados por ellas, y funcionan, se multiplican o reproducen a través de la actividad de una o de grupos de células especializadas; en este caso, denominadas gametos.

Sin embargo, en toda regla figuran las excepciones. ¡Ojo!, no como el absurdo que comúnmente dice que “algo es la excepción que confirma la regla”, ya que nada puede confirmarse por sus excepciones. Este absurdo probablemente se deriva de algún error en la transmisión de la idea original: “la excepción pone a prueba la regla”. De ahí pasó a “la excepción que prueba la regla”, y finalmente algún exagerado lo llevó a la frase “es la excepción que confirma la regla”.

Pero volviendo a la idea original de las posibles excepciones a la teoría celular, los lectores más duchos preguntarán... ¿y qué pasa con los virus? Esta pregunta pondría en aprietos, incluso, a los especialistas en virología, que siguen intrigados por el origen de los virus. Los virus están formados por una cápsula de proteínas que les da una forma regular y, dentro de esta se encuentra una molécula de ácido desoxirribonucleico (ADN) o de ácido ribonucleico (ARN), la cual contiene la información necesaria para entrar a un organismo específico. Una vez dentro, puede apoderarse de la maquinaria biológica de sus células y obligarlas a derivar su actividad en la producción de copias de su información genética y de las proteínas que forman su cápsula.

Con esos elementos formados en el interior de la célula, se produce el autoensamble de una gran cantidad de virus. Así es como se nos presenta una tremenda gripe, el herpes o la maldición del final del siglo pasado: el Virus de Inmunodeficiencia Humana y, por ende, el Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida (VIH/Sida).

A partir de lo mencionado, podríamos decir que de alguna manera los virus cumplen con los requisitos de unidad estructural, funcional y reproductiva, sin embargo, requieren de una célula “bien viva” para reproducirse, ya que sin ella están potencialmente muertos. Esa total dependencia en su actividad pone en duda si están vivos o no.

Podríamos considerar que la única función que manifiestan es su reproducción, que curiosamente es a base de sustento de todos los seres vivientes. La característica principal de cualquier especie biológica con aspiraciones es su posibilidad de reproducirse y, de hecho, es también una prueba de éxito. La especie humana, por ejemplo, se ha adaptado a innumerables condiciones ambientales en todo el mundo, y en todas ellas se ha reproducido (Y... ¡vaya que sí lo ha hecho!).

Al igual que todos los organismos, una de sus programaciones de comportamiento prevaleciente es el “instinto” reproductor. Ello seguramente explica el porqué de nuestra inquietud cuando estamos frente a un espécimen de sexo opuesto, especialmente en nuestra etapa más fértil. Empero, no hay de que preocuparse, ya que sólo estamos respondiendo al llamado de la naturaleza y de a vida. En ese sentido, los virus tienen únicamente la conducta prevaleciente de los seres vivos, que es la que les permite reproducirse.

No obstante, a diferencia de las células vivas, los virus no tienen metabolismo propio que les permita sintetizar o procesar material del medio; es decir, sus elementos estructurales y funcionales, o bien producir energía para llevar a cabo innumerables funciones. En fin, son parásitos superrestringidos. Usando una analogía, su agricultura está desbastada, su industria colapsada y no es una célula con futuro, pues carece de energía propia.

El origen de a triste existencia de los virus, que se debaten entre lo vivo y lo muerto, es el que su información genética resulta mínima. Los virus tienen aproximadamente 200 genes, mientras que

las industriosas y versátiles bacterias más o menos 2 mil 500 y, de acuerdo con los resultados del proyecto del genoma humano, las especializas y cooperativas células de un organismo superior como el hombre tienen alrededor de 30 mil genes. Esto significa que la información genética en la célula no sólo es poder, sino también capacidad y posibilidades de vida.

Dicho lo anterior, se podría hacer otra analogía, y es que la información genética se parece a la información científica; el conocimiento. Algunos países han atesorado y transmitido a sus generaciones esta información, lo que les ha permitido ser autosuficientes alimentaria y energéticamente. Por eso, se podría decir que los virus no han tenido una política apropiada de investigación y desarrollo.

***El autor es doctor en ciencias biológicas por la UNAM y está adscrito al Departamento de Biología del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares.**

FOLIO 162
Ciencia y Tecnología

Volcanes de ¡asfalto!

Yolanda Rojas

Desde la antigüedad, el mar ha sido uno de los territorios más enigmáticos del planeta y, en su afán por conquistarlo, el hombre ha explorado los océanos para encontrar tesoros, fotografiar la belleza acuática, o bien realizar estudios científicos que aporten datos respecto a su medio, flora y fauna.

Como resultado de las exploraciones realizadas por grupos multidisciplinarios de investigación, que en conjunto integran a las llamadas ciencias del mar, recién se descubrieron nuevos ecosistemas marinos que permiten ubicar una geología nunca antes vista: el vulcanismo de asfalto; es decir, emanaciones de chapopote asociadas a flujos de petróleo, carbonatos e hidratos naturales de metano cristalizado y gaseoso.

Así, por primera vez en la historia, científicos de las universidades Nacional Autónoma de México (UNAM), Bremen-Geomar de Alemania y de la estadounidense Texas A&M, anunciaron que este hallazgo no sólo revela la presencia de vida a más de tres mil metros de profundidad en las aguas de la planicie abisal del Golfo de México, sino que además aporta nuevo conocimiento que obliga a revisar los estudios sobre la estabilidad de los recursos energéticos en los trópicos.

Según la **doctora Elva Guadalupe Escobar Briones, autora del proyecto que inició en 1997 en el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICML-UNAM)**, “esto cambia la idea que hasta ahora se tiene del mar profundo, pues aunque se sospechaba la presencia de volcanes de

chapopote, sólo se habían visto con erupciones de lava, agua, hidrotermalismo, infiltraciones frías, azufre y cristales de hielo en el Sistema Solar”. En mayo de este año, la revista Science publicó los resultados preliminares del grupo de investigación tripartita.

En lo profundo

Su pasión por el mar llevó a la doctora Escobar Briones, jefa de la Unidad Académica en Sistemas Oceanográficos y Costeros del ICML, a colaborar en estudios de evaluación de las condiciones de organismos que viven en sedimentos del sector norte del Golfo de México; esto es, entre 300 y 500 metros de profundidad. Los resultados pusieron a prueba la información que se tenía sobre infiltraciones naturales de metano, preguntándose si en el sur existían comunidades equivalentes.

“Nos cuestionábamos si la diversidad biológica era igual o si la fauna podía tener una conectividad genética. Para hallar una respuesta, se requería el uso de tecnología de punta y una fuerte inversión económica. Sabíamos que dichas infiltraciones podían situarse en la plataforma y zonas costeras, y que muy probablemente no alojaban fauna diversa debido a factores extremos, como exposición a temperaturas altas, a luz solar y competencia entre organismos”, comenta.

Estudios previos han mostrado que a mayor profundidad las poblaciones son menos abundantes, que el metano a más de 900 metros sería inestable, y que tampoco se localizaría petróleo a más de 500 ó 600 metros bajo el mar. Empero, cuando los científicos exploraron a más de tres mil metros, asombrosamente hallaron **volcanes de asfalto con petróleo** e hidratos de metano naturales, en zonas donde los domos salinos (diapiros) son abundantes y cohabita una comunidad biológica sostenida por condiciones energéticas únicas.

“Esos volcanes, que con el tiempo han tenido varias erupciones, se elevan de 100 a 800 metros sobre el lecho marino y registran diámetros que van de 200 metros hasta un kilómetro. A esa distancia, la presión es grande (más de 300 atmósferas) y la temperatura es de solo cuatro grados centígrados”, refiere la bióloga marina. En tanto, los domos salinos son resultado de la tectónica de sal en la cuenca del Golfo de México, y predominan sobre el talud continental entre los 200 y mil metros de profundidad. “Tal vez, en sus orígenes, esta cuenca fue muy productiva, lo que millones de años después posibilitó la generación de petróleo y metano que eventualmente escapan a la superficie del sedimento, agua y atmósfera a través de grietas en los diapiros, contribuyendo a los gases de invernadero”, expone.

Maravillas naturales

El Golfo de México es una planicie de poco relieve, en cuyas aguas someras habitan diminutos organismos dependientes de la caída de partículas originadas por fotosíntesis en la superficie. Sin embargo, a grandes profundidades, existe una comunidad biológica estable asociada a los volcanes de asfalto, que puede subsistir en medio de compuestos tóxicos para la vida: metano, petróleo y sus derivados.

Ahí, los científicos observaron animales de tallas grandes y en abundancia, que no habitan en los empobrecidos fondos marinos de los trópicos. Se trata, explica la doctora Escobar, de gusanos de tubo de metro y medio de largo, que crecen sobre fisuras de la roca. Hoy, se estima que podrían ser muy longevos, pues en diversas regiones del mundo las especies de hasta un metro viven por 100 años. Si bien desconocen la edad de la fauna, ya se recolectaron muestras de éstos y otros organismos para datarlos con isótopos en Alemania.

Durante las observaciones realizadas en campo, también advirtieron la presencia de cangrejos y distintas clases de mejillones y almejas (bivalvos) que miden entre 10 y 36 centímetros, y es probable que haya bacterias y consorcios de arqueas que no sólo dependen del asfalto para

crecer y reproducirse, sino que representan el alimento de crustáceos, peces y equinodermos que están en el sedimento. La bióloga piensa que los gusanos de tubo y bivalvos contienen simbiosis; es decir, bacterias que viven en sus tejidos e interactúan con su metabolismo energético. En general, “todas cumplen una función específica y siguen una cadena alimenticia compleja”.

Dos preguntas a responder a futuro son cómo los compuestos derivados de la descomposición del petróleo pueden ser degradados por bacterias y arqueas, y qué tipo de adaptaciones tienen para habitar esta clase de ecosistemas. Al respecto, el doctor Rafael Navarro, colaborador del proyecto y jefe del Laboratorio de Origen de la Vida en el Instituto de Investigaciones Nucleares de la UNAM, analiza muestras de carbonatos y sedimentos recolectados, a fin de encontrar analogías entre el vulcanismo de asfalto terrestre y la posibilidad de que en Titán, una de las lunas de Saturno, existieran condiciones propicias para originar vida.

El estudio de las bacterias asociadas al fondo marino y las formaciones descubiertas se realizará en el laboratorio de la doctora Valeria Sosa, del Instituto de Ecología de la UNAM, mientras que en los próximos meses se analizarán otros datos y muestras recolectadas a bordo del buque oceanográfico *Justo Sierra*, contribuyendo al conocimiento de las comunidades biológicas asociadas, características biogeoquímicas y geológicas de los volcanes de chapopote, y reservas de energéticos potenciales a grandes profundidades.

Estudios oceanográficos

A más de tres mil metros bajo el mar, expertos del ICML usaron dragas y nucleadores, que son equipos controlados en forma remota desde la superficie. Aunque similares a los que posee el buque de la UNAM, aquéllos tienen la ventaja de contar con un cable coaxial de fibra óptica, que les permite observar en tiempo real el fondo marino, generar un mosaico fotográfico y elegir en cada inmersión de qué punto pueden tomar las muestras.

El estudio inició con un reconocimiento de la topografía del fondo marino mediante una ecosonda de barrido, dispositivo sonoro cuya información se registra a bordo cuando éste regresa a la superficie. Con ello, armaron mapas batimétricos para identificar, por ejemplo, montes, cañadas, arrecifes fósiles y minicuevas, y luego ubicaron e inspeccionaron sitios potenciales donde, con cámara y video digital, se registró el vulcanismo de asfalto. En él participaron los geólogos Ian MacDonald, de la Universidad de

Texas A&M y especialista en infiltraciones frías en el Golfo de México; GerhardBohrmann, de Universidad de Bremen-Geomar; Paul Blanchon, de la Unidad Académica Puerto Morelos del ICML, y el sismólogo Carlos Mortera, del Instituto de Geofísica de la UNAM.

El financiamiento y cooperación con grupos extranjeros se ha hecho en el marco de la investigación básica, a fin de apoyar, entrenar y transferir tecnología de punta a técnicos mexicanos para la generación de equipo propio. Escobar Briones manifiesta la necesidad de establecer sinergias entre la UNAM, la Secretaría de Energía, Petróleos Mexicanos y el Instituto Mexicano del Petróleo, e invita a que éstos

inviertan en el desarrollo de tecnología, ciencia básica y formación de recursos en campos de las geociencias y ciencias naturales marinas.

De momento, los estudios están muy avanzados y los científicos de la UNAM cuentan con experiencia para realizar la fase exploratoria y de caracterización en mar profundo. "La experiencia puede beneficiar al país con recursos económicos y humanos, que permitirán planear la economía y estrategias de manejo del ambiente marino de los siguientes 20 ó 30 años. Así, sabremos con qué energéticos contamos y cómo explotarlos en forma sustentable sin dañar la fauna endémica", indica.

FOLIO 163

Ciencia y Tecnología

De la córnea al telescopio

Verónica Guerrero Mothelet

La córnea ocular es una estructura en forma de cúpula, constituida por células, que protege el iris y cristalino y ayuda a concentrar la luz en la retina. Por su característica de enfocar la luz en un punto, puede decirse que no sólo cumple la función de una lente positiva, sino que además constituye el principal elemento de refracción (cambio de dirección de los rayos luminosos) del ojo.

Al igual que los anteojos, la córnea debe ser transparente y contar con la curvatura y el tamaño adecuados en relación con el ojo. Cada persona tiene una córnea con características particulares, que corresponde a la necesidad y conformación de su órgano visor. Cuando esto no ocurre, ya sea por motivos congénitos o lesiones, aquella puede no corresponder a la forma del ojo, lo que provoca problemas refractivos como miopía, hipermetropía, astigmatismo o queratocono, que generan una imagen defectuosa o desenfocada y requieren de corrección.

El inconveniente es que, al ser la córnea una superficie convexa, con un grosor y radio muy pequeños, se dificulta su adecuada medición. "Desde hace más de 100 años, se viene estudiando el problema y desarrollando métodos para medir su forma", refiere el **doctor Rufino Díaz Uribe, investigador del Laboratorio de Óptica Aplicada del Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico de la Universidad Nacional Autónoma de México (CCADET-UNAM)**, quien junto con sus colaboradores logró diseñar un instrumento que

mide con gran exactitud las deformaciones de la córnea humana.

Señala que antes de que existieran computadoras y cámaras, esencialmente todo lo que se hacía era visual. Para efectuar las observaciones se utilizaba el llamado disco de Plácido, que es una pantalla con anillos concéntricos brillantes y oscuros (o blancos y negros) y un orificio en el centro que, al ser colocada por el oftalmólogo frente al ojo, permite observar su reflexión. Así, a partir de la forma como se observan estos anillos, puede determinar la calidad de la córnea.

Posteriormente, en la segunda mitad del siglo XX, se usaba la cámara para tomar una fotografía del ojo, que luego se imprimía a fin de realizar las mediciones con regla y compás, haciéndose una evaluación cuantitativa que tenía algunas limitaciones. En fecha más reciente y con la llegada de las computadoras y cámaras digitales, surgió el videoqueratómetro, que hace posible aplicar esta tecnología mediante programas que evalúan automáticamente la información.

Agrega que, no obstante los avances informáticos, la teoría que utilizan estas evaluaciones numéricas en muchos casos es aproximada; es decir, tiene algunos errores. En 1989, especialistas del Instituto de Oftalmología Conde de la Valenciana, España, solicitaron la ayuda del equipo del doctor Díaz Uribe para resolver algunos de ellos. "Su problema era que, a pesar de tener avanzados aparatos para medir la córnea, no

podían hacerlo en la parte central ni la periferia de este tejido (esencial para formar la imagen)". En esa época, el laboratorio del doctor Díaz Uribe trabajaba con un sistema de medición por medio de rayo láser, pero éste implicaba muchas dificultades. Al no convencerles la superioridad del láser, se orientaron a resolver otros problemas con base en el disco de Plácido y desarrollo de un sistema similar a los comerciales, cuyo primer diseño se encargó a un estudiante de licenciatura.

Uno de los inconvenientes a resolver fue que al colocar una pantalla plana frente a la córnea, se observaba una imagen curva y no una plana. "Para obtenerla, la pantalla debía tener una forma elipsoide (ovalada y alargada), lo que resultaba bastante complicado. Por ello, aproximamos el elipsoide con un cilindro", explica el físico. "Esto, aunque conocido, no era empleado por todos los sistemas comerciales", y además dio como resultado una cobertura prácticamente total de la superficie de la córnea. Asimismo, agregaron líneas a los anillos de su modelo cilíndrico del

disco de Plácido, lo que facilita la identificación de los puntos de interés en la córnea.

El videoqueratómetro desarrollado en el CCADET tiene muchas ventajas frente a los sistemas comerciales. "Un aparato importado puede costar más de 20 mil dólares pero, al desarrollarlo en México, su costo se reduciría a 50 ó 60 mil pesos", precisa el doctor Díaz Uribe. A diferencia de los sistemas comerciales --que presuponen que toda la córnea está formada por secciones esféricas, lo que produce aproximaciones en el resultado de la medición--, su equipo encontró un procedimiento basado en una ecuación que lo hace exacto.

"Cuando se compra un aparato hecho no hay muchas posibilidades de mejorarlo o modificarlo. En contraste, nosotros sabemos cómo hacerlo, partiendo de las necesidades de los oftalmólogos", afirma. Por el momento, los investigadores tienen el plan de fabricar un sistema prototipo para ofrecerlo a alguna empresa o particular interesados en su desarrollo y comercialización.

FOLIO 164

Ciencia y Tecnología

Informática y biología, útil combinación

Verónica Guerrero Mothelet

Por su situación geográfica y complejidad topográfica, México posee una amplia variedad de climas: cálidos, fríos, húmedos y secos. Estas condiciones, le permiten contar con una de las mayores riquezas mundiales en biodiversidad, adaptada a diferentes ecosistemas o regiones naturales. Así, desde hace 130 años, la biodiversidad mexicana se ha documentado en varias colecciones científicas; en particular, el acervo nacional de flora y fauna que contiene y *cura* el **Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (IB-UNAM)**.

La información biológica, en términos de la distribución de especies, tradicionalmente se ha venido compilando por medio de expediciones al campo y recolección de ejemplares, cuyos resultados se representan a través de puntos sobre un mapa. Empero, esas expediciones no están distribuidas homogéneamente a lo largo del país en tiempo y espacio, de ahí que existan zonas poco o muy exploradas.

No obstante, la circunstancia de poseer el acervo de la biodiversidad, aunado al desarrollo de información geográfica en mapas temáticos de

gran accesibilidad y a la evolución actual de la tecnología, creó una sinergia que permitió al IB dar un considerable paso en el empleo de la informática para la investigación biológica. Esta disciplina se conoce como informática de la biodiversidad, y se apoya en el uso de herramientas computacionales entre las que figuran interesantes *software*.

El doctor Víctor Sánchez Cordero, investigador del Departamento de Zoología del IB-UNAM, señala que "en la informática de la biodiversidad lo más importante son los recursos humanos formados para su correcto aprovechamiento", actividad que también ha sido intensamente apoyada por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, dependencia que desarrolla y dirige los esfuerzos realizados en la materia.

El *software* utilizado por los universitarios se ha venido desarrollando en los últimos 10 años. Se trata de una herramienta que permite crear mapas de la distribución geográfica de la flora y fauna sobre el planeta, explica el **doctor Enrique Martínez Meyer, también investigador del**

Departamento de Zoología del IB. “Lo esencial es la información que el usuario tenga disponible para alimentarla, además de que los datos pueden manejarse a nivel mundial”. El programa fue creado originalmente por un grupo de investigadores australianos, pero hace unos siete años, los doctores Sánchez Cordero y Martínez Meyer comenzaron a participar en su refinamiento junto con el doctor Townsend Peterson, de la Universidad de Kansas, Estados Unidos.

El doctor Martínez Meyer relata que “la versión original del *software* era una aplicación en Internet, no lo suficientemente buena para hacer análisis con grandes volúmenes de datos. Por iniciativa del doctor Peterson se diseñó otro para la versión en PC, que se podía utilizar con mucho mayor eficacia”. En este proceso, los especialistas del IB sugirieron ideas para obtener más provecho de la interfase, a partir de necesidades prácticas. La versión actual, en la que se usan muchas bases de datos disponibles en Internet, también puede obtenerse por este medio.

Más valioso que el sistema en sí es la investigación, que puede definirse como “modelado de nichos ecológicos y distribuciones geográficas de las especies”. Para su uso, se requiere de información básica que consta de parámetros como temperatura, elevación y precipitación de una región determinada, así como de los registros donde se sabe existe una especie en particular. Con esos datos, la herramienta (un

algoritmo) relaciona ambas fuentes de información, generando un “modelo de nicho”.

El resultado del algoritmo se proyecta en un escenario geográfico; es decir, busca en un mapa esas condiciones y crea otro de la distribución. Si bien es relativamente sencillo, lo realmente complicado es reunir todas las bases de datos, tanto biológicas (puntos de registro) como geográficas (mapas ambientales). Los investigadores del IB llevan años reuniendo la información, y ahora cuentan con un amplio acervo para realizar los análisis.

Ya que el *software* permite extrapolar la información para cubrir toda una zona y conocer las posibilidades de distribución de una especie a lo largo del planeta, no sólo se ajusta a los intereses de la comunidad científica, sino de la sociedad en general. Por ejemplo, puede servir para predecir desde zonas de riesgo de enfermedades infecciosas emergentes o plagas agrícolas, hasta cuestiones relacionadas con biología de la conservación o del cambio climático.

Un área interesante del proyecto es que involucra un enfoque multidisciplinario, subraya el doctor Sánchez Cordero. Por ello se desarrolla activamente en muchos laboratorios científicos del mundo, en la forma de un movimiento mundial que va a permitir acelerar el proceso de análisis de datos.

FOLIO 165 ENERGIA

Aprovechan energía del oleaje para sanear lagunas costeras

Yolanda Rojas

Las enigmáticas olas del mar no sólo han seducido la imaginación del hombre, sino también le han permitido aprovechar su ilimitado potencial energético para realizar proyectos tecnológicos enfocados a sanear las lagunas costeras, que son cuerpos de agua dulce o salada donde la pesca se desarrolla de forma importante.

Al menos, ese es el objetivo de un pequeño grupo de investigadores dirigidos por el **doctor Steven Czitrom Baus**, de la Unidad Académica de Sistemas Oceanográficos y Costeros en el **Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México (ICML-UNAM)**, quienes desde hace nueve años trabajan en la creación y perfeccionamiento de un sistema de bombeo por energía del oleaje (Sibeo).

El doctor Czitrom Baus, quien ha dado cuenta de esa investigación en el boletín informativo *El Faro*, de la Coordinación de la Investigación Científica de la UNAM (marzo 2004), indica que el calentamiento terrestre genera corrientes de aire y éstas, a su vez, producen olas debido a su acción mecánica sobre el océano. Así, en ausencia de viento, la superficie del mar sería muy similar a un espejo; es decir, completamente lisa. Empero, sólo el 0.01 por ciento del flujo de la energía solar se transforma en olas, cuya principal característica es la capacidad de desplazarse a grandes distancias con una pérdida mínima de fuerza. Por eso, la energía generada en cualquier punto del océano termina en las costas o playas.

México, por ejemplo, tiene 10 mil kilómetros de playas y alrededor de 132 lagunas costeras en las

que se produce camarón y otras especies de interés comercial. El problema, es que muchas de ellas presentan contaminación, depósitos de desechos tóxicos o han perdido contacto con el océano. De ahí que la marea no pueda penetrar y mezclarse para generar un gradiente de condiciones salinas que posibilite tanto la vida de una gran cantidad de organismos, como la limpieza natural de sus aguas.

Ante ello, él y sus colegas desarrollaron una tecnología que, al aprovechar la energía del oleaje, permite bombear agua del mar para contribuir al saneamiento de aquellos ecosistemas. El Sibeo se compone básicamente de tres partes: un tubo de toma de agua que se sumerge en las olas, una máquina de bombeo que puede ser colocada en tierra, y un tubo de desagüe hacia la laguna seleccionada.

Para echar a andar el sistema, Czitrom Baus explica que un vacío parcial eleva el agua marina hacia la bomba y, una vez en operación, el ritmo de las olas hace subir o bajar la presión a la entrada del tubo de toma. El agua ahí concentrada se derrama y acumula con cada oleaje para descender por el tubo de descarga hasta la laguna costera, fenómeno que se produce gracias a la gravedad.

Mejora la pesquería

En 1995 los investigadores del ICML instalaron con éxito el primer prototipo del Sibeo en la laguna *El Lagartero* de la costa de Oaxaca y, con ayuda

de un grupo de pescadores de la región, al paso del tiempo mejoraron el sistema y éste, a su vez, la actividad pesquera. El doctor Czitrom Baus recuerda que el tubo de entrada fue instalado flotando a través de un rompeolas en el mar, y ya en posición se hundió hasta el fondo con anclas y sacos de arena. En tanto, la boca de la toma de agua se colocó más allá del rompe olas para evitar el asolvamiento. Al final, “la bomba operó eficazmente”.

Asimismo, señala que el flujo de medición fue de 18 mil litros de agua por hora en el área de oleaje más bajo, lo que en 100 días logró un intercambio completo del líquido. Luego, al tomar muestras del tubo de desagüe, “hallamos larvas de camarón y huevos de pescado, indicándonos que la bomba puede transportar microorganismos sin causarles daño”. Todas las pruebas demostraron que, además de ser un instrumento alternativo en el manejo de la pesca, el Sibeo también puede utilizarse en la restauración de zonas de cultivo para especies comerciales, limpieza de áreas contaminadas, o como una forma de reducir costos en procesos de acuicultura.

En una nueva etapa del proyecto, los especialistas instalarán en *El Lagartero* una bomba de agua permanente, medirán los procesos químicos y biológicos para controlar el impacto ambiental, y trabajarán con la comunidad empobrecida para favorecer un impacto social positivo. Además de la labor en Oaxaca, también realizan un estudio de factibilidad para usar el Sibeo en el saneamiento del Puerto de Ensenada, Baja California.

Cómo detectar derrames marinos de petróleo

Yolanda Rojas

En la madrugada del martes 19 de noviembre de 2002, a 300 kilómetros de las costas de Galicia, España, el buque *Prestige* se partió en dos y derramó, en los primeros cuatro de siete días a la deriva, siete mil de las 67 mil toneladas de crudo que transportaba. Propiedad de una empresa nigeriana que navegaba con bandera de Bahamas, la vieja nave carecía del doble casco de protección exigido a todo barco petrolero. Este lamentable suceso provocó el desastre ecológico no natural más importante de los últimos años, el cual no sólo afectó el ecosistema marino, sino

también la economía de muchas familias de pescadores.

El doctor Miguel Moctezuma Flores, coordinador de la carrera de ingeniería en telecomunicaciones en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (FI-UNAM), recuerda que las autoridades españolas confiaban que el petróleo solidificara debido a las bajas temperaturas registradas a cuatro mil metros de profundidad, pero los tanques hundidos en el océano tenían fugas que escapaban hacia las

aguas francesas. Si bien limpiaron las playas afectadas y soldaron las fisuras con minisubmarinos, se carecía de datos que permitieran valorar a precisión la magnitud del accidente, a fin de proponer estrategias de conservación y rescate.

Ante la inquietud de saber cuántos litros reales había derramado el *Prestige*, cómo se movía y hasta dónde se extendía la marea negra, diversos grupos de investigación realizaron estudios para detener sus efectos negativos. Uno de ellos fue el Laboratorio de Percepción Remota del Instituto de Ciencias de la Atmósfera y del Clima (ISAC) de Bolonia, Italia, que al mando del doctor Flavio Parmiggiani inició un proyecto de verificación de imágenes tomadas por el Radar de Apertura Sintética (SAR) del satélite *Envisat*, propiedad de la Agencia Espacial Europea.

Aunque el SAR puede tomar imágenes sin importar las condiciones climáticas o de iluminación, la desventaja es que son de muy baja calidad; es decir, demasiado ruidosas para que el ojo humano logre discernir las texturas de elementos en mar y tierra. Por eso, “a los geofísicos se les dificultaba distinguir entre lo que era y no petróleo”, indica Moctezuma Flores.

A fin de ayudar a precisar la propagación de la aceitosa mancha vertida en el Atlántico, él y su alumno Ludwin Ventura López López desarrollaron un esquema de segmentación de fotos basado en la teoría de campos aleatorios de *Markov*, herramienta probabilística que ayuda a codificar restricciones contextuales en problemas de visualización gráfica.

Su aportación, que consistió en crear un método lo suficientemente robusto como para analizar a detalle imágenes de la catástrofe, se debió a un intercambio académico entre el ISAC y la FI, a través del programa de cooperación bilateral entre el mexicano Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y el italiano de la Investigación, instituto que estudia anomalías ambientales y atmosféricas causadas por desastres no y sí naturales.

Por su modelo, que servirá para detectar derrames de petróleo u otros combustibles, Ludwin obtuvo el título de ingeniero en

telecomunicaciones y en septiembre próximo impartirá una conferencia a los científicos del ISAC.

Jugando con la textura

Para estudiar fotografías de percepción remota existen dos métodos de procesamiento. El primero, que se aplica en Europa, radica en eliminar el ruido pero, al hacerlo, se degrada la imagen y se pierden datos valiosos. El segundo, propuesto por Ventura López, toma al ruido como un componente más, que se integra al píxel (unidad más pequeña en un gráfico) en estudio y a los elementos vecinos, lo que se conoce como análisis contextual. “La resolución espacial de una imagen es de 512 píxeles por pulgada y, en el tipo de fotos SAR, un píxel es igual a 12.5 metros. Por eso, fue vital tomar en cuenta al ruido, pues había manchas que medían dos o tres píxeles de grosor, equivalente a más de 36 metros de hidrocarburo”, explica el doctor Moctezuma.

Con ayuda del lenguaje de programación Matlab y la llamada matriz de concurrencia de niveles de gris, los especialistas de la UNAM dividieron cada foto en un conjunto de texturas con características afines. La segmentación, añade el ingeniero, provee estructuras (píxeles y bordes) que el sistema lee como algoritmos binarios.

Luego fusionaron los algoritmos y, mediante campos aleatorios de *Markov*, hicieron un análisis estadístico de texturas e incorporaron los datos en una sola entidad para ver a detalle la extensión del crudo. Al final, procesaron las imágenes y cotejaron sus resultados con el grupo italiano, información que derivará en dos publicaciones internacionales.

En una segunda etapa, los universitarios harán un modelo tridimensional que permita evaluar estructuras más finas. Incluirán variables climatológicas, velocidad de viento y movimiento de las mareas, datos que a futuro ayudarán a prevenir y solucionar oportunamente otros eventos similares.

Educar con creatividad

Verónica Guerrero Mothelet

La enseñanza e innovación educativa son dos preocupaciones de las empresas a nivel mundial. Ello se debe a que si desean ser competitivas, requieren poblarse de personal calificado. En el actual mundo global, esta capacidad sólo se logra mediante una perspectiva de creatividad hacia nuevas formas de plantear y resolver los problemas. Empero, particularmente en México, las personas prefieren asimilar bien la operación de sus tareas para efectuarlas siempre de la misma manera, concepto que proviene de una educación de repetición impartida desde la infancia y durante todo el proceso escolar.

“Al educando se le enseña a repetir, no a aprender”, señala el doctor José Luis Fernández Zayas, profesor del Centro de Docencia Ingeniero Gilberto Borja Navarrete, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (FI-UNAM). Agrega que, después de muchos años, el alumno llega a la universidad sin conocer otro método. “A los jóvenes les preocupa más adiestrarse para la solución de exámenes que aprender realmente, lo que hace profesionales muy poco competitivos frente a sus colegas extranjeros”.

Por otra parte, refiere que el país ingresa en una etapa muy interesante de su promesa productiva, pues “somos muy buenos en algunos temas en particular”. Por ejemplo, desde hace años, México es el primer productor de software incorporado a dispositivos como relojes o calculadoras. Por tanto, “creemos que nuestros universitarios deben capacitarse más en algunas áreas ventajosas, desarrollando ideas innovadoras”. Para efecto formativo, se requiere impulsar actitudes que estimulen la creatividad, labor en equipo, multidisciplinariedad y habilidad para trabajar con ciencia básica y aplicada.

El doctor Fernández Zayas, también coordinador del Foro Consultivo Científico y Tecnológico, indica que hay ejemplos recientes de colaboración entre grupos de la UNAM y el sector privado en áreas exitosas del país: autopartes, electrodomésticos, textiles, producción de ciertas especies vegetales y alimenticias. “Existen varios casos en los que se da un intercambio natural entre investigadores, ingenieros y técnicos de la práctica profesional”.

A fin de apoyar esta nueva visión, hace poco más de un año se creó el Centro de Docencia Ingeniero Gilberto Borja Navarrete. “Hasta donde entiendo, la FI es la primera de esta naturaleza,

con su propio centro de docencia”, precisa. Con una afortunada combinación entre directivos, expertos docentes, psicología, economía e ingeniería, allí se imparten seminarios y conferencias orientados a los profesores, con el ánimo de ir evolucionando la percepción que se tiene de la relación entre maestro y alumnos, del entorno universitario y el universal.

Ahora, el Centro iniciará un diplomado de docencia en ingeniería, en el cual “nos interesa despertar, primero en nuestros maestros y luego en sus alumnos, el cariño y respeto hacia la propia imaginación y la de los demás, y que aprendan a trabajar de manera humilde pero exitosa en grupos muy diversos donde ninguno es el jefe”. En otras palabras, aprender a aprender.

Otro de sus objetivos es ofrecer una visión más moderna del entorno que hallarán los estudiantes de la FI al término de la carrera. “Queremos que nuestros egresados ocupen una función importante en la gestión de la ingeniería, relacionada con crear nuevas empresas, producir bienes y servicios competitivos, desplazar a compañías extranjeras en México y comenzar a hacer oferta de todos ellos en el plano internacional”, subraya.

El diplomado consta de seis módulos de 16 horas cada uno. Su estructura incluye elementos de política mundial, espacios de desempeño en el futuro, términos de la competitividad y uso de técnicas modernas como Internet o videoconferencias ya que, según los criterios internacionales, es fundamental que el ingeniero conozca y aproveche al máximo la tecnología disponible. “Aspiramos a que el profesor avance en el descubrimiento de herramientas didácticas, porque todavía se tiene la tradición normalista, donde llega y dicta su cátedra. Esto es una concentración que deseamos revertir, transformándola en una enseñanza donde se establezcan diálogos e interacción”.

Aunque este primer diplomado --que con duración de cinco meses comienza el próximo 8 de octubre-- está dirigido a maestros en ingeniería, posteriormente se piensa abrirlo a personas interesadas, pues “una universidad nacional debe tener una oferta de calidad para las otras instituciones del país. La ventaja de la UNAM es que cuenta con una formación más integral, y en el mundo global la visión humanista es básica”, concluye el doctor Fernández Zayas.

Energía, pero renovable

Verónica Guerrero Mothelet

En general toda energía renovable, sea solar, eólica, hidráulica, geotérmica, de biomasa u oceánica, sumada al ahorro y uso eficiente, representa el fundamento para un futuro energético más limpio y seguro. Sin embargo, en México todavía no se ha aprovechado su inmenso potencial, a pesar de que para su desarrollo existe la capacidad tanto en recursos naturales como humanos.

Con el propósito de reconocer e impulsar a instituciones, organismos, empresas y personas que fomenten, realicen o apoyen el desarrollo de esas fuentes alternas de energía, la Secretaría de Energía (Sener) y la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (Conae) instituyeron este año los Premios Nacionales de Ahorro de Energía, que abarcan las modalidades de Energía Térmica, Ahorro de Energía en el Transporte y de Energía Renovable.

Respecto a esa última variante y en virtud del conjunto de actividades de investigación y desarrollo que desde los años setenta ha venido realizando el **Centro de Investigación en Energía de la Universidad Nacional Autónoma de México (CIE-UNAM)**, recientemente se hizo acreedor al primer lugar en la categoría de Innovación y al segundo puesto en la de Promoción educativa.

Surgido del Departamento de Energía Solar fundado en 1979 y convertido en el Laboratorio de Energía Solar en 1985, el CIE-UNAM se constituyó como Centro de Investigación en 1996, con un equipo de 37 investigadores y 17 técnicos académicos. Empero, desde sus primeros años, ha sido pionero en la exploración de este tipo de recurso en el país, de tal forma que tan sólo en los últimos cinco años ha llevado a cabo más de 140 proyectos tecnológicos, algunos de los cuales son prototipos de calidad mundial.

Entre los ejemplos desarrollados en ese Centro, que le valieron el Premio Nacional de Ahorro de Energía en la categoría de Innovación, destaca -- en etapa de prototipos de laboratorio-- una extensa variedad de sistemas que funcionan con base en energía solar y que pueden resolver problemas reales de la industria y la sociedad en general. "Por ejemplo, dispositivos de concentración solar intermedia para retirar toxinas por métodos fotoquímicos (detoxificar) en aguas municipales, equipos de muy baja concentración

enfocados a la cocción de alimentos, y sistemas sin concentración usados en el secado de productos perecederos", indica el **doctor Manuel Martínez Fernández, director del CIE.**

De igual modo, cuentan con sistemas de absorción para la manufactura de hielo, que pueden aplicarse a la conservación de medicamentos y al acondicionamiento del aire, así como con sistemas fotovoltaicos que sirven para bombear agua.

El especialista agrega que, en cuanto a su trofeo en la categoría de Promoción, fueron catalogados como la institución nacional de educación más importante para el aprovechamiento de energías renovables. "Hoy, estudian directamente en el CIE 55 alumnos de doctorado, 58 de maestría y otros 25 en tesis de licenciatura y servicio social", además de que ahí se imparten unos 50 cursos formales por año.

Dentro de las actividades de divulgación, cabe mencionar que durante 20 años se ha realizado el Curso de Actualización en Energía Solar, al igual que otras actividades encaminadas a la creación y funcionamiento de la Asociación Nacional de Energía Solar, la Escuela de Investigación en Energía, el Diplomado en Sistemas Fotovoltaicos para el Desarrollo Rural, y el Congreso de Estudiantes del CIE, refiere el doctor Martínez Fernández.

Si bien los galardones en las áreas de Innovación y Promoción ofrecen al universitario Centro de Investigación en Energía una plataforma única para su vinculación con todos los sectores, precisa que deberán concretarse más alianzas con los empresarios. De esta manera, confían en que represente un impulso para traducir los prototipos de laboratorio en hechos comerciales, capaces de beneficiar a la industria nacional del ramo y a las comunidades del país.

Igualmente, constituye un éxito más dentro de la trayectoria del Centro, cuya investigación básica en materiales y dispositivos --tanto para el aprovechamiento de la energía solar, como para la producción y utilización del hidrógeno--, así como el desarrollo y aplicación de nuevas metodologías en el estudio de los recursos geoenergéticos, cuenta con el reconocimiento internacional.

Palinología como herramienta forense

Yolanda Rojas

En el verano de 1950 un hombre desapareció a 20 kilómetros al norte de Viena, Austria, en un bosque cercano al Valle del Danubio. Como la policía no encontraba el cuerpo, decidió revisar la casa de todo sospechoso posible. En el hogar de uno de ellos encontró un par de botas con barro, que fue examinado por un palinólogo de la Universidad de Viena, el profesor W. Klaus.

El estudio reveló que la muestra contenía polen reciente de abetos y sauces, árboles que según las condiciones climáticas y botánicas pertenecían a la vegetación del citado Valle. La evidencia hizo que el homicida confesara su crimen y condujo a las autoridades al lugar donde había sepultado el cuerpo.

Quizá piense que esa historia fue tomada de una novela policiaca, pero en realidad se trata del primer caso documentado en el que la Palinología (ciencia que estudia palinomorfos de origen continental y marino, como polen, esporas, algas y dinoflagelados, entre otros) ayudó a esclarecer un delito del fuero común. A partir de entonces esa clase de análisis son aceptados en los tribunales europeos de justicia, al grado que naciones como Nueva Zelanda es líder mundial en el desarrollo de la llamada Palinología Forense.

En entrevista, **el doctor Enrique Martínez Hernández, jefe del Laboratorio de Palinología en el Departamento de Paleontología del Instituto Nacional de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México (IG-UNAM)**, indica que aunque dicha disciplina surgió hace 30 años en el país, muchas instancias judiciales aún no ven en ella una herramienta de peso para resolver casos en materia criminalística, penal y pericial, como cuando se quiere

encontrar al autor material o intelectual de un delito, el lugar donde podrían estar enterrados los restos de un individuo, o simplemente conocer el origen geográfico de objetos desconocidos. <P < a y

De modo que “si tomamos una o varias muestras del polvo presente en la ropa, piel, cabello o atrapado en las fosas nasales de un cadáver, podemos recrear, a partir de los granos de polen, las condiciones prevalecientes antes de su

muerte. Por ejemplo, si existen rastros polínicos de marihuana o amapola, la investigación derivará en un posible vínculo con el narcotráfico; o con sólo analizar las pertenencias de un presunto asesino, podríamos juzgar si es culpable o inocente”.

Además de la medicina forense, el doctor Martínez comenta que existen otros campos donde la Palinología resulta muy útil, como en el análisis polínico del contenido atmosférico (Aeropalinología) y el referente al origen floral y geográfico de las mieles (Melisopalinología). En el primero, se sirve de la botánica y la biología para seleccionar extractos de polen alergénico de interés inmunológico, que ayuden a los médicos a tratar enfermedades causadas por los granos de polen de ciertas plantas, así como prevenir a la población cuando las emisiones de polen son altas. Mientras que en la segunda, los estudios sobre la taxonomía del polen contribuyen a determinar desde la calidad de las mieles producidas por las abejas, hasta el manejo adecuado de los recursos apícolas.

Otro empleo de la Palinología es en la prospección de yacimientos petroleros y de cuerpos de agua, pues al conocer la edad del territorio mexicano es posible entender cómo es que las cuencas han formado y acumulado dichos recursos durante las diferentes etapas geológicas de la Tierra. El también *director at large* de la Asociación Americana de Palinología Estratigráfica y pionero de esa área en México, precisa que para ese fin se recurre al fechamiento de rocas sedimentarias y metamórficas a través de una serie de técnicas enfocadas a la extracción de palinomorfos fósiles por métodos químicos.

El proceso consiste en tomar una roca sedimentaria --por ejemplo, una caliza-- y tratarla con diversos tipos de ácidos, como el ácido clorhídrico que disuelve los carbonatos, o el ácido fluorhídrico que hace lo propio con los silicatos. “Destruimos la roca y aislamos los elementos de interés para observarlos al microscopio”, expone el universitario, quien actualmente encabeza un ambicioso proyecto palinoestratigráfico enfocado al estudio del Grupo Balsas en la cuenca del río Balsas, región poco conocida geológicamente.

Luego, cada muestra es clasificada según las características morfológicas de la exina (capa que recubre al grano de polen) y comparada con otros especímenes registrados en una extensa base de datos dividida en dos grupos: *Modern* y *Fosilia*, que no son otra cosa que colecciones de palinomorfos actuales y fósiles. Se trata de un sistema de información biótica diseñado en principio por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), pero que más tarde fue modificado y actualizado por la maestra en ciencias Elia Ramírez Arriga, esposa y colega del doctor Enrique Martínez Hernández

La base se empezó a estructurar a finales de los 90s mediante un proyecto sometido a Conabio, dependencia que hoy la resguarda y comparte tanto con el Laboratorio de Palinología del IG-UNAM, como con otras instancias internacionales. En general, “es un listado de referencia del polen de las plantas de diferentes tipos de vegetación en México, el cual ha sido clasificado por familias, géneros, especies, regiones y localidades, al tiempo de contemplar datos curatoriales, nomenclaturales, bibliográficos, tratamiento de muestras, descripciones y formaciones geológicas”, apunta Ramírez Arriaga, experta en Palinología y profesora del posgrado en ciencias biológicas.

El objetivo de utilizar este acervo, que incluye un total de siete mil ejemplares fósiles y cerca de nueve mil recientes, es hacer búsquedas más rápidas. “Si en procesos forenses encontramos un

grano de polen con una clara afinidad botánica, lo comparamos con géneros de la colección de referencia (*Modern*) para afinar la determinación, de tal manera que el resultado estará listo en pocos días. En tanto, los estudios encaminados al fechamiento de rocas suelen tardar más de tres meses, debido a su mayor complejidad”, concluye.

Sabía usted que...

En 1973 el profesor Max Frei, criminólogo suizo, botánico, director del gabinete científico de la policía de Zurich y agente de la Interpol, fue el primero en realizar una investigación palinológica para autenticar el origen del Sudario o Manto de Turín, sábana que según la tradición cristiana cubrió al cuerpo de Jesús crucificado.

Al analizar las muestras tomadas del lienzo, notó la presencia de 59 especies diferentes de polen, las cuales fotografió, catalogó y conservó. Treinta y tres de ellas derivaron de plantas exclusivas de Palestina o Turquía, una tercera parte de regiones ajenas a Europa y el resto de Francia, Italia y Turín, lugares que coincidían con el supuesto recorrido que hizo el sabio al salir de “Tierra Santa”.

La muerte sorprendió a Frei antes de concluir el trabajo y publicar sus resultados definitivos, pero su estudio no ha dejado de ser altamente indicativo para otros autores que ya han escrito libros al respecto.

FOLIO 170 PARA EMPRESARIOS

Nano protección policiaca

Verónica Guerrero Mothelet

La nanotecnología, ciencia relacionada con lo muy pequeño (la millonésima parte de un milímetro), tiene un enorme potencial para encabezar *per se* una revolución tecnológica. La elaboración de medicamentos, el incremento en poder y capacidad de la informática, el suministro de energía, la producción de alimentos, el surgimiento de nuevos materiales y técnicas para las industrias de la construcción y textil; en fin, todo lo que rodea al ser humano podrá ser modificado por este medio.

Si bien hasta hace poco esta futurista disciplina limitaba su influencia a los laboratorios,

gradualmente ha aumentado su campo de acción al sector privado para ofrecer productos útiles y económicamente viables.

Ante ello, desde hace varios años el **Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada de la Universidad Nacional Autónoma de México (CFATA-UNAM)** se dedica a la investigación -- tanto básica como aplicada-- de tecnologías y materiales a nivel molecular. Los resultados de sus esfuerzos son crecientes, así como su éxito en atraer a las empresas y conseguir alianzas y negociaciones que no sólo benefician a ambas partes, sino también a la propia UNAM y al país.

Muestra de ello son dos recientes convenios suscritos el pasado mes de agosto, con sendas empresas de proyección internacional. Uno de ellos, realizado con la firma mexicana Comex, ampara la comercialización de la pintura antigraffiti denominada Deleteum 3000, cuyas propiedades se han mencionado con anterioridad en *Investigación y Desarrollo* (ID, enero de 2002).

El segundo convenio, signado con la compañía española Parafly, avala la transferencia de tecnología creada para mejorar la calidad de un chaleco de protección balística, bautizado con el nombre de STRATUMnanoprotec.

Los chalecos antibalas se fabrican actualmente a partir de polímeros como el kevlar, una fibra liviana producida con moléculas de cadena larga, orientadas en forma paralela y unidas por enlaces de hidrógeno. Por el alto grado de simetría y regularidad, que contribuyen a la fuerza y resistencia de estas cadenas de polímeros, su entramado es cinco veces más fuerte que el acero.

Mediante modificaciones químicas a las fibras, realizadas con ayuda de la nanotecnología, los investigadores de CFATA consiguieron mejorar su resistencia a la humedad y retardar su degradación por rayos ultravioleta, factores que limitan la vida útil de los chalecos actuales, señaló a ID el **doctor Víctor Manuel Castaño Meneses, director de CFATA** y quien junto con el **doctor Rogelio Rodríguez Talavera**, es coautor de esta innovación. El perfeccionamiento fue posible gracias a que, cuando se diseña la estructura de materiales en la nano escala, se consiguen en éstos propiedades totalmente nuevas.

Castaño Meneses agregó que la tecnología aplicada para el mejoramiento del chaleco antibalas, que está en proceso de ser patentada, brinda al producto una mayor duración. Esta ventaja interesó a la compañía española, que fabricará y distribuirá los chalecos y remunerará a CFATA las regalías correspondientes. "Este tipo de vinculación con el sector industrial, además de proveer de recursos a la UNAM, incrementa el prestigio internacional de sus centros de investigación".

FOLIO 171

Ciencia y Tecnología

Busca la UNAM desalar aguas marinas

Verónica Guerrero Mothelet

Fuera de discusión está la importancia del agua para la vida humana, pues no sólo es esencial su ingesta, sino que resulta igualmente necesaria para la higiene, producción de alimentos, actividades industriales, pesca, generación de energía eléctrica y un sin número de actividades productivas. A pesar de su trascendencia, en las ciudades se suele dar por hecho que el vital líquido nunca se acabará. Pero, de acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas, existen en el mundo cerca de mil 500 millones de personas que no tienen acceso a ese recurso, mientras hay 12 millones de mexicanos que carecen de agua potable.

Sin embargo, el problema del agua ya tiene solución, indica el **doctor José Luis Fernández Zayas, investigador del Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (II-UNAM)**. Refiere que actualmente el porcentaje de agua potable que existe en el planeta, incluyendo aquella congelada en los casquetes polares y en yacimientos subterráneos, representa apenas dos por ciento del total, y de ésta se tiene acceso a menos de la mitad. "El 98 por ciento restante está en el mar, pero con

sistemas eficientes tendríamos agua suficiente para abastecernos, además de la posibilidad de producir verdadera riqueza de manera sustentable".

Por ello, en el reciente programa de investigaciones *Impulsa*, la UNAM contempla la desalación de agua de mar y purificación de aguas residuales, como uno de los cinco megaproyectos que se desarrollarán con una perspectiva a mediano y largo plazos, y que contarán con la participación multidisciplinaria de 25 institutos y centros de investigación, así como de tres facultades.

Este proyecto, comenta, tiene como objetivo primordial la investigación y uso de diferentes tecnologías para dotar de agua potable a regiones apartadas del país. Empero, ésta es tan sólo una de las metas, porque existen muchas otras oportunidades de desarrollo que se irán sumando con el tiempo y la participación de dependencias como los institutos de Ingeniería, Investigaciones en Materiales, Ciencias del Mar y Limnología, Química y Geofísica, así como los Centros de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico y el Programa Universitario de Energía.

“Cuando hablamos del agua del mar y pensamos que tenemos tres millones de kilómetros cuadrados, se abre toda una gama de posibilidades para el turismo, navegación, aprovechamiento costero, o acuacultura”, señala el doctor Fernández Zayas. De ahí que para aprovechar todos sus beneficios debe comenzarse por efectuar mediciones, pues “en México no se mide lo que pasa en el mar (mareas, oleajes, corrientes) desde hace muchos años”. Igualmente, se propone avanzar en estudios relacionados con el clima, a fin de determinar y favorecer la precipitación pluvial. A esto van vinculados estudios ecológicos sobre el cuidado de bosques y cuencas, identificación de las especies que no se tienen bien registradas, conocer a detalle la hidráulica en las diferentes partes del país y el comportamiento de los sedimentos.

Agrega que la desalinización del recurso “es sólo una parte del proyecto; si bien una parte espectacular, porque en los pueblos pesqueros que están muy apartados no hay agua”. Así, es muy pobre la calidad del líquido, lo que genera enfermedades y alta mortalidad, sobre todo entre la población infantil. Además, existe un problema adicional: en esos lugares predomina la poca ingesta de frutas y verduras y la nutrición con base en peces. Empero, ya varios grupos de investigación han impulsando a las comunidades apartadas para que, junto con destiladores de agua de mar, establezcan pequeñas unidades de cultivo.

Se trata de “construcciones confinadas con material impermeable para que no escape el agua destilada, la que se adiciona con el fertilizante que requiere la verdura que se va a cultivar”, añade. Su deposición permite que sólo se humedezca la parte profunda de la raíz, lo que resulta mucho más eficaz que el riego tradicional. “Con 30 litros se producen aproximadamente 10 kilogramos de

biomasa alimentaria, en un periodo como de dos meses”, puntualiza el investigador.

Explica que existen varios tipos de destiladores solares. “Unos son pequeños recipientes a los que se introduce una delgada película de agua de mar (como de seis o siete milímetros de espesor) e incluyen una lámina de vidrio ligeramente inclinada”. Cuando el sol pasa a través de la lámina, calienta el agua evaporando una fracción, misma que se condensa y escurre hacia los recipientes de recolección al entrar en contacto con el vidrio. Por cada metro cuadrado de este tipo de destilador, se extrae entre cinco y seis litros diarios. Otro tipo de destilador es mucho mayor, de unos 50 metros cuadrados, y puede producir hasta 300 litros al día, cubriendo los requerimientos de una pequeña comunidad.

“Esta es la primera parte del proyecto”, refiere el doctor Zayas, y los desalinizadores ya existen de manera experimental en buena parte de las costas del Pacífico, desde Jalisco hasta Sonora. Ahora, la idea es instalarlos formalmente y animar a las comunidades para que tengan y manejen su propio destilador solar con financiamiento local. Asegura que, como éstas, hay otras tecnologías más complejas pero económicamente viables para México, y la UNAM espera involucrarse también en esos proyectos mediante el programa *Impulsa*.

“No deseamos quedarnos en la parte básica; queremos conocer todo el mecanismo que lleva al mercado internacional. Entrar en contacto con quienes requieren agua o sus derivados, para ofrecerles ayuda. Tenemos tecnologías de muchos tipos y mediciones muy precisas para purificar el líquido y convertirlo en un recurso de mejor calidad”, lo que abre muchas oportunidades relacionadas con el manejo de desechos y su tratamiento.

FOLIO 172

Ciencia y Tecnología

Fuerza y efecto de los vientos

Yolanda Rojas

Dicen que las palabras se las lleva el viento, pero también hay situaciones donde su arrebatarora fuerza no sólo destecha viviendas, sino que además afecta permanentemente la estructura de recintos diseñados bajo incorrectos estándares de construcción. Por ejemplo, en la ciudad de México existen edificios --algunos construidos hace 300 años-- que siguen siendo vulnerables a los fenómenos naturales, como lluvias torrenciales,

tolvaneras y movimientos telúricos, por lo que deberían ser revisados para evitar pérdidas humanas y económicas.

El Centro Nacional para la Prevención de Desastres (Cenapred) indica que cada año se calcula en 11 mil millones de pesos los daños causados por la acción de los vientos, cifra que es similar al presupuesto que anualmente recibe la

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Tan sólo en 1999 el Programa de Protección Civil de la Secretaría de Gobernación reportó que por su causa 15 mil 260 carreteras y puentes federales resultaron perjudicados, a los que se sumaron afectaciones a 178 mil 300 viviendas, 9 mil 568 planteles educativos, 935 sistemas de agua potable y alcantarillado, 231 mil áreas naturales protegidas, 382 mil hectáreas de cultivo y 860 mil de ganado.

Ante la magnitud del problema, que por lo general se presenta entre los meses de octubre y febrero a consecuencia de las tormentas, ciclones y huracanes, el **ingeniero Neftalí Rodríguez Cuevas, investigador emérito de la Coordinación de Estructuras y Materiales del Instituto de Ingeniería (II) de la UNAM**, comenta en entrevista que la solución más viable es aprender a diseñar las construcciones. En ese sentido, desde hace 40 años el II realiza investigaciones básicas y aplicadas dedicadas a entender el comportamiento del viento, a fin de generar recomendaciones que permitan a las autoridades mitigar o disminuir su efecto devastador.

Comenta que el conocimiento generado se traduce finalmente en manuales de diseño estructural y normas oficiales mexicanas, como la que recientemente elaboró y publicó el gobierno capitalino y que obliga a las compañías constructoras a planear estructuras capaces de resistir los embates del viento, pues se ha detectado que las zonas sur y occidente del Distrito Federal son más susceptibles a las ráfagas (masas de aire turbulentas de alta velocidad), mientras que 90 por ciento de los anuncios espectaculares no satisfacen los cánones establecidos.

De otro lado, señala que a nivel mundial siete de cada 10 casas habitación no fueron diseñadas por ingenieros, por lo que carecen de conexiones adecuadas y refuerzos. Las más riesgosas son las palapas y las viviendas con techo de lámina, de ahí que para evitar futuros problemas “periódicamente revisamos, con apoyo del gobierno federal y del Cenapred, los reglamentos de construcción, con el objetivo de actualizarlos y adecuarlos a lo que el país requiere”.

Enemigo natural

El viento es un fenómeno natural producido tanto por la energía solar, como por la topografía rugosa del terreno. Así, cuando los rayos del Sol tocan la superficie terrestre se genera humedad y ésta, a su vez, atrae intensas corrientes de aire acompañadas de agua. Por esa razón, las penínsulas de Yucatán, Tamaulipas, Veracruz, Baja California Sur, Sonora y Colima son las más

perjudicadas por la acción de los ciclones y huracanes --que llegan a registrar vientos de 253 a 332 kilómetros por hora, según el grado F-3 en la Escala Fujita--, pero también gracias a ellos poseen la infraestructura hidroeléctrica y las zonas de riego más importantes del país.

En tanto, el Valle de México presenta particularidades fuera de lo común, pues los vientos intensos suelen presentarse en la madrugada o después de las cuatro de la tarde; es decir, cuando han comenzado a desaparecer o a salir los rayos del Sol. En ambos casos, se sobreviene un proceso de enfriamiento o de calentamiento atmosférico que causa lluvias torrenciales o trombas. De este modo, en la capital mexicana se pueden alcanzar vientos de entre 140 ó 150 kilómetros por hora.

Si bien en el mundo se presentan fuertes ráfagas durante ciertas temporadas, el ingeniero Neftalí Rodríguez precisa que éstas suelen ser superiores cada 11 años debido a que en la atmósfera del astro *rey* aparecen estallidos nucleares llamados manchas solares (desprendimiento de energía muy grande que viaja por el espacio y choca con la Tierra, lo que produce un movimiento violento de las masas de aire). Este acontecimiento, explica, ha sido analizado por muchos científicos, pero también posibilita a los ingenieros y arquitectos tomar las debidas precauciones al momento de diseñar viviendas y edificios.

Al respecto, refiere que el II-UNAM cuenta desde 1967 con el Laboratorio del Túnel de Viento, una herramienta necesaria para el estudio de la acción media del fenómeno, sus ráfagas y vórtices sobre las estructuras. Se trata de una tecnología mediante la cual se aplican corrientes de viento controladas sobre pequeños modelos a escala que han sido previamente instrumentados, con el propósito de conocer las fuerzas que actúan sobre ellos: velocidad, presión, interacción dinámica, aeroelástica, efectos circulatorios, compresión y captación de aire para producir energía.

En general, el túnel es un sistema de circuito cerrado en forma de “U”, que utiliza un motor de 75 caballos de fuerza montado sobre un rotor capaz de reproducir vientos de hasta 220 kilómetros por hora, lo que permite medir la resistencia de las edificaciones, realizar predicciones estadísticas para atenuar los daños económicos, garantizar la seguridad de las personas y fortalecer la formación de recursos humanos, explica el también responsable del Laboratorio.

De esta manera, los recintos que han sido probados en él antes de su edificación son el Palacio de los Deportes, la Alberca Olímpica, la Sala de Armas de la Magdalena Mixuca, el puente

atirantado sobre el río *Papagayo*, las estaciones elevadas del metro, el Hotel Melia de Cancún, Quintana Roo, y recientemente el Centro de Convenciones Banamex del Hipódromo de las Américas. En este último, se analizó la fuerza del viento sobre un gran ventanal de 90 metros de largo por 30 de alto, el cual logra una panorámica de la pista para observar el desarrollo de las carreras de caballos.

Finalmente, el universitario informa que en la actualidad el II-UNAM tiene otras propuestas de proyectos, como evaluar una construcción que se creará en la Fuente de la Diana Cazadora y otros cinco más enfocados al estudio de la línea de transmisión de alta tensión de Luz y Fuerza del Centro.

FOLIO 173
Ciencia y Tecnología

Nanosoluciones para el medio ambiente

Verónica Guerrero Mothelet

“Muchas de las células son muy pequeñas, pero muy activas; fabrican varias sustancias, se mueven, se agitan y hacen todo tipo de cosas maravillosas en una escala muy reducida... Pensemos en la posibilidad de construir algo diminuto que haga lo que nosotros queramos: ¡poder fabricar un objeto que maniobre en ese nivel!”. Estas fueron las palabras pronunciadas por el Premio *Nobel* de Física, Richard Feynman, el 29 de diciembre de 1959 durante un discurso ante la Sociedad de Física de Estados Unidos.

Posiblemente muchos de los asistentes a esa reunión no dejaron de asombrarse por la invitación que les hiciera Feynman para ingresar a un nuevo campo, más allá de la miniaturización. Debe recordarse que, todavía en esa época, las computadoras eran aparatos enormes, y que también era incipiente el desarrollo de las herramientas con que se contaba para observar lo más pequeño, entre ellas los microscopios electrónicos.

A pesar de la serie de ventajas tecnológicas y económicas que el físico describió como razones objetivas para abordar el mundo “submicroscópico” (como la miniaturización de las computadoras con el aumento en su capacidad de almacenar datos, la promesa de mayores avances en la genética, e incluso la posibilidad de ensamblar átomo por átomo en la forma deseada), tal vez en ese momento ni él mismo atisbó completamente las inmensas posibilidades del universo diminuto: la nanociencia.

La investigación relacionada con esa disciplina, que estudia la materia en el nivel de la escala nanométrica; es decir, de la millonésima parte de un milímetro, ha merecido muchos premios *Nobel* tanto en el área de la química como de la física; y

su avance, que había sido más bien pausado, comenzó a acelerarse a partir de la década de 1980 debido a la invención del microscopio de tunelaje de barrido y a la evolución de los microscopios de fuerza atómica. En la actualidad se considera, junto con la medicina genómica y la informática, una de las áreas de investigación de mayor interés mundial. Por ejemplo, en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y desde hace ya muchos años, la nanociencia recibe la atención de varias entidades desde la perspectiva de la física, química, biología e ingeniería de materiales.

“Esta fortaleza académica representa un punto de partida ideal para iniciar una nueva forma de trabajo multidisciplinario, enfocándose al estudio de un problema específico como es el de la contaminación”, señala el **doctor Alipio Calles**, responsable del Laboratorio Interdisciplinario del Departamento de Física de la **Facultad de Ciencias (FC) de la UNAM** y coordinador del proyecto Nanocatalizadores para el mejoramiento del medio ambiente, uno de los cinco que forman el megaproyecto Impulsa, anunciado en octubre pasado por la máxima casa de estudios.

Refiere que este proyecto está dirigido al diseño y desarrollo de materiales nanoestructurados avanzados, que aporten soluciones novedosas y adecuadas al entorno para resolver un problema social de interés general. “La protección del ambiente es una de las prioridades que debe plantearse la sociedad para mejorar la calidad de vida, tanto de las generaciones actuales como de las futuras”. Así, entre otros propósitos, tiene el de reducir contaminantes atmosféricos como óxido nítrico, bióxido de nitrógeno y monóxido de carbono en ambientes urbanos mediante el control de emisiones en fuentes móviles y estacionarias,

además de abatir o convertir gases de invernadero como el bióxido de carbono, metano u óxido nitroso, tanto en ambientes abiertos como cerrados.

Empero, su alcance no se restringe a las grandes urbes, pues también prevé limitar la acumulación de sustancias contaminantes en suelos, ríos y lagos, las cuales afectan fauna y flora. Para ello, se partirá del uso de nanopartículas catalíticas y soportes nanoestructurados (fabricados átomo por átomo), “en una de las líneas de investigación más importantes que a nivel mundial se desarrollarán en este siglo”, añade.

El doctor Calles explica que, en una primera fase, el alcance de este proyecto se sitúa a nivel de ciencia básica y que, en general, se propusieron cuatro etapas. En primer lugar, el desarrollo y aplicación de modelos teóricos avanzados que permitan predecir y explicar las propiedades fisicoquímicas de los nanomateriales sintetizados. Asimismo, investigar y desarrollar métodos para sintetizar (fabricar) las nanopartículas y depositarlas sobre distintos sustratos, cuya perspectiva de construcción abarque desde el autoensamblado de estructuras hasta el armado átomo por átomo.

Igualmente, se pretende caracterizar las nanoestructuras para determinar sus propiedades estructurales, ópticas, electrónicas y químicas y, por último, se trabajará en el diseño de reactores para el estudio de las reacciones químicas catalíticas mediante sistemas de análisis in situ de alta resolución, los cuales permitan analizar las propiedades catalíticas y los mecanismos de reacción en sus diferentes etapas.

Dentro del comité que elaboró el proyecto, además de la FC, también participaron representantes de los centros de Física Aplicada y Tecnología Avanzada, de Investigación en Energía, Ciencias en la Materia Condensada, Ciencias Físicas, Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, así como los institutos de Física y de Investigaciones en Materiales. En sus fases posteriores, ya que deberán incluirse pruebas de campo, evaluaciones técnicas y de factibilidad de las propuestas específicas de aplicación, no sólo esperan tener la colaboración de otros institutos de la UNAM, sino que también se plantea la posibilidad de transferir tecnología a empresas interesadas públicas o privadas. Este es un proyecto de largo plazo, que puede durar entre cinco y 10 años, en el que intervendrán grupos de investigación pertenecientes a 16 entidades universitarias.

El doctor Calles indica que no se limitarían únicamente a emplear la nanociencia para el desarrollo de catalizadores. En el futuro, se contemplan otras aplicaciones, como el tratamiento de aguas, fuentes alternativas de energía (por ejemplo, celdas de combustible), nanoelectrónica, desarrollo de sensores, biosensores y su aplicación en áreas como la biología o la medicina, entre otras.

De esta forma, se da un paso más para insertar a México en la carrera internacional hacia la conquista del mundo de lo minúsculo, buscando responder a la pregunta que, hace 45 años, lanzara Feynman a su atónito público: “¿Qué sucedería si pudiésemos organizar los átomos, uno por uno, en la forma que queremos?”.

Las otras repercusiones de un sismo

Yolanda Rojas

Un sismo de gran magnitud es uno de los fenómenos naturales más dramáticos que se pueda experimentar, pues además de causar pérdidas humanas y materiales, en las personas deja una imborrable huella emocional y pone a prueba la capacidad de los países para realizar estrategias de prevención y mitigación de desastres.

Por fortuna en naciones como México, donde son frecuentes los temblores, hay varios grupos de investigación interesados tanto en entenderlos para explicarlos, como predecir cuándo ocurrirán.

Si bien es una tarea compleja, existe la teoría -- producto de ciertas evidencias físicas-- de que un sismo no sólo sacude a la Tierra, sino también altera las condiciones ambientales de su entorno. De ser así, a futuro los gobiernos podrán alertar oportunamente a la población y replantear sus acciones de seguridad nacional.

Mientras tanto, a raíz de un buen número de observaciones empíricas, científicos internacionales se han dado a la tarea de detectar y estudiar señales electromagnéticas y acústicas, a fin de asociarlas con la ocurrencia de eventos

telúricos, fallas directas y erupciones volcánicas. Por ejemplo, en el **Centro de Geociencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (CGEO-UNAM), con sede en Juriquilla, Querétaro**, un grupo multidisciplinario se ha unido para explorar esa posibilidad y, ante ello, creó un observatorio especializado en el análisis de micropulsaciones magnéticas (variaciones diminutas en el campo magnético de la Tierra), ionosféricas (pequeñas irregularidades en la densidad de partículas de la parte ionizada de la atmósfera terrestre) y sísmicas (movimientos geológicos imperceptibles).

El **doctor Román Pérez Enríquez**, director de esa dependencia, comenta en entrevista que el llamado Observatorio de Geoelectromagnetismo, el cual inició sus operaciones en junio de este año y fue inaugurado el pasado mes de agosto, es único en América Latina y tiene por objetivo encontrar señales precursoras que lleven a relacionar directamente emisiones electromagnéticas en las bandas ULF (frecuencia baja) y ELF (frecuencia extremadamente baja) con actividad tectónica. Esas son dos de las muchas ondas de radio que figuran en el amplio espectro electromagnético, el cual se vincula a la radiación solar y está formado por campos eléctricos y magnéticos que cambian rápidamente.

“La probabilidad de hallar precursores electromagnéticos y acústicos de terremotos ha sido ampliamente estudiada desde los puntos de vista teórico y experimental. Ahora, podremos analizar los datos obtenidos en el país y compararlos con observaciones de micropulsaciones geomagnéticas, ionosféricas y sísmicas capturadas en otros observatorios mundiales, además de contribuir a la formación de recursos humanos en un área poco explorada”, indica.

Para tal propósito, el grupo que labora en ese ambicioso proyecto está formado por seis doctores: José Arzate Flores (métodos electromagnéticos de exploración), Anatoly Kotsarenko (modelos de magnetosismología), José López Cruz Abeyro (física magnetosférica e instrumentación), Román Pérez (física solar y modelación), Ramón Zúñiga Dávila (sismología) y Peter Chi (física espacial), quienes cuentan con el apoyo académico de científicos de los institutos de Geofísica (IG-UNAM) y de Astrofísica, Óptica y Electrónica de Tonanzintla, Puebla, del Centro de Investigación en Materiales, de la Universidad Autónoma de Morelos y de la estadounidense Universidad de California (UCLA).

Tecnología de vanguardia

El Observatorio de Geoelectromagnetismo, montado en una caseta de siete por siete metros cuadrados ubicada en los terrenos del Centro de Geociencias, está conformado por tres unidades de investigación. La primera, que se unió a la red meridional McMac de la UCLA, es una estación de micropulsaciones magnéticas que consta de un sistema de sensores para el registro de señales de baja frecuencia, una tarjeta adquisidora de datos integrada a un amplificador y un magnetómetro principal.

La segunda es una estación sismomagnética y posee un par de magnetómetros (uno de ellos propiedad del IG-UNAM e instalado en la estación *Tlamacas* del volcán *Popocatepetl*) que, junto a un sismógrafo de referencia portátil, registra señales que puedan ser comparadas con otras magnéticas y sísmicas obtenidas por el Servicio Sismológico Nacional.

Por último figura la estación magnetotelúrica que, al apoyarse en tres sensores magnéticos (dos de componente horizontal y uno de vertical) y dos dipolos eléctricos para el registro de los campos geoelectrónicos integrados en un sistema magnetotelúrico, posibilita tener observaciones magnéticas, eléctricas y ambientales en diferentes sitios de interés. Como todos los equipos cuentan con su propio sistema global de posicionamiento (GPS) para el control del tiempo, también se ha construido una estación GPS encargada de recopilar las señales correspondientes, y se planea instalar otra meteorológica que mida el estado local del clima.

Pérez Enríquez informa que el nuevo espacio universitario no sólo será patrón de referencia para la investigación de frontera en las áreas mencionadas, sino además formará parte de la red mundial de observatorios magnéticos y complementará al actual observatorio geomagnético de Teoloyucán, Estado de México, lugar que entre los años de 1999 y 2001 detectó cinco eventos de micropulsaciones magnéticas 14 y 30 días antes de la ocurrencia de temblores importantes en el país.

Con esos y otros datos, “haremos experimentos y la modelación teórica que explique o no la existencia de efectos electromagnéticos asociados con actividad tectónica en el sistema litosfera-ionósfera (corteza terrestre y región ionizada), los cuales pueden ser útiles para entender desde el impacto de la actividad solar sobre la Tierra, hasta predecir sismos de gran magnitud”, concluye.

Ingeniosa forma para preservar arrecifes coralinos

***Anastazia T.Banaszak**

Mucha gente piensa que un coral es sólo una piedra sin vida porque no se mueve. Pero, en realidad, es parte animal, alga y piedra. Los corales tienen un esqueleto de carbono de calcio que se adhiere al arrecife para que las corrientes y las olas marinas no los desprendan. La rapa del esqueleto es un tejido delgado donde viven muchos pólipos como flores y, dentro del cual, se encuentran millones de pequeñas células sencillas similares a plantas que usan la energía del Sol para convertir dióxido de carbono y agua en carbohidratos (azúcares) y oxígeno. De esta manera, el coral usa los carbohidratos como alimento.

Si esos animales permanecen fijos en el fondo del mar, entonces, ¿cómo se efectúa su reproducción si no pueden encontrarse con otros individuos de la misma especie? Sencillo, muchas especies de corales liberan sus gametos (óvulos y espermatozoides) sincrónicamente cada año. Por primera vez, en 1982 biólogos australiano hallaron que muchos corales del *Arrecife de la Gran Barrera* (el más grande del mundo porque se extiende 2 mil 300 kilómetros sobre las costas de Australia) desovaban días después de la luna llena y por varias noches durante el verano cuando la temperatura del agua era más alta.

El desove masivo de esos y otros organismos que viven en el arrecife también se ha avistado en El Caribe, de seis a ocho días después de la luna llena y durante los meses de agosto, septiembre y octubre. Mientras que en México, se ha observado frente a Puerto Morelos y Cozumel en Quintana Roo; incluso, en los primeros días de octubre de 1999 por primera vez se vio la reproducción de los corales en el acuario *X'caret*.

Muchas especies de corales liberan sus gametos masculinos y femeninos juntos, y otros sólo óvulos o espermatozoides. Cualquiera de las dos formas se considera una parte muy importante en sus ciclo de vida, por lo que es necesario estudiar los factores que afectan este proceso anual de reproducción y así entender mejor el ecosistema de los arrecifes coralinos. Además, este fenómeno proporciona rápidamente un acceso a grandes cantidades de gametos y plánulas en el desarrollo experimental de los corales, pero puede ser también peligrosos para el buen éxito de la reproducción si las condiciones durante la fertilización no son favorables.

Por ejemplo, algunos biólogos consideran que las altas temperaturas del agua registradas durante 1998 condujeron a un evento global de blanqueamiento de los corales (cuando pierden sus algas) con consecuencias a largo plazo. El desarrollo de los óvulos implica aproximadamente seis meses antes del desove y más tarde el de los espermatozoides, dado que no se requiere tanta energía para producirlos. Sin embargo, es probable que la energía que normalmente necesitan para producir gametos, haya sido utilizada durante ese año para reparar el daño causado por el blanqueamiento.

En tanto, en 1999 no hubo desove en los corales de Puerto Morelos, pero sí en el Parque *X'caret*, donde se observaron los acuarios durante las primeras horas de la noche. Alrededor de las 23:00 hrs. Se recibió el aviso de que pólipos de una colonia de *Montastraea annularis* estaba liberando unas protuberancias pequeñas y rosadas (paquetes de óvulos) que salían por las bocas de los pólipos y flotaban en el agua, de ahí que se inició su recolección en el estanque. Para ello, fue preciso permanecer flotando pro encima de las colonias y ve que los paquetes de óvulos se encontraban en el interior de los pólipos, en las cercanías de sus bocas, como si esperaran alguna señal para salir. De repente, toda la colonia liberó las protuberancias simultáneamente.

En el mar, cuando las protuberancias alcanzan la superficie se rompen con la solas, liberan los gametos y se efectúa la fertilización. Después, los embriones (plánulas) nadan por unos días buscando un lugar adecuado para fijarse. Como la supervivencia de los arrecifes coralinos depende del éxito del reclutamiento de las plánulas entre arrecifes individuales y circundantes, nuestro laboratorio no sólo tiene interés en aprender más sobre ese singular ciclo de vida, sino estudiar aquellos factores (temperatura, radiación ultravioleta y condiciones de calma de agua) que impactan en su crecimiento y sustentabilidad.

***La autora es especialista en arrecifes de coral e investigadora de la Unidad Puerto Morelos del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México.**