

*La genética humana en México.*  
*El papel de las agrupaciones científicas*  
*y las instituciones públicas*

**Wilphen Vázquez Ruiz**

Directora de Tesis Dra. Ana Cecilia Rodríguez de Romo



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.

A la **Universidad Nacional Autónoma de México**. *Alma mater* con la que siempre estaré comprometido y en deuda.

A mi familia toda por su amor y apoyo, plenos e incondicionales.

A Jennifer, por todo lo que me brinda.

A mis amigos, hermanos y hermanas cuya presencia ha sido fundamental en momentos clave.

A la memoria  
por que subsiste en las palabras  
y subyace en cada imagen.

## **Agradecimientos**

Siempre he considerado que la Ciencia, lo mismo que la Historia, no puede entenderse sino como un trabajo en el convergen una serie de esfuerzos que muchas veces no provienen solamente de quien sustenta la autoría de una investigación. Muchas han sido las personas que han colaborado para la elaboración de este trabajo al brindarme su ayuda ya sea al proporcionar información, sugerir alguna lectura o revisar la estructura y análisis de lo aquí expuesto.

Por lo anterior agradezco a cada una de ellas lo que ha compartido conmigo disculpándome por no mencionar de manera particular a cada una esperando que mi omisión los incluya a todos, aunque de manera particular a la Dra. Ana Cecilia Rodríguez por la paciencia inmerecida que en más de una ocasión tuvo para conmigo, y a Roberto Velasco Corona por razones que, aunque no iguales, son semejantes.

*La interpretación de nuestra realidad con esquemas ajenos  
sólo contribuye a hacernos cada vez más desconocidos,  
cada vez menos libres,  
cada vez más solitarios*

Gabriel García Márquez

Hace seis años, con la frase arriba expuesta, inicié una disertación semejante a la que ahora presento. Mucho ha cambiado en el horizonte de mi vida durante este periodo a partir de encuentros y olvidos, lejanías y aproximaciones con diversas personas, una de las cuales me ha recordado la calidez y hermosura de las cosas simples. Sin embargo, no es la circunstancia de los individuos como la de la sociedad aquello que denota la realidad plena.

La hidra que nos abraza tiene cabezas tan diversas como hirientes: 40 millones de individuos en una pobreza que va del umbral a lo extremo; bosques arrasados; millones de migrantes que se exilian en la búsqueda de mejores condiciones de vida ante una tierra yerma que poco o nada puede ofrecerles y un desarrollo científico que se enfrenta cada vez a más limitantes. A ello se suman, entre muchas otras, los fantasmas de la ignorancia, intolerancia y el temor en un futuro que pudiera estar marcado por el odio que puede resultar de ignorar nuestra propia historia.

¿Es acaso que estamos condenados a repetir la misma añeja e hiriente dinámica que sólo ha contribuido a hacernos cada vez menos libres, cada vez más solitarios? Difícil parece responder que no ante el peso aplastante de la realidad. Sin embargo, sin importar las condiciones en que se desarrolla una sociedad ésta puede verse condicionada mas no marcada por un destino inalienable.

El estudio de la ciencia contemporánea no basta para transformar una realidad adversa. Empero, puede ofrecer elementos mediante los cuales interpretarla y, acaso, transformarla partiendo de que sólo a través del pensamiento histórico podremos llegar a puertos donde la ciencia y la sociedad marchen juntas al lugar deseado. Espero que estas líneas contribuyan a ello.

Wilphen Vázquez Ruiz  
Agosto, 2006.

# Índice

**Introducción p. 7**

## **I.- Elementos para la comprensión de la genética y el proceso de su desarrollo**

**histórico p. 13**

I.1.- Una duda constante: el origen y la evolución de la vida p. 13

I.2.- Mendel, el primer “genetista” p. 14

I.3.- Los mecanismos de la herencia y la evolución de las especies p. 15

I.4.- El ADN, la clave de la vida p. 17

I.5.- Una estructura compartida, una posible intervención p. 21

I.6.- EL Proyecto Genoma Humano p. 23

I.7.- En el umbral de una revolución científica p. 26

## **II. La genética en México, primeras áreas e instituciones p. 30**

II.1- Inicios de la genética en México p. 31

II.2.- Programa de Genética y Radiobiología, un paso hacia la diversificación de la genética en México p. 36

II.3.- Impactos del Programa de Genética y Radiobiología p. 40

II.3.a- Escuela Nacional de Ciencias Biológicas p. 41

II.3.b- La Universidad Nacional Autónoma de México p. 44

## **III.- La Sociedad Mexicana de Genética, primera agrupación científica de la especialidad p. 47**

## **IV.- La Asociación Mexicana de Genética Humana, una historia con ramificaciones p. 58**

**V.- Primera etapa de la genética humana en México 1949-1968 p. 69**

V.1.- Definiciones de genética: la medicina genética y la genómica p. 73

**VI.- Segunda etapa de la genética humana en México 1969-1987 p. 79**

VI.1.- Consejo Nacional de Especialistas en Genética Humana p. 86

VI.2.- Servicios: asesoramiento genético y tamiz de enfermedades hereditarias p. 91

VI.3.- Financiamiento p. 93

VI.4.- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología p. 94

VI.5.- Apoyos otorgados por el CONACYT a ciencia y tecnología p. 101

VI.6.- Medición de la producción científica p. 110

VI.7.- Metodología p. 118

VI.8.- Bases de datos Artemisa y REVSA p. 119

VI.9.- Base de datos de la Web of Science p. 120

**VII.- Tercera etapa de la genética humana en México, 1988-2003 p. 125**

VII.1.- Núcleo de Estudios Interdisciplinarios de Salud y Derechos Humanos p. 126

VII.2.- Comisiones nacionales de Bioética y del Genoma Humano p. 128

VII.3.- Centro Nacional de Medicina Genómica p. 131

VII.4.- Sociedad Mexicana de Medicina Genómica p. 135

VII.5.- Consorcio Promotor del Instituto de Medicina Genómica p. 137

VII.6.- El Colegio de Bioética p. 140

**VIII.- Cuarta etapa de la genética humana en México p. 144**

**IX.- Conclusiones p. 149**

**Bibliografía consultada p.170**

**Glosario p. 175**

**Cronología básica para el desarrollo de la genética humana p. 179**

# Introducción

Probablemente la ciencia es la actividad más estrechamente ligada a la transformación de las sociedades. Ya sea en lo material o en el terreno de las ideas, el saber científico muestra el carácter plural y dinámico del quehacer humano y la forma en que éste se ha transformado con el transcurrir del tiempo. Desde mediados del siglo pasado esta transformación ha sido vertiginosa en ámbitos como el de la física, química, informática y por supuesto la biología, una de cuyas ramas, la genética, daría pie a una revolución que afectaría no sólo la forma de hacer ciencia sino a la manera en que el ser humano se concibe a sí mismo ya como sujeto investigador ya como sujeto cognoscente.

El tema de la genética suele despertar posiciones encontradas ya por la fascinación que produce o por el recelo que provocan sus posibles aplicaciones ante la posibilidad de que éstas derivasen en prácticas discriminatorias.

En nuestro país como en el resto del mundo la genética ha tenido una vida relativamente corta. Empero, su rápido desarrollo le ha llevado a jugar un papel protagónico en la investigación biológica, biomédica y en la práctica clínica.

El presente trabajo aborda algunas de las inquietudes relacionadas con el desarrollo de una rama particular de esta ciencia, la genética humana, en lo referente al proceso mediante el cual dicha rama del conocimiento fue introducida, establecida e impulsada en nuestro país. Lo anterior surge no sólo de un interés personal sino de la necesidad que existe por abordar el desarrollo de la ciencia contemporánea. Debe mencionarse que a pesar de que la Historia de la Ciencia ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años,

los temas contemporáneos de las ciencias han sido poco abordados por investigadores provenientes de las áreas humanísticas en general y prácticamente ignorados por los historiadores, los estudios existentes en su mayoría pertenecen a profesionales de las ciencias biológicas. Es así que en la historiografía son pocos los trabajos referentes a las etapas de desarrollo de la genética en nuestro país. Entre ellos destaca la tesis doctoral de Adolfo Olea Franco, *One Century of Higher Agricultural Education and Research in México (1850s-1960s), with a Preliminary Survey on thr Same Subjects in the United States*, la cual probablemente es el mejor estudio sobre el inicio e instauración de la genética vegetal en México, primera rama de esta ciencia en ser introducida en nuestro país. Dicho trabajo aborda, entre otros temas, el proceso mediante el cual tuvo lugar la Revolución Verde así como algunas de sus repercusiones sobre el agro mexicano y el papel que diferentes instituciones tuvieron en ello.

Otro de los pocos estudios con los que se cuenta y que debe ser mencionado es *La genética en México. Institucionalización de una disciplina*, Ana Barahona et. al, en el que se abarca no sólo la introducción de la genética vegetal en nuestro país sino los primeros pasos de la genética en áreas diferentes a la vegetal con el Programa de Genética y Radiobiología adscrito a la Comisión Nacional de Energía Nuclear.

Además de estos trabajos existen unas cuantas tesis a nivel licenciatura y posgrado en el área de biología, los cuales tratan de manera marginal la historia de los conceptos de la genética dejando de lado el proceso de institucionalización, tema central de la presente investigación, y aspectos como la producción científica y la formación de consejos, comisiones o servicios reguladores que también son abordados aquí.

Dado que el objetivo principal de nuestro trabajo es el estudio de la genética humana en el país, es necesario mencionar las investigaciones de autores como Salvador Armendares Sagrera y Rubén Lisker quienes, en diferentes artículos, dan cuenta de los primeros pasos en el proceso de institucionalización de esta disciplina aunque con una profundidad más bien limitada.

También dentro de la historiografía sobre genética destaca la obra de Juliana González, *Genoma humano y dignidad humana*, misma que aborda la historia de la genética a grandes rasgos centrandose su estudio en algunas de las discusiones en el campo de la ética referentes a la manipulación de la información genética y al origen ontológico de la condición humana.

Dicho lo anterior, sustentamos que los aportes de esta tesis se basan en los siguientes puntos: 1) Es la primera investigación referente al inicio, desarrollo e institucionalización de la genética humana en México; 2) Incluye parámetros contemporáneos para el análisis de la ciencia como lo son el Índice de Factor de Impacto, la importación de Bienes de Alta Tecnología, el Acervo de Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología y la Balanza de pagos tecnológica, entre otros indicadores, auxiliándose para ello de diferentes bases de datos; 3) Aborda una temática de la historia contemporánea generalmente evitada por los historiadores.

La investigación se divide en nueve capítulos. El primer capítulo está dedicado a explicar algunos de los conceptos básicos de la genética así como la historia de la misma. Con ello se pretende tener un marco de referencia que nos permita entender los componentes de la genética como una ciencia independiente, y porque se considera que su

surgimiento dio lugar a una revolución científica que sugiere grandes transformaciones en las sociedades contemporáneas.

El segundo capítulo aborda las primeras áreas de trabajo e instituciones a través de las cuales se introdujo la genética en México. De manera particular en este apartado se trata el desarrollo de la genética vegetal en diferentes instituciones gubernamentales y la relación de aquella con la llamada Revolución Verde así como el impacto de ésta en el agro nacional. También se explica la manera en que algunas instituciones gubernamentales incorporaron a su campo de acción investigaciones en áreas distintas a la genética vegetal.

Los capítulos tres y cuatro abordan, respectivamente, las dos primeras agrupaciones científicas que fungieron como espacios para la difusión y divulgación de los conocimientos en genética humana, nos referimos a la Sociedad Mexicana de Genética y la Asociación Mexicana de Genética Humana. En ambos apartados se estudia la forma en que surgieron estas dos agrupaciones así como algunos detalles de su estructura y organización. Igualmente se contempla la relación que guardan con la formación de recursos humanos y algunas redes de colaboración científica.

Los siguientes cuatro capítulos versan sobre las distintas etapas de desarrollo de la genética humana en México. Éstas han sido definidas con base en un criterio cronológico que contempla sucesos notables como el inicio y evolución de una agrupación científica, programas de estudio o el de instituciones relacionadas con la investigación médica. Así pues el capítulo quinto, referente a la primera etapa de la genética humana en nuestro país, esboza cuales fueron los primeros trabajos realizados en esta rama del conocimiento. Así mismo define algunos términos nuevos y que ahora son de uso común en las etapas

subsecuentes (citogenética, la genética y algunas de sus divisiones, así como la medicina genética y la genómica, entre otros términos).

El sexto capítulo abarca los mecanismos mediante los cuales el Estado formó recursos humanos especializados en genética médica, ya fuera a través de espacios para la investigación o en aquellos destinados a la enseñanza. Se incluyen algunos de los aspectos relacionados con el quehacer científico, cuya existencia rebasa la mera división cronológica que aquí se propone. De tal forma se analizan aspectos como el financiamiento, el establecimiento de programas de estudio y de atención médica; la manera en que se expresa la productividad de la comunidad científica en México en relación con indicadores como el Índice de Factor de Impacto, el porcentaje del Producto Interno Bruto destinado a ciencia y tecnología, el número de becarios apoyados por el CONACYT y la balanza tecnológica de México con respecto a otros países, entre otros factores.

El séptimo capítulo explica el papel de diferentes instancias tales como el Núcleo de Estudios en Salud y Derecho, la UNAM, las comisiones nacionales de Bioética y del Genoma Humano, el Colegio de Bioética, la Sociedad Mexicana de Medicina Genómica y Funsalud, en el establecimiento del Centro Nacional de Medicina Genómica. Aquí también se exponen las razones por las cuales dicho centro no entró en funciones, y la forma en que se reestructurarían estos esfuerzos para dar origen al Instituto Nacional de Medicina Genómica, sobre el cual se habla en el capítulo octavo.

Las conclusiones, (capítulo nueve), presentan una visión sumaria de los capítulos anteriores con una reflexión sobre los alcances en el proceso de institucionalización de la genética humana en nuestro país, considerando a su vez las perspectivas de desarrollo.

Debido a la naturaleza de este trabajo, la recopilación de datos e informes fue posible en algunos rubros gracias a la participación de los siguientes investigadores: Elisa Alonso Vilatela, Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía Manuel Velasco Suárez; Salvador Arrendares Sagrera, Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM; Hugo Barrera Saldana, Asociación Mexicana de Genética Humana; Sonia Canún Serrano, Consejo Mexicano de Genética, A. C.; Susana Kofman Epstein, Hospital General de México; Rubén Lisker Yourkowsky, Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán; Marcia Muñoz de Alba (q.e.d.), Instituto de Investigaciones Jurídicas, UNAM; Emilio Pimientel Peñaloza, Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; Fabio Salamanca Gómez, Centro Médico Nacional.

Por último debo señalar que las citas y referencias vertidas en este trabajo, así como la interpretación y uso de las mismas, son responsabilidad del autor.

# **I.- Elementos para la comprensión de la genética y el proceso de su desarrollo histórico.**

## **I.1.- Una duda constante: el origen y la evolución de la vida**

Para abordar la genética conviene revisar el proceso mediante el cual el ser humano pretendió contestar algunas de las interrogantes relacionadas con el origen de la vida. Ante la eterna pregunta que el ser humano se ha planteado sobre su origen, han surgido diferentes explicaciones que van desde lo mágico y religioso hasta lo científico.

Si nos guiamos por el pensamiento lógico estableceremos que la inquietud del ser humano ante estas interrogantes se gestó mucho antes de que la ciencia tuviera un método científico moderno; baste con decir que ya en el siglo VI de nuestra era, Anaximandro de Mileto había pensado que el ser humano había nacido a partir de animales de otra especie; Empédocles de Agrigento, siglo V a.n.e., consideró que los órganos del hombre, antes separados, habían sido unidos por medio del amor, en lo que esbozaba una idea de selección natural; Aristóteles, siglo IV a.n.e., consideraba que la vida había surgido de manera espontánea; Lucrecio, siglo I a.n.e., llevó a cabo una descripción de la lucha por la vida.<sup>1</sup> La idea del evolucionismo comenzó a desarrollarse de manera más racional a partir del siglo XVII cuando filósofos y científicos como Van Helmoth, Harvey, Descartes y Newton, consideraron que el surgimiento de la vida radicaba en la generación espontánea, lo cual no entraba en choque con la concepción cristiana sobre el origen de la vida.

---

<sup>1</sup> Stephen F. Mason, *Historia de las ciencias. I. La ciencia antigua, la ciencia en oriente y en la Europa medieval.*

Tanto las interrogantes sobre el origen de la vida como aquellas sobre la manera en que las especies se diferenciaban unas de otras ha estado presente desde épocas remotas sin embargo, fue durante el siglo XIX que algunas de estas interrogantes comenzaron a tener respuesta. En este proceso destacamos a Gregor Mendel y a Charles Darwin.

## **I.2.- Mendel, el primer “genetista”**

¿Quién fue Gregor Mendel? Monje agustino y botánico alemán, Mendel estudió ciencias naturales en Viena hacia mediados del siglo XIX; produjo un par de artículos, en 1868 y 1869, donde dio cuenta de los resultados que obtuvo tras 14 años de experimentación con 34 variedades de chícharos, estableciendo con ello dos leyes para explicar la herencia de caracteres.

La primera ley señala que de dos peculiaridades contrarias poseídas por dos razas, la híbrida o mestiza sólo representa una de sus progenitoras, pero de tal forma que no se distingue de sus padres, entendiéndose con ello que no existen las condiciones intermedias; en la segunda ley, Mendel afirmó que en la formación de los individuos las dos peculiaridades antagonistas se segregan, por lo que cada organismo lleva una u otra mas no ambas, resultando así que en la segunda generación de mestizos cada una de las cualidades o caracteres de los abuelos aparecerán en distintos individuos a razón de 75% en los caracteres dominantes y 25% en los caracteres recesivos. Para Mendel entonces, los padres heredaban a sus hijos factores particulados, o partículas, con los que se determinaban sus características; en otras palabras se refería a lo que hoy día conocemos como genes, es decir cada una de las partículas que condicionan la transmisión de los caracteres hereditarios.

Al presentar el resultado de sus investigaciones a la comunidad científica ésta mostró poco interés, por lo que Mendel sería redescubierto hasta 1900 por tres científicos de manera independiente y en diferentes países: H. De Vries en Holanda, Carl Correns en Alemania y Erich Tschermak en Austria.<sup>2</sup> La importancia de los trabajos realizados por Mendel, radica en sus aportaciones a los estudios relativos a la herencia de caracteres así como a la rama de la biología que con el devenir del tiempo tomaría el nombre de genética.

Mendel sería el primero en considerar a los caracteres biológicos como entidades que se transmiten de manera autónoma una de otra, pensando a los seres vivos como a un mosaico de transmisión hereditaria independiente. A diferencia de Mendel, otros científicos interesados por las ciencias de la vida, como lo fue Charles Darwin, se preocuparon más por entender la manera en que la herencia controlaba el desarrollo de los organismos y la evolución de las especies, que en la transmisión de caracteres heredados de una generación a otra.

### **I.3.- Los mecanismos de la herencia y la evolución de las especies**

Muchos de los conocimientos generados en las ciencias biológicas suelen estar asociados al concepto evolución y por ende al evolucionismo, por lo que conviene hacer un alto para comprender estos términos aún vigentes en el siglo XXI.

Aunque el evolucionismo comienza a desarrollarse en el siglo XVII, es durante el siglo XVIII cuando esta idea se vuelve un lugar común para los científicos de la época, pudiendo afirmarse que aquella es una de las aportaciones que el siglo de las luces legara al

---

<sup>2</sup> A. H. Sturtevant, "The Rediscovery", en *A History of Genetics*. Debe mencionarse que en el mismo año de

desarrollo científico. No obstante, fue durante el siglo XIX que las concepciones biológicas comenzaron a tomar forma a partir de la descripción de los seres vivos así como de sus hábitos, lo que se enmarcaba en la historia natural, pasando con el tiempo al análisis de las funciones orgánicas; con ello y de forma paulatina, la biología fue tomando un carácter propio como ciencia durante el siglo XIX. En esta centuria entonces, en el seno de la Biología se desarrollaron diferentes teorías sobre la evolución que culminarían con la teoría propuesta por Charles Darwin y Alfred Rusell Wallace, en 1859.<sup>3</sup>

El surgimiento de la teoría de la evolución acuñada por Darwin marcó una de las pautas más significativas, sino la mayor, para el desarrollo de las ciencias biológicas a partir de la segunda mitad del siglo XIX; el evolucionismo sería el tema que unificara a la botánica y a la zoología, enlazándose con la anatomía comparada, la embriología, la paleontología y otras disciplinas afines.<sup>4</sup>

---

1900, William Bateson (1861-1926), presentó un artículo en el que describió el trabajo de Mendel y la confirmación del mismo por de Vries.

<sup>3</sup> Aún cuando la paternidad de la teoría referente al origen de las especies fue concedida a Darwin, Alfred Rusell Wallace había llegado a las mismas conclusiones de manera independiente. El contacto entre ambos científicos los llevó a presentar de manera conjunta sus resultados. Debe mencionarse que Darwin no había dado a conocer su teoría a pesar de haber trabajado en ella con bastante anterioridad a Wallace, pues consideraba que no estaba desarrollada por completo, sin embargo, la presión ejercida por algunos de sus amigos y colegas ante el trabajo de Wallace, lo impulsaron a dar a conocer su trabajo de manera conjunta con aquél. Wallace por su parte reconocería la paternidad de Darwin en esta teoría

Los principales postulados de la teoría evolutiva propuesta por Darwin y Wallace pueden ser resumidos en cuatro puntos:

- a) El mundo no permanece estático, y en él, las especies evolucionan en forma tal que se originan, transforman y extinguen a través de una serie de mecanismos.
- b) El proceso evolutivo tiene lugar de manera gradual y nunca a través de saltos discontinuos o cambios súbitos provocados por cataclismo alguno, que pudiera terminar con las especies conocidas.
- c) Sobre la comunidad de dependencia, se postula que los organismos semejantes están emparentados, lo cual nos conduce a suponer la existencia de un antepasado común a todos los seres vivos.
- d) El cambio evolutivo que se presenta en las especies, no es el resultado de un impulso lamarckiano, es decir, por el deseo de las especies por cambiar, ni de una simple cuestión de azar, sino por lo que denominó como selección natural.

Con el tiempo, Darwin aceptaría dos puntos propuestos por Lamarck: a) los organismos pueden cambiar su forma, proporciones, color y actitud en respuesta a cambios específicos del medio ambiente; b) los caracteres así adquiridos por los individuos eran heredados a su descendencia.

<sup>4</sup> William Coleman, *La Biología en el siglo XIX*, p. 136. A esta cita de Coleman añadimos el hecho de que de la misma manera en que el evolucionismo conjuntó una serie de disciplinas en el área de las ciencias de la vida durante el siglo XIX, la genética desde mediados del siglo XX se ha encargado de conjuntar otras áreas

Con el paso del tiempo, los descubrimientos en el área de la genética validarían muchos de los postulados de Darwin. Ahora, estos descubrimientos rebasaron a la teoría de Darwin en virtud de que la “selección natural”, esgrimida por el científico inglés, puede ser reproducida de manera artificial con la manipulación del material genético contenido en las células. A partir de este apartado nos centraremos en algunos de los elementos que nos acerquen a los mecanismos de reproducción de la célula así como a la ingeniería genética.

#### **I.4.- El ADN, la clave de la vida**

Las interrogantes que plantean la evolución, el origen de las especies y la herencia han sido abordadas desde la época clásica, pero fue a partir de la segunda mitad del siglo XIX y la centuria siguiente, que logramos acercarnos de manera detallada a estos mecanismos de regulación. La sola mención de todos estos descubrimientos llenaría innumerables páginas, por lo que conviene centrarnos en cinco descubrimientos claves con los cuales podemos ilustrar el desarrollo de estas áreas del conocimiento, en camino al establecimiento de la biología molecular.

- Los descubrimientos de Gregor Mendel en torno a las leyes de herencia de caracteres y sus disertaciones sobre el concepto de gene como el elemento unitario donde reside la información para una determinada característica que los padres heredan a sus descendientes<sup>5</sup>

---

del conocimiento como la biología, química, bioquímica, física e informática, por citar algunas. *Vid.*, Ernest-Ludwig Winnacker, “Genoma humano; el plano de construcción de la vida”.

<sup>5</sup> *Vid.*, Francisco Bolívar Zapata, *La genética moderna: horizontes, discurso*. Cabe mencionar que si bien se atribuye a Mendel la paternidad de la ciencia de la genética., el monje austriaco no empleaba la palabra gene sino el término “factor hereditario”. Tocaría a Alfred Barring Garrod definir lo que era un gene a partir de sus investigaciones mediante las cuales proponía que los genes tenían una relación directa con la fabricación de proteínas. *Vid.*, Matt Ridley, *Genoma, la autobiografía de una especie en 23 capítulos*. En lo referente al término “genética”, éste sería acuñado por William Bateson en 1906, *Vid.* Ofelia Cortés Medina, *La genética en los planes y programas de estudio de la escuela secundaria, de 1964 a 1993*.

- El aislamiento del Ácido Desoxiribonucleico (ADN), por el médico Friedrich Miescher, en 1869, quien supuso que en estas moléculas podría encontrarse la clave para entender la herencia<sup>6</sup>
- La comprobación de la tesis anterior a partir de las investigaciones de C. T. Avery, C. M. MacLeod y J. MacCarty, quienes en 1944 verificaron que el ADN era la sustancia químico-biológica portadora de la información genética<sup>7</sup>
- El descubrimiento de la estructura molecular de la molécula de ADN llevado a cabo por J. Watson y F. Crick en 1953, con lo que se marcó el inicio de la biología moderna al incorporar las perspectivas de la física y la química a la biología
- La posibilidad de manipular la estructura del ADN una vez que Stanley Cohen y Herbert Boyer introdujeron un fragmento del ADN de un anfibio en el de una bacteria, dando pie al surgimiento de la ingeniería genética propiamente dicha<sup>8</sup>

Tomando en cuenta los descubrimientos señalados podemos observar de manera sucinta el proceso mediante el cual la bioquímica, es decir la biología entendida en términos químicos, se desarrolla a partir del siglo XIX para dar lugar a la biología molecular y ésta a su vez a la ingeniería genética caracterizada por ser un conocimiento interdisciplinario. En tanto que la bioquímica se preguntaba en sus inicios si la materia podía ser sintetizada por células vivas,<sup>9</sup> la biología molecular, al buscar desentrañar las funciones de las proteínas en el metabolismo necesariamente, se dirigió a los campos de la física, la química y la biología a nivel atómico o molecular.<sup>10</sup>

---

<sup>6</sup> Matt Ridley, *Genoma, la autobiografía de una especie en 23 capítulos*.

<sup>7</sup> Edna María Suárez Díaz, *Orígenes y repercusiones sociales de la ingeniería genética*, p. 10.

<sup>8</sup> Francisco Bolívar Zapata, *La genética moderna: horizontes*.

<sup>9</sup> Raúl Ondaranza, "Los inicios de la bioquímica y la biología molecular en México"

<sup>10</sup> Raúl Ondaranza, "El ADN, la clave de la vida antes y después de la doble hélice"

Hasta ahora hemos visto de manera muy general parte del proceso mediante el cual las ciencias de la vida conformaron diferentes explicaciones que durante la segunda mitad del siglo XIX y las primeras décadas del siglo XX, fueron confrontándose y complementándose; de hecho, podría decirse que hasta los inicios de la década de los 50 del siglo pasado, además de los descubrimientos de Oparin y Haldane sobre la formación de moléculas orgánicas, los conocimientos referentes al origen de la vida y los mecanismos mediante los cuales ésta se reproduce eran lo bastante limitados como para no dar pie a una nueva revolución científica. Habría que esperar al descubrimiento de la estructura molecular del ADN por James Watson y Francis Crick, dada a conocer el 28 de febrero de 1953,<sup>11</sup> en lo que para muchos representó la mayor aportación al campo de la Biología durante el siglo XX al unificar a la biología moderna.<sup>12</sup>

Para nuestros fines, es útil comprender la estructura del ADN presente en los dos tipos de células existentes en la naturaleza, así como algunos de sus principales componentes. En las células puede decirse que existen dos grados de evolución, considerándose como más primitivas a las denominadas procarióticas desprovistas de membranas internas y las células eucarióticas, más evolucionadas, en las que se presenta un núcleo bien diferenciado junto con otros organelos. En tanto que las células procarióticas se dividen por un proceso llamado amitosis, las eucarióticas lo hacen por mitosis.<sup>13</sup> Ambos procesos duplican a los cromosomas que contienen la información genética de cada célula. Los cromosomas son moléculas que contienen el material genético de una célula y se forman por ADN e

---

<sup>11</sup> Matt Ridley, *Genoma, la autobiografía de una especie en 23 capítulos*.

<sup>12</sup> Bolívar Zapata, *Op. Cit.*, p. 22.

<sup>13</sup> Benjamín Fernández Ruiz, *La reproducción de los seres vivos*, p. 8. A este respecto conviene añadir el hecho de que con excepción de las células germinales (ovogonias y espermatogonias), las cuales se reproducen por un mecanismo denominado meiosis en que se reduce el número de los cromosomas con que

histonas, es decir moléculas proteicas. El ADN a su vez está formado por cadenas de nucleótidos compuestas por un ácido fosfórico, un azúcar (desoxirribosa) y bases nitrogenadas que pueden ser púricas (adenina o guanina) o pirimídicas (tiamina o citosina). La unión de estas bases forma una estructura semejante a una doble hélice que en su parte exterior se cuenta con una secuencia ácido fosfórico-azúcar-ácido fosfórico-azúcar que se repite innumerablemente; en la parte interior de la molécula se ubican las bases nitrogenadas unidas por puentes de hidrógeno.<sup>14</sup>

¿Por qué resulta tan importante la estructura del ADN? Por que todas las células de un organismo tienen la misma secuencia de bases nitrogenadas y todas, o prácticamente todas las formas de vida conocidas, comparten la misma estructura en su material genético.<sup>15</sup> Dicha estructura permite que al ADN sea autorreplicativo en el momento de la división celular por lo que cada célula cuenta con el mismo número de cromosomas con el que contaba la célula madre, permitiendo así que la síntesis de proteínas pueda ser dirigida por los genes.

---

cuenta la célula madre a la mitad, el resto de las células de un individuo, eucarióticas todas ellas, se divide por el proceso de la mitosis *Vid.* Rubén Lisker y Salvador Armendares, *La genética y usted*.

<sup>14</sup> Rubén Lisker y Salvador Armendárez, *Op. Cit.*, p 23.

<sup>15</sup> Conviene mencionar que hasta ahora, con excepción de algunos protozoos ciliados, el código genético es el mismo para todas las criaturas, *Vid.*, Matt Ridley, *Genoma, la autobiografía de una especie en 23 capítulos*, p. 34.

## **I.5.- Una estructura compartida, una posible intervención**

En virtud de que la estructura del ADN es compartida por todas las formas de vida<sup>16</sup> el ser humano ha buscado la manipulación de la información genética en diferentes seres vivos a fin de obtener ventajas diversas. En este apartado mencionaremos algunas de ellas. Actualmente podemos dividir la tecnología recombinante del ADN en tres grandes rubros: genética vegetal, genética animal y genética humana. Cada una de ellas trabaja a nivel celular y molecular, razón por la cual podemos obviar para los fines de este estudio la tecnología recombinante del ADN en organismos unicelulares.

En lo referente a la ingeniería genética vegetal, ésta fue la primera de las tres tecnologías recombinantes del ADN en ser introducida a nuestro país. Si bien la genética en la agricultura se nombraba en el discurso político desde la década de los 20 del siglo XX, los impulsos a la agricultura serían significativos a partir de la última etapa del gobierno de Lázaro Cárdenas y la década de los 40<sup>17</sup> cristalizando en lo que más adelante se conoció como la “Revolución verde”, dirigida por el gobierno mexicano y la Fundación Rockefeller, en razón de un incremento sin precedentes en la producción agrícola.

Si bien la mayoría de los autores proponen a la “Revolución Verde”, como el inicio o el punto de partida para la introducción de la genética en México, podemos considerar que ésta no puede ser tomada como el hecho que introdujo a la genética vegetal en nuestro país, en virtud de que esta revolución no se basó en la manipulación del ADN, sino en la

---

<sup>16</sup> Debe señalarse que aún cuando en algunas formas inferiores de vida, como lo pueden ser algunos virus en los que el material genético no está conformado por ADN sino ARN, puede afirmarse que el código genético es “universal” en tanto que las bases púricas y pirimidínicas, así como la estructura de doble hélice que lo forman, son las mismas para todas las formas de vida.

<sup>17</sup> Ana Lilia Gaona Robles, *La introducción de la genética en México*.

selección de granos, en la producción de abonos nitrogenados y maquinaria agrícola.<sup>18</sup> No obstante, dicha revolución sí puede tenerse como un antecedente directo de una de las primeras tecnologías recombinantes del ADN que llegarían a nuestro país.

Actualmente, la ingeniería vegetal ha logrado la producción de diferentes organismos genéticamente modificados, algunos de ellos transgénicos. La diferencia entre ambos está en que los genéticamente modificados incorporan el material de otras plantas, en tanto los transgénicos hacen lo mismo con organismos muy diferentes como lo puede ser una bacteria. Debe señalarse que esta es la rama de la ingeniería genética con mayor desarrollo y que nos ha permitido contar con plantas resistentes a la acción de herbicidas, al desarrollo de enfermedades, al ataque de insectos, lo que resulta en beneficios obvios para el ser humano. Empero estos mismos organismos conllevan a riesgos elevados para los ecosistemas, al no haber sido estudiadas a fondo las posibles repercusiones de su liberación en el medio ambiente.<sup>19</sup>

En lo referente a la introducción de la genética animal, al igual que con los vegetales, los antecedentes de la aplicación de las tecnologías de recombinación del ADN pueden ubicarse en las prácticas de selección artificial. Mediante éstas se creaban variedades de diferentes animales con características específicas. Sin embargo, el primer protocolo para generar animales transgénicos, fue aplicado en ratones al iniciar la década de los 80 del siglo pasado.<sup>20</sup>

---

<sup>18</sup> Simplificando, podría decirse que a pesar de las repercusiones positivas o negativas que la Revolución Verde trajo para el agro mexicano, y más aún para los pequeños productores, lo cierto es que ésta se basaba en un principio de selección artificial a fin de lograr variedades de plantas como el trigo, no sólo más productivas sino más resistentes a condiciones adversas o a enfermedades.

<sup>19</sup> María Eugenia Salcedo Vallejo, *Ingeniería genética: historia, importancia, aplicaciones y controversias*.

<sup>20</sup> *Ibid.*

El caso de los ratones transgénicos ilustra de manera clara el alcance que tienen las investigaciones y la manipulación de secuencias del ADN. Con estos mamíferos actualmente se estudian las funciones de genes específicos; la forma en que interactúan al presentarse enfermedades diversas, genéticas o no, así como la producción de hormonas o las implicaciones que se presentan a partir de mutaciones específicas en ciertos segmentos del material genético. Cabe señalar que las investigaciones que se realizan con base en los ratones transgénicos no sólo pueden ser aplicadas para mejorar el rendimiento de la ganadería comercial, sino en el desarrollo de curas para enfermedades que afectan al ser humano como el cáncer, la diabetes o la fibrosis quística, por sólo citar algunas.

Una vez que hemos llegado a la posibilidad de manipular ciertos genes dentro de las estructuras celulares de los animales, el siguiente paso buscado por el ser humano se ha cifrado en el conocimiento y posible manipulación del genoma de nuestra propia especie.<sup>21</sup>

## **I.6.- El proyecto Genoma Humano**

Las investigaciones en el campo de la genética, y de manera particular en el campo de la genética humana con el Proyecto Genoma Humano (PGH), nos sitúan en el umbral de una revolución científica con repercusiones sociales y culturales inminentes.

Si bien el PGH inició en 1990, los antecedentes científicos y tecnológicos de la genética se remontan a la década de los treinta con el desarrollo de la biología molecular, rama de la biología encargada de estudiar los fenómenos biológicos a nivel atómico y/o

---

<sup>21</sup> El genoma se define como el conjunto de moléculas que guardan toda la información para la herencia de caracteres de un individuo la cual es contenida en los genes. La expresión de estos es estimulada o inhibida de acuerdo con las condiciones materiales y medio ambientales que rodean al sujeto.

celular. De acuerdo con Raúl N. Ondarza<sup>22</sup> esta rama de las ciencias de la vida pasa por tres etapas:

- a) El Periodo Romántico: éste inició hacia 1935 con las reflexiones que Max Delbruck hiciera sobre la genética, al intentar explicar la dualidad, la estabilidad y el cambio de gene.
- b) El dogmático: va desde 1953 a 1963, siendo dominado por los trabajos de J. Watson y F. Crick al establecer la estructura de la doble hélice y enunciar el dogma central sobre las funciones del ADN y el ARN. En este periodo Francis Jacob y Jacques Monod ampliaron su teoría con los trabajos sobre el represor, el ARNm y el operón.
- c) Un periodo académico a partir de 1963, correspondiente a la estabilización de este campo de la investigación científica.

Podemos agregar un cuarto periodo a esta clasificación el cual inicia en la década de los 70 con dos hechos particulares; por un lado está el descubrimiento de las enzimas de regulación llevado a cabo por Aeber, Smith y Hamilton;<sup>23</sup> por el otro está la alteración del ADN de una bacteria al que le fue incorporado el de una rana, lo que daría inicio a la ingeniería genética.<sup>24</sup>

A medio siglo de distancia del descubrimiento de la estructura de doble hélice del ADN, las investigaciones en el campo de la genética se dirigen a conocer los mecanismos mediante los cuales la información genética en las células animales y vegetales puede ser manipulada. Para el caso de nuestra propia especie, el Proyecto Genoma Humano (PGH)

---

<sup>22</sup> Raúl N. Ondarza, “El ADN, clave de la vida, antes y después de la doble hélice”.

<sup>23</sup> Las enzimas son catalizadores biológicos que constituyen el grupo de moléculas más extenso y más especializado responsables de las reacciones químicas celulares. Las enzimas representan los productos más importantes de los genes contenidos en el ADN. En lo tocante a las enzimas de regulación o alostéricas, éstas son sumamente importantes para la regulación del metabolismo celular toda vez que están encargadas de activar o inhibir la síntesis protéica. *Vid.*, De Robertis y Robertis, *Biología celular y molecular*.

surge en 1990 de manera oficial con la colaboración internacional de diferentes países con el objetivo de leer el mensaje genético repartido en los 23 pares de cromosomas con los que contamos. Los antecedentes más inmediatos del PGH se remontan a 1984, cuando el Departamento de Energía de Estados Unidos se interesó por las mutaciones que se habían presentado en los sobrevivientes de las ciudades de Hiroshima y Nagasaki. El Proyecto Genoma Humano cuenta con la participación de científicos provenientes principalmente de Estados Unidos, Inglaterra y Francia; otros países europeos y asiáticos tuvieron participación en este proyecto mas no así ningún país subdesarrollado.<sup>25</sup>

El Proyecto Genoma Humano ha visto el adelanto de algunas de sus metas como lo fue el dar a conocer dos secuencias completas de un cromosoma humano en el año 2000, lo cual estaba previsto para 2005.<sup>26</sup> Los adelantos logrados por el Proyecto abren nuevas posibilidades para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades y trastornos ligados a los genes.

En nuestro país ha sido posible realizar de manera exitosa y competitiva investigaciones encaminadas a conocer la secuenciación del material genético de algunos organismos inferiores como las bacterias. Empero, en el caso de las investigaciones sobre el genoma humano no se ha contado con la misma suerte; de cualquier forma existen

---

<sup>24</sup> Vid., Francisco Bolivar Zapata, *La genética moderna: horizontes, discursos*.

<sup>25</sup> Ruy Pérez Tamayo, “La mitología del genoma humano”. Conviene confrontar el artículo de Ruy Pérez Tamayo con los de otros autores en los que se observa que algunos científicos de países subdesarrollados participaron en el PGH, aunque lo hicieron adscritos a las instituciones de los países que tuvieron en sus manos el diseño, financiación y desarrollo del Proyecto. Un ejemplo de lo anterior puede ser Gerardo Jiménez Sánchez, otrora presidente del Consorcio Promotor para el Instituto de Medicina Genómica en México y ahora director de dicho instituto. Este científico participó en el PGH como miembro del grupo de investigadores adscritos al McKusick-Nathans Institute of Genetic Medicine, de la Johns Hopkins University en Baltimore, E. U. Vid., Ana Cecilia Rodríguez de Romo, “Medicina y salud”.

<sup>26</sup> En febrero del año 2000 se dio a conocer la primera de dos secuencias completas de un cromosoma humano, meta que estaba provista para el año 2005. Vid., Elizabeth Aguilar Alaniz, *et. al.*, “Proyecto genoma humano; perjuicios y beneficios”.

numerosos investigadores quienes desarrollan esta área del conocimiento biológico al amparo de diferentes instituciones públicas relacionadas con la institucionalización de esta rama del quehacer científico, aspecto que constituye el principal objeto de estudio de la presente investigación.

### **I.7.- En el umbral de una nueva revolución científica**

En febrero de 2000 se dieron a conocer los resultados en la investigación de dos secuencias completas de ADN las cuales fueron publicadas en las revistas *Science*, en Estados Unidos, y *NATURE*, en el Reino Unido. Para la obtención de estos resultados intervinieron cerca de 12,000 investigadores y técnicos de diferentes países.<sup>27</sup> Frecuentemente se escucha decir que el desarrollo de la genética significa una nueva revolución en el conocimiento científico, por lo que necesitamos aclarar entonces qué entendemos por “revolución” y si en el caso de la genética aquella se da en la ciencia o la tecnología.

Iniciemos señalando que a la fecha resulta difícil establecer una distinción entre el ámbito propio de la ciencia y el de la tecnología a tal grado que ambas son consideradas como partes de una misma entidad;<sup>28</sup> En lo que se refiere al concepto “revolución”, el término ha experimentado un proceso evolutivo mediante el cual ha pasado de ser entendido como una vuelta a las condiciones originales, hasta la concepción actual en la que se le considera como un rompimiento con una serie de parámetros establecidos a partir del desarrollo de la ciencia moderna. Actualmente una revolución en el campo de la ciencia

---

<sup>27</sup> Ruy Pérez Tamayo, “La mitología del genoma humano”.

presupone una serie de transformaciones continuas y significativas en el campo del conocimiento.<sup>29</sup>

En lo que se refiere a la ciencia tomamos como punto de partida la definición que Thomas S. Kuhn hace del término “revolución científica”. Entenderemos a ésta como el rompimiento de una comunidad con los paradigmas científicos hasta ese momento prevalecientes, una vez que distintas anomalías no han logrado ser explicadas por el paradigma vigente.<sup>30</sup> Si bien el esquema ofrecido por Kuhn se aplica mejor a las ciencias físicas que a las biológicas, tiene el mérito de subrayar que la revolución es un rasgo permanente del progreso científico y que toda revolución tiene componentes sociales no epistemológicos a la ciencia, empero a pesar de sus méritos presenta algunas deficiencias como lo son el no poder explicar la coexistencia de diferentes paradigmas dentro de una comunidad, con base en la idea de inconmensurabilidad de los mismos. Una de las soluciones posibles que pueden tomarse en consideración a este respecto es desarrollada por Elías Trabulse en *Historia de la ciencia en México*; en esta obra Trabulse retoma la propuesta de Kuhn sobre las tradiciones científicas, pero modificándolos de manera tal que se acepta la coexistencia de diferentes paradigmas en una misma comunidad como parte de

---

<sup>28</sup> Vid. Bruno Latour, *Ciencia en acción*. Latour señala que la tecnociencia no solamente comprende a la ciencia y a la tecnología como una unidad, sino la acción de los grupos sociales involucrados directamente en la producción de aquella además de los científicos reconocidos oficialmente.

<sup>29</sup> Vid., Bernard Cohen, *Revolución en la ciencia*. Resulta interesante el estudio ofrecido por este autor en el cual el concepto de “revolución” puede ser igualmente aplicado al ámbito de las ciencias sociales como al de las naturales. En tanto que en lo social una revolución plantea objetivos alcanzables de forma inmediata, en el ámbito científico una revolución hace suponer que se producirán una serie de revoluciones continuas e inacabables. Ya que los objetivos perseguidos por cada revolución son diferentes, los papeles que cumplen políticos y científicos también lo son; para Cohen lo político atenta contra el orden social, en tanto que lo científico lo hace contra la estructura vigente del conocimiento pero no contra la sociedad en general. En este último punto Cohen aclara que sin lugar a dudas la ciencia afecta la vida del común de la gente. Empero, por lo general lo hace de manera indirecta como resultado de sus aplicaciones prácticas; sin embargo, algunas ideas científicas llegan a despertar la oposición de un orden social por motivos ajenos a la ciencia, aspecto que es denominado por el autor como “componente ideológico”.

<sup>30</sup> Thomas S. Kuhn, *La estructura de las revoluciones científicas*.

una visión más general de la sociedad que lo mismo acepta la continuidad que la discontinuidad de los paradigmas y las comunidades que los sustentan.

Regresando al momento en que un paradigma ha sido aceptado, ¿en qué forma podemos determinar si éste está produciendo o no una revolución? A decir de Bernard Cohen una revolución científica sigue cuatro pasos de naturaleza histórica y fáctica, a saber: a) rescatar los testimonios de aquellos quienes han presenciado dicha revolución; b) examinar la documentación histórica vinculada con el tema, que haya sido producida durante el mismo periodo, así como en periodos posteriores; c) considerar el juicio de los historiadores de la ciencia y la filosofía al respecto y d) contemplar en nuestro análisis la opinión de los especialistas contemporáneos.

Las directrices propuestas por Cohen nos llevan a considerar algunas de las transformaciones que, a nivel epistemológico, tienen lugar en una revolución científica. Sin embargo, no se preocupan por definir los mecanismos que en ello operan ni la forma en que estos pueden ser aprendidos. Para dar respuesta a lo anterior, podemos complementar los lineamientos ofrecidos por Cohen con aquellos ofrecidos por Karl Mannheim en su *Sociología del Conocimiento*.

Mannheim propone que para lograr el entendimiento de los fenómenos sociales, el observador debe tomar en cuenta la mayor cantidad de elementos que componen un sistema, a fin de entrever las interconexiones de estos a nivel epistemológico; ahora, en la sociología del conocimiento propuesta por Mannheim este autor aclara que si bien la epistemología es la base de todas las ciencias, ésta sólo será útil en tanto rebase la mera aceptación de los hechos sin tomar en cuenta el contexto en el que son producidos.

Volviendo entonces a las revoluciones científicas se entenderá que éstas deben contar con apoyo por parte de diferentes grupos sociales con el fin de contribuir a la institucionalización de una actividad científica. Lo anterior tiene como eje los beneficios que para tales grupos sociales puede representar dicha institucionalización. Esta última no implica que los nuevos paradigmas sean aceptados de manera franca por todos los grupos sociales, tanto más porque su carácter innovador puede llegar a conmocionar el pensamiento humano y afectar con ello al statu quo.

Toda vez que una revolución científica es institucionalizada, ésta puede afectar la relación entre lo que Bruno Latour denomina como centros de cálculo, es decir entre los principales centros de producción científica y tecnológica y aquellos que se ubican en la periferia cuya producción generalmente va rezagada en relación con los primeros. En el caso de nuestro país ésta es una situación patente en diversos campos del conocimiento, ante lo cual el estudio de las condiciones en que se desarrolla la actividad científica representa una oportunidad para discutir las posibilidades con que se cuenta para desarrollar a la ciencia así como las políticas estatales que se dirijan a tal fin.

## **II.- La genética en México, primeras áreas e instituciones.**

En lo que se refiere a la introducción y desarrollo de la genética en México, ésta puede ser dividida en tres grandes grupos: vegetal, animal y humana. Además de compartir, evidentemente, los conceptos básicos, los descubrimientos y técnicas aplicadas en cada área en particular pueden impulsar el desarrollo de las otras.

Para este apartado es necesario comenzar aclarando que el estudio de la genética desde la perspectiva histórica ha sido poco abordado. Llama la atención que de la bibliografía existente ningún autor es historiador de origen, de hecho las fuentes consultadas son autoría principalmente de biólogos quienes se han acercado a este tema. Ello no quiere decir que dichos trabajos carezcan de valor, por el contrario, al ser los primeros estudios serios con los que hasta ahora contamos su importancia es innegable; sin embargo, está implícita la necesidad de abordar este tema bajo la perspectiva de las ciencias sociales aunada a la de las naturales.

Es necesario apuntar que la explicación siguiente sobre el proceso y desarrollo de la genética en México será muy general al señalar el camino mediante el que se transitó de las primeras investigaciones en el campo de la genética, en este caso la vegetal, a áreas como la animal y humana. No obstante, debe mencionarse que en la actualidad todas las áreas de investigación relacionadas con esta ciencia (citogenética, bioquímica, genética de poblaciones, genética médica, de radiaciones, etc.) no pueden entenderse de manera aislada unas de otras. Nuestro fin en este trabajo será centrarnos en el desarrollo e

institucionalización de la genética humana, por lo que el tránsito de lo vegetal a lo humano será explicado de manera sucinta.

## **II.1.- Inicios de la genética en México**

Resulta difícil establecer cuál es el campo de la genética con mayores avances en la investigación, máxime las diferencias entre los organismos así como las limitantes existentes para la experimentación con unos u otros. No obstante, puede afirmarse que al haber sido la primera en ser desarrollada, la genética vegetal ha servido como punta de lanza para la introducción, desarrollo y afianzamiento de este tipo de investigaciones en nuestro país.

Al seguir la historia de la genética nos percatamos que, en cualquiera de sus vertientes se cuenta con pocos registros sobre sus primeros pasos como disciplina institucionalizada. Empero, como se ha mencionado antes, la ciencia de la genética tiene sus raíces en las investigaciones llevadas a cabo por Gregor Mendel en la segunda mitad del siglo XIX, encaminadas a explicar la manera en que los caracteres de una especie eran heredados a su descendencia. Mendel dio una explicación científica a los procesos empíricos de crianza y selección que la humanidad había llevado durante siglos sobre animales y plantas, sin embargo conforme se presentaron algunos avances tecnológicos y científicos, las propuestas de Mendel tuvieron aplicaciones más directas iniciando por el campo de la agricultura a comienzos del siglo XX cuando surgen plantas híbridas más resistentes al

ataque de otros organismos y con mayores cualidades nutrimentales.<sup>31</sup> De tal forma la primera rama de la genética que se introdujo y desarrolló formalmente en nuestro país fue la vegetal, seguida décadas después por las investigaciones realizadas en el campo de la citología con microorganismos, insectos y animales antes de llegar a las investigaciones en el ser humano.

Durante el último tercio del siglo XIX y los comienzos del XX, México experimentó un avance en distintas áreas del conocimiento aún cuando para algunos autores, ello se debía básicamente a las demandas del sistema capitalista en expansión. De cualquier forma, el régimen de Porfirio Díaz auspició gran cantidad de proyectos científicos<sup>32</sup> uno de los cuales se refería al mejoramiento de cultivos como el maíz en la Escuela Nacional de Agricultura, hoy Universidad Autónoma de Chapingo.<sup>33</sup> Sin embargo, el estallido de la revolución social de 1910 impediría la viabilidad de estos proyectos teniendo que transcurrir casi tres décadas para ser puestos en práctica nuevamente, aunque ahora con otros parámetros.

En los regímenes posrevolucionarios el Estado Mexicano intervino directamente en el financiamiento de proyectos de investigación y acuerdos de colaboración, encaminados a lograr variedades de cultivos más productivos y resistentes a los cambios climatológicos así como a diferentes cepas de hongos. Ya durante la presidencia de Emilio Portes Gil, el Gobierno Mexicano había hecho referencia a un programa de genética encaminado a un

---

<sup>31</sup> Edna María Suárez Díaz, *Orígenes y repercusiones de la Ingeniería Genética*.

<sup>32</sup> Luz Fernanda Azuela Bernal, *Tres sociedades científicas en el porfiriato*, En esta obra la autora ofrece un análisis de las relaciones establecidas entre el régimen de Porfirio Díaz con las comunidades científicas y la manera en que se apoyó a diversas investigaciones cuyas aplicaciones eran de interés particular para el Estado Mexicano.

<sup>33</sup> Ana Barahona, *et. al.*, *La genética en México. Institucionalización de una disciplina*.

mejoramiento vegetal.<sup>34</sup> Empero fue hasta 1933, durante el gobierno de Abelardo L. Rodríguez, que la Secretaría de Agricultura creó los primeros campos experimentales en un país eminentemente agrícola.<sup>35</sup> No obstante, el verdadero impulso a estas investigaciones llegaría pocos años después con dos vertientes que inicialmente se desarrollaron en forma independiente una de la otra y que para la década de los 60 habrían de unirse. La primera de ellas tuvo lugar durante el sexenio del presidente Lázaro Cárdenas, cuando en los campos experimentales de la Secretaría de Agricultura y Fomento, más tarde Instituto de Investigaciones Agrícolas, las investigaciones para el aumento de alimentos fueron dignas de mención. La figura más connotada de este proceso fue la del Ingeniero Edmundo Taboada Martínez.

La segunda instancia que se ha considerado se originó en el gobierno de Manuel Ávila Camacho teniendo como protagonista principal a la Fundación Rockefeller, la cual fue invitada a participar en el Programa Agrícola Mexicano (PAM). Éste tendría repercusiones más que significativas en el agro nacional por la aplicación de principios de hibridación complementados ahora con ciertos avances en el conocimiento de los mecanismos de herencia de las plantas, pero básicamente por el desarrollo de toda una maquinaria e insumos con los que se daría lugar a nuevas variedades de trigo, maíz, frijol y otras legumináceas. La unión posterior de ambas vertientes bajo la dirección de la Fundación Rockefeller, condujo a lo que se conoció como la Revolución Verde cuyos resultados y repercusiones se discutirán más adelante.

---

<sup>34</sup> Vid., Ana Lilia Gaona Robles, *Introducción de la genética en México*.

<sup>35</sup> Ana Barahona, *Op. Cit.*

Edmundo Taboada Ramírez representó los esfuerzos de un grupo de científicos quienes buscaban establecer y desarrollar la genética en México a fin de resolver los problemas generados por la demanda de granos, pero sin recurrir a la importación de tecnología. La solución para este grupo estaba en pugnar por una agricultura campesina viable basada en tradiciones de tendencia comunal.<sup>36</sup> Taboada fue uno de los primeros ingenieros agrícolas egresados de la Escuela Nacional de Agricultura que estudiara en los Estados Unidos análisis de suelos, genética vegetal aplicada, citología, micología y fisiología, y que buscara el mejoramiento de granos como el maíz y el trigo.

De regreso en México hacia 1934, al tiempo que fue profesor en la ENA, Taboada inició sus investigaciones en genética al trabajar con algunas variedades de trigo. Para 1940, cuando la Secretaría de Agricultura y Fomento decidió crear la Oficina de Campos Experimentales (OCE), Taboada fue designado como su primer director. En esta dependencia se crearon los primeros maíces mestizos con líneas inter cruzadas. Años más tarde, en 1947, la OCE se transformó en el Instituto de Investigaciones Agrícolas (IIA) en el marco del Programa de Mejoramiento Genético del Maíz<sup>37</sup> nuevamente bajo la dirección de Taboada. Uno y otro programas procederían de manera independiente hasta la década de los 60.

La segunda tendencia que se presentó en el desarrollo de la genética vegetal en México pugnaba por el impulso de empresas agrícolas privadas, tendencia que se vio favorecida a partir del sexenio de Manuel Ávila Camacho cuyo gobierno invitó a la Fundación Rockefeller a participar en el Programa Agrícola Mexicano (PAM), fundado en

---

<sup>36</sup> Ana Lilia Gaona Robles, *Op. Cit.*

<sup>37</sup> Ana Barahona, *Op. Cit.*

1943. Como resultado de este convenio surgió la Oficina de Estudios Experimentales(OEE) en 1944,<sup>38</sup> la cual operaría en la ENA. Su objetivo fue el desarrollo de nuevas prácticas agrícolas y la obtención mejores variedades de trigo, frijol y maíz.

Si bien las prácticas agrícolas en este momento no se distanciaban mucho de la metodología mendeliana de hibridación, la mejora genética desarrollada por la OEE se dirigió a obligar a la compra de insumos necesarios en una creciente mecanización de la actividad agrícola que, apoyada en el uso de fertilizantes químicos, herbicidas, insecticidas y sistemas de irrigación, condujo a la llamada Revolución Verde que con el tiempo favoreció sólo a los grandes agricultores.<sup>39</sup>

Para muchos investigadores mexicanos la Revolución Verde fue un proceso que se originó en nuestro país y que de éste pasó a otras latitudes, mas historiadores como Eric Hosbawn señalan que la Revolución verde tuvo su origen en países del sureste asiático Vid., *Historia del siglo XX*. Nosotros apuntamos que sin importar la región donde se haya producido primero, fue la Fundación Rockefeller la que en uno y otro lugar dio las directrices para su desarrollo en asociación con los gobiernos locales.

---

<sup>38</sup> Algunos autores, como Adolfo Olea, citan a esta dependencia como la Oficina de Estudios Especiales.

<sup>39</sup> Uno de los autores que han estudiado con mayor detenimiento las repercusiones que consigo trajo la Revolución Verde a los países subdesarrollados ha sido Adolfo Olea Franco, académico de la Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. En su tesis doctoral *One Century of Higher Agricultural Education and Research in México (1850s-1960s), with a Preliminary Survey on the Same Subjects in the United States*, Olea Franco sustenta que al margen de las ideas tradicionales sobre la “Revolución Verde”, ésta fue un producto estadounidense en el que participaron fundamentalmente la Fundación Rockefeller y otras empresas productoras de maquinarias e insumos, así como los gobiernos de los países tercermundistas con el fin de “modernizar” la agricultura “... UIT the exception of maize, wheat, and few other crop varieties bred in Mexican research institutes, most improved plant and livestock varieties were imported. Dependence on foreign technology, therefore, grew instead of diminishing... I interpret the intervention of the Rockefeller Foundation in Mexican agriculture since the early 1940s an active strategy to foster corporate interests in Mexican agriculture”. P 716.

Es pertinente señalar que la hibridación dirigida en la que se basaba la Revolución Verde, no equivale a la ingeniería genética y por tanto los organismos surgidos de la primera difieren de los que son genéticamente modificados. Si bien durante centenares de años el ser humano ha realizado cruza dirigidas en plantas y animales, fue hasta el siglo XX que se contó con la capacidad de crear organismos transgénicos. Estos últimos se caracterizan por haber sido manipulados en forma tal que en su material genético ha sido incorporado un segmento del código genético de un organismo, con el cual no guarda relación alguna. Un ejemplo de ello está en la incorporación de segmentos de ADN bacterial a una planta de maíz a fin de que ésta produzca toxinas a las que son particularmente sensibles algunas plagas de insectos, pero que son inocuas para el ser humano.

## **II.2.- Programa de Genética y Radiobiología, un paso hacia la diversificación de la genética en México**

¿Cómo se unieron los grupos de genetistas a los que hemos aludido, es decir el dirigido por Edmundo Taboada y el de la Fundación Rockefeller? Hemos mencionado que a partir del gobierno de Manuel Ávila Camacho las políticas gubernamentales hacia el agro mexicano impulsadas por Lázaro Cárdenas cambiaron de derrotero, dando más facilidades a los grandes agricultores. Este proceso continuaría y se acentuaría durante las décadas siguientes.

Por acuerdos establecidos entre el Gobierno Mexicano y la Fundación Rockefeller, cuando ésta se retiró del PAM en 1960, se creó el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), al cual quedaron subordinados tanto la Oficina de Estudios Experimentales como el Instituto de Investigaciones Agrícolas. Si bien esta fusión buscaba coordinar los esfuerzos llevados a cabo en México en pro del desarrollo de la genética vegetal, el resultado final fue asegurar una subordinación del agro mexicano al modelo mecanizado desarrollado por la Fundación Rockefeller.<sup>40</sup>

No obstante, al margen de la subordinación del grupo de investigadores dirigidos por Taboada, y de los efectos negativos de la llamada Revolución Verde sobre el agro mexicano entre los que se cuenta la dependencia tecnológica y la imposibilidad de los pequeños agricultores por acceder a ella, uno y otro grupos participaron activamente en la formación de recursos humanos a partir del intercambio y formación de investigadores en el extranjero, y su posterior contratación en instituciones de educación superior e institutos de investigación del país.

En este sentido los programas de enseñanza dentro de México fueron fundamentales iniciando con el que tuvo lugar en la ENA en todo lo referente a la genética vegetal. Conforme el conocimiento en esta área de la ciencia incorporó el estudio de organismos no vegetales, algunos científicos adscritos a instituciones como la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB) del Instituto Politécnico Nacional y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), comenzaron a interesarse por las innovaciones que tenían lugar en el campo de la genética y a participar en programas relacionados con la misma. En este contexto el Programa de Genética y Radiobiología (PGR), jugó un papel importante en

---

<sup>40</sup> Vid., Adolfo Olea Franco, *Op. Cit.*

la creación de recursos humanos especializados, la formación de grupos de científicos y asociaciones así como en la institucionalización de la genética en nuestro país en áreas diferentes a la vegetal.

El PGR surgió en 1960, a iniciativa de León De Garay, inicialmente como Programa de Genética (PG) en la Comisión Nacional de Energía Nuclear (CNEN). Ésta había sido fundada en 1956 ante la necesidad de contar con recursos humanos especializados y para favorecer líneas de investigación diversas relacionadas con la genética. Entre 1960 y 1965 el PG fue modificado a Programa de Genética y Radiobiología. Una vez que se había formado el programa, en 1960, fue necesario el establecimiento de un laboratorio de radiobiología donde se trabajara sobre los efectos genéticos de las radiaciones en las células. De acuerdo con Olga Olvera, citada por Ana Barahona,<sup>41</sup> la historia del PGR se divide en tres etapas a partir de su planeación entre 1957 y 1960.

Durante el periodo comprendido entre 1960 y 1965, tras el establecimiento del Laboratorio de Genética de la CNEN, el PGR buscó contribuir a la conservación de la salud, el mejoramiento físico y mental, y a la prevención de enfermedades investigando los factores que intervenían en la herencia biológica de la población. En la segunda etapa (1966 a 1973), se consolidaron líneas de investigación relacionadas con la genética de poblaciones al tiempo que surgieron nuevas especializaciones como la biología molecular. En la tercera etapa (1973 a la fecha), la CNEN fue dividida en la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardas, y el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ). Dentro de este último, el PGR se convirtió en el Departamento de Radiobiología,

---

<sup>41</sup> Ana Barahona, *La genética en México. Institucionalización de una disciplina*, p. 150-165.

subordinado al Programa Biomédico Nuclear, y más tarde en el Comité Biomédico del ININ.

Los objetivos del PGR no sólo se constriñeron a ampliar las áreas de investigación de la genética y sus aplicaciones, sino a la formación de recursos humanos por lo que se puso un marcado énfasis en el intercambio de estudiantes e investigadores con instituciones estadounidenses y europeas.<sup>42</sup> Dado que uno de los objetivos era contribuir a la salud con base en el conocimiento de la herencia biológica de la población, la genética vegetal ya no era suficiente por lo que se hizo necesario trabajar con otros organismos. De acuerdo con Ana Barahona este programa sentó las bases para la institucionalización de la genética en México ya que de él surgieron recursos humanos suficientes para abarcar nuevas líneas de investigación en laboratorios pertenecientes a otras instituciones. De manera particular Barahona señala la existencia de 39 laboratorios relacionados directa o indirectamente con el PGR.

Dentro de la segunda etapa del PGR (1966-1973) surgió la Sociedad Mexicana de Genética (SMG) en 1966 en el marco de las celebraciones del centenario de los trabajos de Gregor Mendel publicados en 1965. La SMG agruparía a científicos con líneas diversas de investigación en diferentes áreas de la genética. Más adelante, en 1968, surgió la Asociación Mexicana de Genética Humana (AMGH). Una y otra impulsarían las investigaciones y publicaciones en diferentes ramas de esta ciencia.

### II.3.- Impactos del Programa de Genética y Radiobiología

Al buscar evaluar los resultados del PGR algunos autores señalan que entre sus mayores repercusiones está la creación de distintos laboratorios que dieron cauce a investigaciones variadas y con ello a la formación de recursos humanos. Si bien es cierto debemos anotar que, al igual que la historia, la ciencia es un producto colectivo y que en la institucionalización de una disciplina la formación de recursos humanos y la investigación se complementan una a la otra.

En el ámbito educativo hemos mencionado anteriormente tres instituciones: la Universidad Autónoma de Chapingo y la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, ambas del Instituto Politécnico Nacional, y a la Universidad Autónoma de México. En tanto que en la primera las investigaciones giraron en torno a la genética vegetal, en las dos últimas los estudios comenzaron a abarcar nuevas áreas y nuevos organismos ampliando sus investigaciones de manera paulatina a la genética animal primero, y a la humana después. Si bien la ENCB y la UNAM no fueron las primeras instituciones en donde se llevaron a cabo estudios sobre genética, sí fue en ellas donde la formación de recursos humanos en áreas distintas a la genética vegetal comenzó a ser significativa.

¿Cómo se trasladaron los esfuerzos en la investigación a la enseñanza y en qué forma los estudios de genética alcanzaron a otras especies y después al ser humano? Para responder debemos iniciar por reconocer que la ciencia contemporánea no se puede desligar la investigación de la enseñanza. Si bien esta combinación puede llegar a presentar algunas

---

<sup>42</sup> *Ibid.*

limitantes para ciertas instituciones,<sup>43</sup> este binomio resulta inseparable en el desarrollo de la genética moderna por lo menos en las instituciones financiadas por el Estado como sucede con la ENCB y la UNAM en lo referente a la educación superior.<sup>44</sup>

En el desarrollo de la genética existieron otras instituciones como el Instituto Nacional de Higiene o el Instituto de Salud y Enfermedades Tropicales, ambas especializadas en el área de microbiología. Empero, los vínculos de investigación-enseñanza no serían tan claros ni redituables como en la ENCB y la UNAM. Estas últimas contribuirían a la formación de los cuadros profesionales de los que se nutrirían otros centros de investigación en el país. Una y otra tendrían, además, contactos entre sí y se relacionarían con otras instituciones en la formación de cursos especializados en áreas como la microbiología, bioquímica y fisiología, relacionadas con la investigación genética en microorganismos, insectos y animales, sentando con ello las bases para la aplicación de estos conocimientos en el ser humano.

Conviene ofrecer ahora un breve recuento del desarrollo de esta rama de la ciencia en la ENCB y la UNAM, donde a partir de los años 60 tuvo lugar una serie de colaboraciones diversas entre éstas con otras instituciones de educación superior y centros diversos del sector salud.

---

<sup>43</sup> Adolfo Pérez-Miravete, *50 años de investigación e la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas 1934-1984. Una valoración crítica a la luz de su evolución histórica*. En esta obra el autor señala que para la ENCB la realización conjunta de la enseñanza y la investigación ha sido una de sus fortalezas, pero la falta de especialización en algunas de sus actividades también ha frenado su desarrollo.

<sup>44</sup> En cuanto a la educación a nivel bachillerato, fue en los primeros años de la década de los 60 que los conceptos básicos de esta ciencia se incorporaron al plan de estudios. *Vid.*, Ofelia Cortés Miranda, *La genética en los planes y programas de estudio de la escuela secundaria de 1964 a 1993*.

### II.3.a- Escuela Nacional de Ciencias Biológicas

La ENCB nació en 1934 como una alternativa a la dominación de los grupos de investigación ya establecidos en la UNAM para la formación de nuevos grupos de investigadores en las áreas relacionadas con la fisiología, bioquímica, biofísica y genética.<sup>45</sup>

Si bien el exilio español benefició a diversas instituciones mexicanas, en el área de ciencias biológicas fue la ENCB la que se vio más beneficiada cuando llegó a su seno lo más granado de la ciencia española y que en ese momento se encontraba a la vanguardia en lo referente a aplicaciones de la genética mendeliana e investigaciones en bioquímica y microbiología. A partir de la década de los 50, la ENCB experimentó un marcado desarrollo en el área de la microbiología al crearse nuevos departamentos de investigación, entre ellos los de genética microbiana y molecular. En este proceso la ENCB y la UNAM tuvieron un contacto lo bastante estrecho como para que los egresados de ambas llegaran a desarrollarse profesionalmente ya en la Universidad Nacional o en la ENCB.

En el desarrollo de la genética en organismos superiores, las investigaciones hechas con la *Drosophila* fueron de particular importancia.<sup>46</sup> Destaca la labor de Theodosius Dobzchansky quien había conjuntado los conocimientos genéticos de la época con la

---

<sup>45</sup> Adolfo Pérez-Miravete, *Op. Cit.* A lo largo de la obra el autor menciona algunos de los laboratorios que a partir de la fundación de la ENCB en 1934, y particularmente a partir de la década de lo 50, contribuirían en la formación de recursos humanos y en el desarrollo de líneas de investigación diversas. Entre ellos menciona el laboratorio de genética adscrito al departamento de Microbiología (1959), el laboratorio de genética molecular del Departamento de Bioquímica (1964), el de ecología microbiana (1974), el de histología del Departamento de Morfología y uno más dedicado al estudio de ácidos nucleicos en el Departamento de Bioquímica (1979). Destaca de manera particular el Laboratorio de química orgánica en donde el Dr. Guillermo Carvajal Sandoval intentó la creación de un virus “artificial” a finales de los años 50, p. 148.

<sup>46</sup> La *Drosophila* o mosca de la fruta permite llevar a cabo investigaciones referentes a la genética de poblaciones, mecanismos hereditarios, envejecimiento, mutaciones, y aislamiento de genes, entre otros, con

Teoría de la Selección Natural. Durante la década de los 30, invitado por la Fundación Rockefeller, Dobzchansky realizó algunas investigaciones en la ENCB donde contribuyó a la formación de una treintena de investigadores a partir de la enseñanza de técnicas de laboratorio para el estudio de la genética de poblaciones con la mosca de la fruta. Años después, ya en la década de los 60, este científico volvería a México invitado por Francisco León de Garay, como parte del impulso dado a las investigaciones que realizaba el Instituto Nacional de Energía Nuclear. Con el tiempo los científicos que llegaron a estudiar con Dobzchansky jugarían un papel importante en el establecimiento de otros laboratorios de genética.

Ahora, regresando al Instituto Politécnico Nacional, en 1961 éste decidió la creación del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, CINVESTAV, con departamentos y laboratorios en las áreas de biología celular, bioquímica, biotecnología y bioingeniería, farmacología y toxicología, física, fisiología y biofísica, genética y biología molecular, entre otras secciones, conformando una de las instituciones de investigación en ciencias biológicas más importantes del país.<sup>47</sup> Al igual que otras instituciones nacionales, si bien el CINVESTAV ha contado con laboratorios relacionados con la genética humana, no sucedió lo mismo con un plan de estudios específico para dicha materia. Esta situación sería compartida por la UNAM hasta 2003 cuando en ésta se creara la Licenciatura en Ciencias Genómicas.

---

mucha más facilidad que otros insectos y con una complejidad que no puede ofrecer el estudio con microorganismos.

<sup>47</sup> Adolfo Pérez-Miravete apunta que si bien el CINVESTAV se ha convertido en un pilar indiscutible para la investigación científica en nuestro país, su surgimiento en 1961 significó un duro golpe para quienes demandaban mayores apoyos para la investigación y el establecimiento de cursos en la ENCB.

### **II.3.b- La Universidad Nacional Autónoma de México**

El camino seguido por la genética en su institucionalización y enseñanza dentro de la Universidad Nacional no es muy claro, actualmente no se cuenta con estudio alguno que haya abordado este tema en forma directa. Sabemos sin embargo que la UNAM inició las investigaciones en esta área en fechas semejantes a las de la ENCB, pero a diferencia de ésta, a la UNAM llegó un número menor de científicos españoles. De cualquier forma es un hecho que entre ambas instituciones ha existido una colaboración que no siempre se ha caracterizado por su eficiencia.

Al estudiar la genética humana en la UNAM dos instancias llaman nuestra atención: el Instituto de Investigaciones Biomédicas y la Facultad de Medicina. En ésta pueden rastrearse los primeros cursos de genética médica y en aquel laboratorio con diversas líneas de investigación que se empalman con la genética animal y humana.<sup>48</sup> Lo mismo que en el caso de la ENCB, la Universidad Nacional ha conjuntado las labores docentes y de investigación en diferentes áreas de la genética, incluyendo la animal y la clínica. En esta última se distinguen tres grandes grupos: genética de población, citogenética y genética clínica.<sup>49</sup> La primera de ellas comenzó a ser desarrollada a finales de la década de los 40 en tanto que las dos siguientes en la década de los 60 a través del posgrado en medicina con especialización en genética médica, establecido de manera conjunta con diferentes centros del sector salud. Más adelante el desarrollo científico y tecnológico incluyó la rama de la

---

<sup>48</sup> El Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM, fundado en 1941, actualmente cuenta con los departamentos de Biotecnología, Biología Celular, Biología Molecular, Genética y Toxicología Ambiental, Inmunología, Fisiología y Medicina, siendo uno de los centros de investigación más importantes del país en áreas diversas de la genética clínica.

genética molecular en la que el manejo del material genético de distintos organismos dejaría de estar sujeto a los procesos de hibridación estudiados por Mendel. Por supuesto, dichas áreas se empalmarían unas con otras y es muy difícil disociarlas en la investigación.

En cuanto a la enseñanza de la genética clínica en el país, ésta también tomó forma en la década de los 60 cuando se impartió la asignatura de genética médica en las Universidades de Puebla, Guadalajara y tres universidades privadas. Es llamativo el hecho de que la UNAM, a pesar de ser uno de los principales centros de investigación, esta asignatura no llegaría a la Facultad de Medicina sino hasta la década de los 90, aún cuando desde finales de los 60 la Universidad certificaba programas de investigación y estudio en genética médica en instituciones como el Centro Médico Nacional.<sup>50</sup> Ello nos muestra una de las pautas que caracterizaron a la formación de recursos humanos en aulas y laboratorios pero no en un programa especializado, situación que cambiaría en 2003 con el establecimiento de la Licenciatura en Ciencias Genómicas.

Para Ana Barahona el Programa de Genética y Radiobiología de la Comisión Nacional de Energía Nuclear estuvo directamente vinculado con la creación de un número considerable de laboratorios de distintas ramas de la genética en la ENCB, el CINVESTAV, la UNAM y otras instituciones.<sup>51</sup> No se desconoce el papel de dicho programa en el desarrollo de la genética humana en nuestro país, empero puede objetarse la importancia del mismo toda vez que para el desarrollo de esta ciencia en México, no existe una coordinación totalmente efectiva entre los centros de investigación. Esta situación también se ha presentado en agrupaciones científicas como la Sociedad Mexicana de

---

<sup>49</sup> Rubén Lísiker, "IV Genética clínica".

<sup>50</sup> Fabio Salamanca y Salvador Armendares, "The development of human genetics in México"

Genética y la Asociación Mexicana de Genética Humana, de las cuales se hablará a continuación.

---

<sup>51</sup> Ana Barahona, *La genética en México. Institucionalización de una disciplina.*

### **III.- La Sociedad Mexicana de Genética, primera agrupación científica de la especialidad**

Hemos abordado la introducción de la genética en nuestro país. Como se mostró, las primeras prácticas genéticas fueron introducidas con procedimientos basados en principios mendelianos aplicados a la producción de vegetales. A partir de este punto abordaremos la institucionalización de la genética humana a través de dos tipos de instancias: las instituciones públicas y las sociedades científicas. En tanto que las primeras, apoyadas por el Estado, realizan investigaciones encaminadas a lograr la aplicación de un conocimiento científico a un problema determinado, las segundas impulsan la difusión y divulgación de este saber así como la formación de redes de cooperación entre los miembros de una comunidad científica.

Una vez que la genética vegetal había sido introducida e impulsada en nuestro país y que el avance científico en el mundo dibujaba los posibles usos de la genética a partir de las afectaciones que los seres vivos tenían a nivel celular cuando eran expuestos a energías no convencionales, el Estado apoyó la creación de la primera institución que llevaría a cabo investigaciones en este sentido, nos referimos a la Comisión Nacional de Energía Nuclear (CNEN) y que después se transformaría en el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ). En su primera etapa la CNEN, bajo la dirección de Alfonso León de Garay, promovió la creación de la Sociedad Mexicana de Genética A. C., en 1966, como una agrupación no lucrativa que tuvo entre sus primeros estatutos los siguientes:

- Promover la investigación y difusión de conocimientos en el campo de la genética
- Proporcionar al público en general, así como a los especialistas información sobre la ciencia genética, su utilidad, adelantos y descubrimientos así como todo lo que sea de interés en esta rama de la ciencia por medio de una revista o cualquier medio de comunicación
- Desempeñar labores científicas, docentes, culturales y sociales que permitan fomentar el intercambio de conocimientos genéticos entre personas físicas y sociedades nacionales y extranjeras
- Defender y cuidar los intereses individuales y colectivos de los asociados así como adquirir los bienes muebles e inmuebles necesarios para los objetos sociales
- Ejecutar todos los actos y celebrar los contratos que tengan por fin el cumplimiento de dichos objetivos<sup>52</sup>

En lo referente a su organización interna el acta constitutiva de la SMG establece que la mesa directiva de la misma será cambiada cada dos años, teniendo por sede el Distrito Federal. En cuanto a la calidad de sus miembros estos pueden ser fundadores, activos y correspondientes nacionales y extranjeros. Los miembros fundadores incluyen tanto a la primera mesa directiva como a los primeros socios adscritos a esta sociedad. El resto comprende a quienes deben cumplir con una serie de requisitos para ser aceptados, destacando el trabajar en cualquier campo de la genética o ciencias afines y ejercer la profesión en cualquier parte de la República Mexicana o en el extranjero.<sup>53</sup>

---

<sup>52</sup> *Acta constitutiva de la Sociedad Mexicana de Genética, Asociación Civil*, Notaría número 60, expediente número 27616, año 1966, ciudad de México. El acta constitutiva cuenta con el permiso correspondiente de la Secretaría de Relaciones Exteriores número 6538, expediente 292856, fechado el 15 de febrero de 1967.

Entre los derechos y obligaciones de los miembros está el cumplir con el pago de las cuotas de pertenencia; votar y ser votados en los procesos de selección interna; asistir cuando menos al 80% de las sesiones periódicas, con la oportunidad de presentar los resultados de sus investigaciones en las áreas respectivas en las sesiones periódicas o en la sesión anual, quedando obligado el socio a presentar cuando menos un trabajo cada dos años.

Algunas de las minutas de las reuniones de la SMG en 1983 y 1993 indican que los estatutos fueron revisados. Empero no existe documentación en el archivo de la Sociedad con la cual establecer si estas revisiones derivaron en cambios significativos. No obstante, los comentarios de Emilio Pimientel, vicepresidente de la SMG, hacen ver que en esencia los fines de la SMG y su organización interna continúan siendo los mismos que los señalados en el acta constitutiva.

Uno de los aspectos más notorios de la SMG es la heterogeneidad de sus miembros pues, al buscar impulsar la investigación en todas las áreas de la genética en ella convergen biólogos, químicos, agrónomos y médicos, entre otros profesionistas, conectados por el enfoque biológico. No es de extrañar entonces que a lo largo de 29 congresos nacionales los trabajos de investigación ahí expuestos abarquen áreas muy diversas relacionadas con la genética vegetal, animal y humana así como la citogenética. En lo tocante al área de la genética humana debe mencionarse que la proporción de trabajos es menor en buena medida por la existencia de la Asociación Mexicana de Genética Humana, A. C, a la que nos referiremos más adelante, y con la cual la Sociedad ha llegado a colaborar en la

---

<sup>53</sup> En el caso de los socios de nacionalidad extranjera, el Acta Constitutiva señala que estos cuentan con las mismas atribuciones que los miembros de nacionalidad mexicana, en tanto que no violen los principios de

realización de algunos eventos, sin por ello dejar de guardar cierta distancia y competencia con la misma.<sup>54</sup>

La SMG fue la primera agrupación científica en impulsar la genética cuando ésta dejaba de basarse en los principios mendelianos en los que se forjó la Revolución Verde (*Vid.* II.1 Inicios de la genética en México). Dicha revolución tuvo como uno de sus principales mecenas al Estado Mexicano, de hecho, parte de las investigaciones que llevaron a ella tuvo lugar en la Comisión Nacional de Energía Nuclear (CNEN), hoy Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, como parte del Programa de Genética y Radiobiología dirigido por Alfonso León de Garay.

Es notable que, a diferencia de otras agrupaciones científicas, la SMG nació en un contexto en donde la genética aún estaba en proceso de consolidarse como una disciplina independiente aunque en franca relación con la biología molecular. También llaman la atención las condiciones materiales en las cuales surgió la Sociedad, a pesar de que ésta estuvo muy relacionada con la CNEN, ha sido autónoma en su financiamiento el cual proviene básicamente de las aportaciones de sus agremiados. En lo referente a los apoyos obtenidos por parte del Estado estos han sido escasos, al menos de manera directa. No es de extrañar entonces que al ser una agrupación no lucrativa la SMG carezca de instalaciones de su propiedad en las que se concentre su documentación.

---

este convenio ni se acojan a la protección de sus respectivos gobiernos.

<sup>54</sup> Lo anterior puede inferirse por la naturaleza propia de cada agrupación científica. Cabe mencionar que en una carta dirigida al Dr. Eduardo Madrigal, de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, el 24 de enero de 1992, la Dra. Sara Frías Vázquez presidenta en turno de la SMG, hace notar que entre los inconvenientes de llevar a cabo un congreso nacional de manera conjunta con la AMGH, está el que esta última aventaja a la primera en el número de congresos organizados y en el número de trabajos presentados referentes a la genética humana.

A pesar de los periodos de notable actividad de la SMG la cantidad de documentos reunidos en su archivo es limitada.<sup>55</sup> No obstante, la información contenida en el archivo permite comparar distintas etapas de su existencia a partir de su número de integrantes, los congresos que ha llevado a cabo así como los cursos y lugares donde estos han tenido lugar, sin pasar por alto los intentos que como agrupación científica han tenido para la difusión de las investigaciones de sus agremiados.<sup>56</sup>

A partir de su surgimiento en 1966, la SMG ha tenido etapas importantes de actividad que vieron interrumpidas por un largo periodo. Entre el año de su fundación y 1974 la actividad realizada por sus miembros, principalmente médicos, fue importante. A partir de ese año la SMG cesó sus actividades mismas que fueron reanudadas en 1984 por iniciativa del Dr. Rafael Villalpando, miembro de la SMG e investigador del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM.<sup>57</sup> A partir de ese año, la SMG ha mantenido contacto con otras agrupaciones científicas,<sup>58</sup> pero a partir de la década de los 90 de manera particular con la Sociedad Mexicana de Toxicología Genética (SMTG) que hasta 1996 se había llamado Asociación Mexicana de Mutagénesis, Carcinogénesis y Teratogénesis

---

<sup>55</sup> Es necesario comentar que el archivo de la SMG, en su etapa actual ha sido organizado por Emilio Pimientel, Vicepresidente de la SMG y Srío. de Archivo, quien ha reunido la mayor cantidad de documentación posible producida por la SMG. En este notable esfuerzo, la clasificación de los documentos se basa en dos criterios: el temático y el temporal, sin que aún haya tenido lugar una clasificación más especializada por lo que las referencias que aquí se hagan a los documentos seleccionados contarán con los datos básicos contenidos por los mismos.

<sup>56</sup> En tanto que la difusión corresponde a la presentación de las investigaciones ante los pares científicos, la divulgación lo hace a los no especialistas y neófitos en la materia.

<sup>57</sup> Entrevista con Emilio Pimientel.

<sup>58</sup> Entre las sociedades e instituciones científicas y gubernamentales mencionadas en el archivo, con las que la SMG ha tenido algún tipo de colaboración, además de la SMTG están: Asociación Latinoamericana de Genética, Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, Centro de Investigaciones Biológicas, Colegio de Posgraduados, Consejo Nacional para la Ciencia y la Tecnología, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Fundación Rockefeller, Instituto Nacional de Pediatría, Instituto Politécnico Nacional, Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal, Secretaría de Agricultura, Secretaría de Salud, Sociedad Botánica de México, Sociedad Brasileña de Genética, Sociedad Mexicana de Anatomía, Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, Sociedad Mexicana de Zoología, Sociedad Química de México, Swiss Federal

Ambiental. La vinculación con esta última llegó a ser tan estrecha que de acuerdo con las minutas de las reuniones ordinarias de la SMG y los informes de su mesa directiva, a partir de 1992 ambas agrupaciones celebraron sus congresos nacionales de manera conjunta,<sup>59</sup> incluso muchos de los miembros de una pertenecían al padrón de socios de la otra.<sup>60</sup> La vinculación entre ambas ha llegado a ser tan estrecha que en 1998 se acordó suprimir la SMTG para fusionarla con la SMG, sin embargo dicha fusión no se ha dado o al menos no por completo.<sup>61</sup>

En lo tocante a los intereses de la SMG por difundir y divulgar la ciencia de la genética sus esfuerzos se han encaminado por dos vías. Una comprende la realización de sus reuniones ordinarias, extraordinarias y, principalmente, sus congresos nacionales así como sus cursos de citogenética y genética molecular; la otra se cifra en los intentos de la SMG por contar con un medio impreso que difunda el quehacer de sus agremiados. Hasta 1974 sólo una de las reuniones anuales realizadas por la Sociedad, la de ese mismo año, fue llevada a cabo fuera de la capital del país en Mazatlán, Sinaloa. A partir de ese año la SMG entró en un receso que duraría hasta 1984.

En su segunda etapa de actividades los primeros congresos tuvieron lugar en el Distrito Federal, la mayor parte en instalaciones proporcionadas por la Universidad Nacional Autónoma de México. A partir de 1989 las mesas directivas de la SMG han buscado expandir sus actividades a otros puntos de la república, invitando a las universidades estatales a presidir dichos congresos. Con ello se ha logrado que las sedes de

---

Institute, Universidad Autónoma Metropolitana, Universidad Autónoma de Chapingo, Universidad de McGill (Canadá), Universidad de Zacatecas y la Universidad Nacional Autónoma de México.

<sup>59</sup> En 1992 la SMG, que había organizado hasta esa fecha 16 congresos, celebró su Tercer Congreso Nacional de Genética en el Estado de Sinaloa, de manera simultánea con el Cuarto Congreso Nacional de la SMMCTA.

<sup>60</sup> Entrevista con Emilio Pimientel, julio de 2004.

los eventos se ubiquen en las instalaciones de dichas universidades propiciando el contacto entre especialistas de diferentes instituciones y regiones del país así como el interés en estudiantes de áreas afines a la genética.<sup>62</sup>

Cabe mencionar que este intento de descentralización no ha podido ser llevada a cabo en lo referente a los cursos que la SMG ha ofrecido en citogenética a partir de 1992 y en genética molecular a partir de 1997, por lo que las sedes se han ubicado en las universidades Autónoma Metropolitana y Nacional Autónoma de México.<sup>63</sup> Esta situación es coincidente con la concentración de los miembros de la SMG en instituciones de educación superior y/o investigación ubicadas en el Distrito Federal y Área Metropolitana.

En cuanto a los esfuerzos de esta sociedad por contar con un órgano para la difusión del trabajo de sus agremiados, esto sólo se ha llevado a cabo exitosamente por periodos notablemente cortos. En 1971, coincidiendo con su primera reunión anual, se propuso la edición del *Boletín SOMEGENÉTICA* que logró tener cuando menos dos ediciones durante el mismo año aunque de tiraje desconocido.<sup>64</sup> Es probable que esta publicación haya continuado apareciendo de manera irregular, de cualquier forma puede tenerse la certeza de su desaparición a partir de 1974 cuando la SMG entró en un receso de actividades.

---

<sup>61</sup> *Ibidem.*

<sup>62</sup> Como parte de los proyectos de la SMG dirigidos a impulsar el interés de la comunidad científica y jóvenes investigadores en el campo de la genética, esta sociedad otorga anualmente desde 1990 un premio a las mejores tesis en esta área de la ciencia sin dirigirse a un campo en particular como por razones obvias lo hace la AMGH. Es interesante anotar que la invitación por parte de la SMG a distintas instituciones de educación superior a presidir el congreso nacional en turno favorece los intentos de descentralización de las actividades de la SMG, al tiempo que es uno de los mecanismos por los cuales las sociedades científicas en su conjunto hacen frente a carencias de tipo económico. Estos aspectos son tratados por Bruno Latour en *Ciencia en Acción*.

<sup>63</sup> El primer curso de citogenética ofrecido por la SMG tuvo lugar en 1992 en la Facultad de Ciencias de la UNAM, repitiéndose la sede en 1993, 1995, 1997 y 1998; en la UAM sólo tuvo lugar en el plantel Iztapalapa en 1994. Debe mencionarse que el archivo de la SMG no contiene información referente a dichos cursos posteriores a 1998, no obstante a decir de Emilio Pimentel estos continúan llevándose a cabo.

Durante su segunda etapa de actividades la SMG logró la publicación del *Boletín Mendel* que apareció semestralmente por lo menos de junio de 1992 a septiembre de 1998; al igual que en el caso del *Boletín SOMEGENÉTICA*, el tiraje de dicha publicación es desconocido, empero debe suponerse que cuando menos rebasó en un pequeño margen al número de asociados mismo que ha presentado variaciones con el paso del tiempo. En 1966 la SMG llegó a contar con 124 socios (57 de ellos fundadores); 163 en 1968; 99 en 1985; 117 en 1987;<sup>65</sup> 265 en 1995<sup>66</sup> y 144 en 2000.<sup>67</sup>

Cuando el *Boletín SOMEGENÉTICA* dejó de ser editado hacia finales de la década de los 90, la difusión de los trabajos realizados por los miembros de la SMG había tenido lugar a través de dos vías. Una de ellas, ya mencionada, fue la realización de las reuniones ordinarias, extraordinarias y congresos nacionales anuales que tiene la Sociedad; la otra radica en los esfuerzos que hacen los propios miembros de la SMG por lograr editar sus trabajos en revistas internacionales especializadas. Entre las causas que favorecieron la discontinuidad en la edición de los boletines de la SMG está que el número de miembros de ésta es pequeño si se le compara con el de otras agrupaciones, lo que muestra además que el número de genetistas en el país es reducido. Lo anterior es particularmente importante toda vez que la SMG se sostiene con recursos propios y sin contar, cuando menos desde 1992, con el apoyo del CONACYT en lo referente a ediciones y la realización de

---

<sup>64</sup> *Boletín SOMEGENÉTICA*, Año 1, números 1 y 2, septiembre y octubre de 1971. Estos son los únicos dos ejemplares de esta publicación contenidos en el archivo de la SMG.

<sup>65</sup> En el informe de la mesa directiva correspondiente a ese año, se menciona que los miembros de la SMG están adscritos a 24 instituciones de investigación y de educación superior.

<sup>66</sup> El informe final de actividades de la mesa directiva de la SMG para el periodo 1993-1995 señala que la sociedad cuenta con más de 400 afiliados, sin embargo el directorio contenido por dicho informe comprende sólo a 265 miembros mencionando las instituciones a las que están adscritos.

<sup>67</sup> El Directorio de la SMG correspondiente a ese año no cuenta con las instituciones a las que pertenecen los miembros de la sociedad, por lo que se tomará como base para este estudio el último directorio que cuenta con tales datos, es decir el proporcionado por la Mesa Directiva de la SMG en 1995.

congresos.<sup>68</sup> Conviene decir que buscando cumplir con uno de sus objetivos en cuanto a la divulgación científica se refiere, desde el año 2004 la SMG cuenta con un boletín electrónico que lleva el nombre de la sociedad y que aparece cuatrimestralmente.<sup>69</sup>

Las limitantes económicas a las que se ha enfrentado la SMG han afectado, además de sus publicaciones, los esfuerzos de la misma por descentralizar sus actividades aún cuando fuera de la capital existen especialistas relacionados con algún área de la genética. Al igual que la mayor parte de la investigación científica realizada en México, las actividades de la SMG se realizan mayoritariamente en la capital del país. No es gratuito entonces que en su acta constitutiva la SMG establezca que su sede se ubicará en el Distrito Federal y que los cursos de citogenética y genética molecular ofrecidos por aquella, se hayan realizado en la capital del país en donde radica la mayor parte de sus miembros.<sup>70</sup>

---

<sup>68</sup> No obstante que a partir de su creación en 1970 el Consejo Nacional para la Ciencia y la Tecnología otorgó apoyos para ciertas publicaciones, la situación económica por la que atraviesa el país y la falta de políticas gubernamentales adecuadas han derivado en que en los últimos años el CONACYT haya reducido drásticamente los apoyos otorgados a la investigación básica y publicaciones científicas así como al padrón de becarios; puede mencionarse que durante la consulta de los archivos de la SMG, el Dr. Emilio Pimentel señaló que a partir de 1992 la SMG dejó de contar con los apoyos económicos del CONACYT.

<sup>69</sup> *Vid.*, <http://.smgac.org/boletin.html>

<sup>70</sup> En cuanto a la composición de la SMG, el último directorio, elaborado en 2000, no menciona las instituciones a las que están adscritos sus miembros por lo que debemos recurrir al elaborado en 1995. De acuerdo con este último los 265 miembros se ubican en las siguientes instituciones y entidades federativas: UNAM en el D.F., 73; UNAM en Estado de México, 24; UNAM en Morelos, 1; UAM (incluye los tres planteles, D. F.), 11; ENCB (IPN), D. F., 11; IPN (CINVESTAV) sin sede, 3; ININ 15; Instituto Nacional de Pediatría, 17; Universidad Agraria Antonio Narro, Coahuila, 12; Universidad Autónoma de Baja California, 7; Universidad Autónoma de Chapingo, 4; Universidad Autónoma del Estado de México, 3; Universidad de Veracruz, 7; Centros de la Secretaría de Salud en el D.F., 3; Universidad de Guanajuato, 5; ISSSTE en el D.F., 1; IMSS, en el D. F., 5; IMSS, fuera del D.F., 1; Colegio de Posgraduados, 3; Centro de Investigaciones Científicas, Yucatán, 1; Universidad de Tlaxcala, 6; Universidad Autónoma de Guerrero, 1; Universidad Autónoma de Sinaloa, 1; Universidad Autónoma de Benito Juárez, Oaxaca, 1; Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, 2; Universidad Autónoma de Coahuila, 2; Universidad Autónoma de Puebla, 2; Universidad Autónoma de Yucatán, 1; Universidad de Zacatecas, 2; Universidad Autónoma de Nuevo León, 2; Universidad del Valle de México, 1; Escuela Nacional de Antropología e Historia, 1; Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (hoy Secretaría de Agricultura), 1; Instituto Nacional de Perinatología, 5; Instituto Nacional de Salud Pública, Morelos, 1; Instituto Nacional de Rehabilitación, 1; INIFAP (sin sede), 2, INIFAP, Durango, 1, INIFAP, Tamaulipas, 1, INIFAP, Querétaro, 1; Fuera de instituciones y por entidad federativa: D.F., 10; Estado de México, 4; Tlaxcala, 1; Puebla, 1; no determinado, 1; University of McGill, Canadá, 1; Graft Ulrich ETH and University Zurich Institute of Toxicology, Suiza, 1; The City College of New York, 1; Monte Mariane Laboratory, E. U., 1; University of Wisconsin, 1; University of Brown, 1.

En resumen, los miembros de la SMG se ubican por número en las siguientes entidades federativas e instituciones extranjeras: en el Distrito Federal 140; Estado de México 53; Coahuila 14; Baja California 7; Veracruz 7; Tlaxcala 7; Guanajuato 5; no determinados 7; el resto (19) en 13 entidades federativas a las que se suman 6 instituciones extranjeras (4 de E.U., 1 de Canadá, 1 de Suiza). En porcentajes ello equivale a que de 40 universidades, institutos y centros de investigación algunas de ellas con sedes en más de una entidad federativa, 13 se encuentran en la capital del país y a las cuales están adscritos 140 miembros de la Sociedad, 52.8%. Esta entidad federativa es seguida por el Estado de México con el 21%, Coahuila con el 5.2%, Veracruz, Tlaxcala y Baja California con el 2.6% cada una y el resto (15.8%) en otras entidades, lo que señala por sí solo una fuerte centralización de la actividad científica en el área de la genética y la aún reciente aparición de esta ciencia.

El repasar la historia de la SMG nos permite reconocer el proceso mediante el cual los miembros de una comunidad científica intentan participar en el desarrollo de una ciencia. Si bien estas comunidades pueden llegar a surgir en ámbitos vinculados con el Estado adquieren un carácter independiente del mismo en el momento en que se constituyen como agrupaciones científicas sin que por ello se deje de buscar el reconocimiento por parte de aquel, ya sea para contar con recursos económicos o bien para llevar a cabo las tareas sustantivas de toda agrupación científica: la generación y divulgación de conocimientos así como el establecimiento de redes de colaboración científica. En este sentido la SMG fue el primer eslabón de una cadena de agrupaciones en torno de las cuales se han aglutinado los especialistas en las diferentes áreas de la genética, sirviendo como modelo a otras

agrupaciones de genetistas que acotarían sus intereses en áreas más específicas de esta ciencia, lo que se observa en la Asociación Mexicana de Genética Humana.

## **IV.- La Asociación Mexicana de Genética Humana, una historia con ramificaciones**

En nuestro país la institucionalización de la genética humana ha estado relacionada con la fundación y desarrollo de diferentes agrupaciones entre las que destaca la Asociación Mexicana de Genética Humana (AMGH), por ser una de las primeras en reunir a especialistas de esta rama de ciencia y promover, en medida de sus capacidades, la formación de recursos humanos que a la postre se dediquen tanto a la investigación como a la enseñanza. Esta Asociación ha llegado a ser quizá la agrupación científica más importante del país en cuanto a genética humana se refiere y su existencia ha sido un factor importante en el desarrollo de esta ciencia en México. Sin embargo, la AMGH no fue la primera agrupación que aglutinó a los investigadores de ésta u otras áreas de la genética, ese lugar es ocupado por la Sociedad Mexicana de Genética de la que se habló en el capítulo anterior.

Ante el proceso de especialización que experimentó la genética a partir de la década de los 60, un grupo de científicos mexicanos comenzó a discutir la necesidad de contar con una agrupación en la que se trataran de manera específica las aportaciones e inquietudes generados en la genética. Esta comunidad (algunos de cuyos miembros habían realizado especializaciones en genética humana en universidades extranjeras), decidió la creación de la Asociación Mexicana de Genética Humana (AMGH) en 1968.<sup>71</sup> ¿Quiénes fueron los

---

<sup>71</sup> Como corresponde a toda sociedad científica, la AMGH fue fundada ante notario público y con el consentimiento de la Secretaría de Relaciones Exteriores. *Vid.*, Notaría Número 58, escritura 27574, expediente 327598. En este expediente la SRE concede los permisos a la nueva asociación el cinco de abril de 1968, la que se constituyó formalmente el día 27.

miembros fundadores de la AMGH? Salvador Armendares, Leonora Buentello, José María Cantú, Alejandro Cuevas, Mario González Ramos, Susana Kofman, Héctor Márquez Monter, Antonio Quiroz, Adolfo Rosado, Mario Salazar Mallén, Carlos Zavala, María Teresa Zenzes y Rubén Lisker.<sup>72</sup>

La fundación de la AMGH representó un momento importante en el proceso de consolidación e institucionalización de esta disciplina. A partir de entonces los miembros de la AMGH participarían de manera activa, en diferentes instituciones públicas, para el proceso de aceptación y desarrollo de esta ciencia a través de las investigaciones, enseñanza y atención médica que proporcionaban en sus respectivos centros de trabajo.

Al surgir la AMGH, ésta conservó muchos de los parámetros mediante los cuales se guiaba la SMG y de la cual se había escindido, lo que no resulta extraño si se considera que ambas agrupaciones comparten una serie de principios: 1) Agrupar a los profesionistas interesados en el estudio de la genética, teniendo como fin mejorar sus conocimientos en beneficio de los propios asociados y de la colectividad; 2) Pugnar por el mejoramiento científico y profesional de sus asociados; 3) Establecer relaciones de intercambio con otras sociedades científicas; 4) Promover la enseñanza y la investigación dentro del campo de la genética; 5) Contar con instalaciones para la investigación; 6) Adquirir los bienes inmuebles, equipo y enseres necesarios para los fines de la agrupación y 7) la ejecución de actos no lucrativos y toda clase de contratos permitidos por la ley. Éstas son las semejanzas, ahora ¿Cuáles son los rasgos particulares de la AMGH?

---

<sup>72</sup> Rubén Lisker, “Situación de los servicios de genética médica en México”, en *Brazilian Journal of Genetics*, Núm., 20, Suplemento, 1999, p: 63-69.

El primero que puede mencionarse es el propio carácter de la AMGH la cual se define como una sociedad médica,<sup>73</sup> lo que habla de un principio de especialización que la diferencia de la SMG. No obstante, debe decirse, que dada la naturaleza interdisciplinaria de la genética humana, en la AMGH convergen especialistas no sólo de la medicina sino de otras especialidades como la biología, química y bioquímica en sus diferentes especializaciones.<sup>74</sup>

En cuanto a la configuración de sus agremiados la AMGH tuvo la virtud de establecer una serie de categorías con las cuales pudo dar cabida a profesionistas interesados en la genética humana desde varias disciplinas. Los socios se dividen en fundadores, numerarios, adscritos, correspondientes, honorarios, benefactores y estudiantes<sup>75</sup> en la siguiente proporción: numerarios 57%, estudiantes 19%, correspondientes 0.8% y 23% repartido entre fundadores, adscritos, benefactores y honorarios.<sup>76</sup>

Debe mencionarse que el hecho de que la AMGH contara en sus filas con especialistas de áreas del conocimiento diferentes a la medicina, no implicó un relajamiento en los parámetros de calidad de la propia asociación. Ya en los estatutos de 1980 se fijó una puntuación mínima que debía ser cubierta por los nuevos miembros de la AMGH, dicha puntuación se basaba en: a) contar con publicaciones en el área de genética, b) docencia en

---

<sup>73</sup> Ivan Hoe Gamboa Ojeda, *et. al.*, *Asociación Mexicana de Genética Humana*, p 18.

<sup>74</sup> Como ejemplo de lo anterior, baste decir que el presidente actual de la AMGH es ingeniero bioquímico de formación.

<sup>75</sup> Los socios fundadores son aquellos que firmaron el acta constitutiva de la Asociación; los numerarios son aquellos profesionistas que cuentan cuando menos con tres años de entrenamiento formal en genética humana, o bien con una maestría en genética o ciencias biológicas; los adscritos son profesionistas que sin haber recibido un entrenamiento formal de genética han demostrado interés en esta disciplina; los correspondientes son genetistas activos radicados fuera del país; los honorarios son miembros de la Asociación, nacionales o extranjeros, que hayan prestado grandes servicios a la enseñanza o investigación dentro de la genética; benefactores, quienes hayan aportado recursos económicos significativos; estudiantes, aquellos alumnos de posgrado en situación académica regular que participan activamente en un servicio o laboratorio de genética.

el área, c) presentación de trabajos de investigación en congresos nacionales o internacionales, d) contar con membresía en otras sociedades de genética nacionales o extranjeras y e) contar con una formación en el área de genética equivalente a una maestría o especialización.<sup>77</sup>

En 1985 los estatutos de la AMGH fueron nuevamente modificados en relación con el nivel de especialización. Ahora se establecía que los nuevos integrantes, además de los requisitos plasmados en los estatutos de 1980, debían contar con un adiestramiento no menor a dos años dentro de la disciplina,<sup>78</sup> lapso que fue ampliado a 3 años en los requisitos actualmente vigentes.<sup>79</sup> Conviene señalar que fue en 1985 cuando la AMGH estableció la entrega de un Premio Anual de Genética Humana como parte de los esfuerzos de la agrupación por despertar el interés de jóvenes científicos por la investigación, al igual que entre los miembros ya establecidos con anterioridad.<sup>80</sup> A partir de entonces dicho premio ha sido un buen aliciente para impulsar las investigaciones en esta rama de la ciencia.

Si bien el cambio que se menciona indica una clara tendencia a que los miembros de la AMGH contaran con una formación más especializada, debido en buena medida al avance tecnológico y científico en la materia, la AMGH siempre ha sido proclive a incluir en sus discusiones a especialistas provenientes de otras áreas del conocimiento como lo son filósofos y abogados; la labor de los dos últimos presidentes de la AMGH, Elisa Alonso y Hugo Barrera, ha sido particularmente fructífera en este aspecto. Cabe decir que este

---

<sup>76</sup> Los porcentajes están basados en la información ofrecida por el directorio de socios de la AMGH. *Vid.*, [www.geocites.com/amgh\\_mty](http://www.geocites.com/amgh_mty)

<sup>77</sup> Ivan Hoe Gamboa Ojeda, *et. al.*, *Asociación Mexicana de Genética Humana*.

<sup>78</sup> *Vid.*, *Asociación Mexicana de Genética Humana, Estatutos*, 1985. (s.p.i.)

<sup>79</sup> *Vid.*, [www.geocites.com/amgh\\_mty](http://www.geocites.com/amgh_mty)

esquema sería retomado más adelante por otras agrupaciones científicas como la Sociedad Mexicana de Medicina Genómica, fundada en 2003,<sup>81</sup> así como por otros grupos de trabajo entre los que está el Núcleo de Estudios en Salud y Derecho del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM que, desde 1992, se ocupa de discutir los aspectos éticos y legales que giran en torno a la genética humana.<sup>82</sup>

Como toda agrupación científica, la AMGH otorga derechos e impone requisitos de permanencia. Entre los primeros están la asistencia, el acatar los acuerdos generados por la mesa directiva y demostrar el propio quehacer científico; los requisitos, por supuesto, denotan la verdadera intención de las agrupaciones científicas cuyo fin último es representar un foro para la discusión científica y un espacio para el posible establecimiento de colaboraciones entre los agremiados. Como parte de los derechos están la presentación de trabajos en las sesiones extraordinarias así como la discusión de los mismos; proponer y discutir los programas anuales de trabajo, votar las modificaciones a los reglamentos, participar en las elecciones de los puestos directivos y recibir las publicaciones oficiales que la AMGH produzca.

Lo señalado en el párrafo anterior permite ver que, a diferencia de otras agrupaciones científicas, la AMGH contó desde sus inicios con una estructura abierta a la participación de sus agremiados. Ello sin duda ha sido uno de los factores que le han permitido una existencia ininterrumpida desde su fundación, así como una actividad fructífera en el apoyo de la difusión del conocimiento genético, lo que ha tenido lugar dentro de las posibilidades de la asociación misma. Aunque la AMGH, como otras agrupaciones, busca contar con las

---

<sup>80</sup> Ivan Hoe Gamboa Ojeda, *Op Cit.*

<sup>81</sup> *Vid.*, [www.somegen.org.mx](http://www.somegen.org.mx)

instalaciones para que en su seno se desarrolle la investigación científica, en la práctica se yergue sólo como un espacio que propicia el intercambio de información y que en un momento dado puede propiciar lazos de colaboración entre los distintos agremiados.

En lo concerniente a las publicaciones generadas por la Asociación, ésta no ha logrado contar con un órgano mediante el cual difunda el quehacer de sus agremiados. La carencia de una publicación propia resulta de particular importancia dado que la producción editorial de sus miembros ha corrido por cuenta propia, siempre en relación con las instituciones a las que cada uno pertenece.<sup>83</sup>

Debe mencionarse que a pesar de que la AMGH no cuenta con un órgano informativo propio, a diferencia de otras sociedades científicas, ha puesto un connotado interés por difundir la genética humana en ámbitos distantes a la capital del país. En sus estatutos se establece que si bien la sede de la asociación se ubica en el Distrito Federal la presidencia de la misma (bianual), deberá residir de manera alternada entre la capital del país y una de las 31 entidades federativas restantes a fin de promover con mayor eficacia que estudiantes, investigadores y profesionistas de áreas relacionadas con la genética humana se unan a la Asociación y participen de sus actividades. Entre éstas se cuentan los cursos de difusión que anteceden a los congresos anuales.

---

<sup>82</sup> Vid., [www.juridicas.unam.mx](http://www.juridicas.unam.mx)

<sup>83</sup> En 1986 al cumplirse 18 años de la fundación de la AMGH, la mesa directiva editó tres números consecutivos del así llamado *Boletín Informativo de la AMGH*, cuyo carácter fue más bien conmemorativo. Conviene mencionar que durante la búsqueda de documentos referentes a la historia de la AMGH el secretario de Archivo, Manuel Arteaga, señaló que el acervo de la AMGH no contaba con ningún ejemplar de esa publicación. En cuanto a la participación de los agremiados en diferentes revistas uno de los miembros fundadores de la agrupación, Rubén Lisker, señaló en una entrevista realizada en el segundo semestre de 2004 que en todas estas publicaciones los investigadores no participan en su calidad de como miembros de la AMGH aunque sí hacen referencia a la institución en donde laboran.

Lo mismo que la Asociación los congresos se han transformado con el tiempo. La primera reunión tuvo lugar en 1972 y a partir de 1974 las subsecuentes tomaron la categoría de congresos realizándose, todos ellos, fuera del Distrito Federal de manera ininterrumpida con excepción de los años 1976 y 1981. En estos años fueron suspendidos por coincidir con los congresos internacionales de los cuales el quinto, en 1976, fue realizado en la ciudad de México y organizado por la AMGH.

Los congresos han sido foros en los que la AMGH ha desplegado una estrategia para involucrar a universidades estatales en la realización de los mismos, facilitando con ello la difusión de esta rama de la ciencia. Los espacios en donde se han efectuado son los siguientes:

- 1.- 1974 ciudad de México
- 2.- 1975 Guadalajara
- 3.- 1977 Monterrey
- 4.- 1978 Puebla
- 5.- 1979 Veracruz
- 6.- 1980 Guanajuato
- 7.- 1982 Zacatecas
- 8.- 1983 Morelia
- 9.- 1984 Saltillo
- 10.- 1985 Oaxaca
- 11.- 1986 Puebla
- 12.- 1987 Querétaro
- 13.- 1988 Aguascalientes
- 14.- 1989 Mérida
- 15.- 1990 Jalapa
- 16.- 1991 Acapulco
- 17.- 1992 Mazatlán
- 18.- 1993 Tlaxcala

- 19.- 1994 Puerto Vallarta
- 20.- 1995 San Luis Potosí
- 21.- 1996 Manzanillo
- 22.- 1997 Guadalajara
- 23.- 1998 Guanajuato
- 24.- 1999 Zacatecas
- 25.- 2000 Monterrey
- 26.- 2001 Puerto Vallarta
- 27.- 2002 Veracruz
- 28.- 2003 Morelia
- 29.- 2004 San Luis Potosí
- 30.- 2005 Monterrey

Previo a cada congreso se lleva a cabo un curso dirigido a los estudiantes universitarios a fin de interesarlos en la genética humana. Estas actividades, junto con los cursos de actualización ofrecidos por la AMGH en el Distrito Federal, han sido foros de los cuales han surgido nuevos estudiantes, investigadores y docentes en esta rama de la ciencia así como nuevos agremiados para la asociación misma<sup>84</sup> cuyo número ha oscilado la mayor parte del tiempo entre los 200 y los 400 integrantes. En 2005 el directorio de socios de la AMGH incluye 371 miembros distribuidos de la siguiente manera:

	3	Otros países
	223	Ciudad de México
	42	Nuevo León
	40	Jalisco
	20	Puebla y Estado de México
	7	Veracruz
	8	Zacatecas, Sinaloa
	15	Yucatán, San Luis Potosí, Tlaxcala, Michoacán, Morelos
	6	Tabasco, Tamaulipas, Oaxaca
	7	Baja California, Coahuila, Chihuahua, Chiapas, Guanajuato, Hidalgo, Querétaro
<b>Total de agremiados</b>	<b>371</b>	

De acuerdo con este listado en 12 entidades federativas no hay médicos asociados a la AMGH.<sup>85</sup> A nivel institucional, en 2003, la AMGH contaba con 73 centros de asistencia e investigación en genética humana afiliados.

	37	Ciudad de México
	7	Nuevo León
	10	Puebla, Jalisco
	3	Estado de México
	2	Yucatán
	14	Baja California, Chihuahua, Coahuila, Guanajuato, Hidalgo, Michoacán, Morelos, Sinaloa, Oaxaca, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas, Tlaxcala, Zacatecas
<b>Total de centros afiliados</b>	<b>73</b>	

De los 73 centros afiliados 11 son institutos nacionales de salud; 6 departamentos, laboratorios u hospitales de la Secretaría de Salud, 2 del IMSS y 2 del ISSSTE, 3 en hospitales privados, 12 pertenecientes a distintas universidades y el resto en diferentes instituciones ubicadas en los estados. Los datos anteriores destacan, por un lado, el carácter

---

<sup>84</sup> Entrevista con Elisa Alonso Vilatela.

centralista de la actividad científica en México y, por el otro, el papel de la AMGH como una agrupación que ha contribuido a la práctica y enseñanza de la genética humana en México aspecto por demás importante en la institucionalización de una ciencia. Si bien en este proceso el Estado ocupa el papel principal, los primeros pasos del mismo tienen lugar dentro de las agrupaciones científicas, las cuales reflejan en su organización y en la práctica el carácter propio de la disciplina a la que impulsan.

No puede negarse que ante la complejidad que ha adquirido el conocimiento científico, la especialización del saber es inevitable. Sin embargo, en el caso de la genética humana y de la AMGH, los intereses de médicos, químicos, biólogos, juristas y filósofos, son coordinados en un espacio donde las discusiones tienden a lo multi e interdisciplinario, buscando imbricarse con el desarrollo de la sociedad. Lo anterior se ha logrado en buena medida por la organización de la AMGH de la que destacan tres aspectos:

- a) A diferencia de otras sociedades en las que impera una estructura centralista, en la AMGH se establece que cada mesa directiva tendrá una vigencia de dos años y que la presidencia de la misma se alternará entre el Distrito Federal y una de las 31 entidades federativas restantes.
- b) Se establece una serie de categorías para los miembros de la agrupación. Ello ha ampliado el campo de las discusiones de la genética humana al incorporar a profesionistas provenientes de áreas del conocimiento distintas a la medicina, como lo pueden ser filósofos y abogados.
- c) Se implantan derechos y obligaciones encaminados a que los socios activos participen de las discusiones que se generan en torno a la genética humana, abordándola desde sus respectivos campos del conocimiento en una forma articulada.

---

<sup>85</sup> Vid., [www.geocites.com/amgh\\_mty](http://www.geocites.com/amgh_mty)

El quehacer de la AMGH muestra en parte la forma en que una disciplina científica abarca de manera progresiva distintas esferas de lo social, lo que se observa a través del establecimiento de laboratorios para la investigación y centros de atención médica, la colaboración entre grupos de científicos y las discusiones que se han generado. Al observar el desarrollo de la genética humana observamos que este proceso no puede entenderse sin la participación de aquellos investigadores y médicos que decidieron conformar la AMGH la cual ha fungido como un foro que coadyuvó a la conformación de redes de conocimiento en la materia durante diferentes etapas de desarrollo de la genética humana. Éstas comprenden cuatro periodos, dos de ellos propuestos por Salvador Armendares y Rubén Lisker<sup>86</sup> y dos más propuestos por la presente investigación.

El primero periodo corre de 1949 a 1968, marcado por la aparición de los primeros trabajos en genética humana en nuestro país y la fundación de la AMGH; el segundo que transcurre de 1969 a 1988 y se define por el establecimiento del primer programa de posgrado con especialidad en genética médica y los análisis que Armendares y Lisker hicieron sobre estas dos primeras etapas. Un tercer periodo comprende de 1989 a 2003 y en él puede observarse el surgimiento de nuevas sociedades científicas e instituciones relacionadas con la genética humana. El último lapso inicia en 2004 y continúa en el presente, siendo caracterizado por la fundación del Instituto Nacional de Medicina Genómica. A través de estas etapas puede analizarse, además, la participación del Estado en la actividad científica así como el impacto que un segmento de la comunidad científica nacional ha tenido en materia de difusión y divulgación en los últimos años.

---

<sup>86</sup> *Vid.*, Salvador Armendares y Rubén Lisker, “XII. La genética humana”.

## V.- Primera etapa de la genética humana en México, 1949-1968

Los primeros hallazgos sobre la herencia humana pueden rastrearse hacia 1900 cuando fueron descritas las diferencias entre los diversos grupos sanguíneos. Este conocimiento fue la base para que en las décadas siguientes se desarrollara la genética de poblaciones, primera rama de la genética humana en ser introducida en nuestro país, cuando en 1949 Mario Salazar Mallén, en el Hospital General,<sup>87</sup> quien de acuerdo con Rubén Lisker llevó a cabo una investigación referente a los grupos sanguíneos de indígenas y mestizos.<sup>88</sup> Estas investigaciones serían ampliadas durante la década de los 50 tanto por Salazar Mallén, cuyos trabajos estuvieron íntimamente relacionados con la inmunología,<sup>89</sup> como por otros

---

<sup>87</sup> Rubén Lisker, “Situación de los servicios de genética médica en México”, en *Brazilian Journal of Genetics*. La información proporcionada por este autor coincide con la ofrecida por Salvador Armendares Sagrera en “La genética humana”.

<sup>88</sup> Debe anotarse que a pesar de las referencias que diferentes genetistas hacen del trabajo de Salazar Mallén con respecto a los grupos sanguíneos de indígenas y mestizos, estos no fueron localizados.

<sup>89</sup> Las referencias sobre Salazar Mallén si bien son escasas reflejan el interés de este médico por describir la patología de algunas enfermedades, por lo que se considera que sus investigaciones tenían una clara relación con la inmunología. En *Bibliografía general de la Academia Nacional de Medicina 1836-1956*, escrita por Francisco Fernández del Castillo, los trabajos citados de Salazar Mallén son los siguientes: “Estudios de la flora faríngea de los grupos de niños de la ciudad de México con referencia a la existencia de estreptococo hemolítico” (1948); “Factores psicológicos en las enfermedades” (1952); “Estudio inmunológico de restos óseos antiguos” (1952); “El problema de la autosensibilización y la patogénesis de algunos procesos esenciales (1953); “Algunos problemas en la doctrina de la alergia” (1955). A la bibliografía citada se suma la que proporciona Somolinos D’Ardois en *Bibliografía General de la Gaceta Médica de México 1957-1976*: “Consideraciones acerca del origen del hombre americano desde el punto de vista inmunohematológico” en coautoría con Teresa Arias (1959); “Comentario al trabajo Relación semántica entre patología y signo” (1959); “Comentario al trabajo Características del asma bronquial en México” (1960); “Comentario al trabajo Alergia a la penicilina” (1960); “Mesa de discusión coordinada sobre nuevas adquisiciones en el conocimiento del cáncer. Introducción y presentación del tema” (1961); “Un nuevo método de exploración genética. La morfología normal y patológica de los cromosomas humanos” en coautoría con Salomón Calderón, Teresa Arias y Librado Ortiz, (1961); “Comentario al trabajo Infección y antibióticos en quemaduras graves” (1962); “Papel del Estado en la atipatogenia de la conducta antisocial” (1962); “Tratamiento de los estados reaccionales en la lepra y en la oncocercosis” (1964); “Simposio Centenario de la publicación de los trabajos de Gregorio Mendel sobre genética. Introducción” (1965); “Las leyes de la herencia y la patología humana” (1965); “Comentario al trabajo características hematológicas de la población mexicana” (1965); “Simposio Asma bronquial. Introducción” (1966); “Efecto invitro del virus rábido sobre la estructura de los cromosomas humanos” en coautoría con Juan Ruiz Gómez y M. F. Amescua Cavaría (1967);

científicos que trabajaron también con marcadores en grupos sanguíneos. Si bien no puede desconocerse la importancia de estas investigaciones y descubrimientos, la bibliografía existente no pasa de meras referencias, situación que cambiaría de manera acelerada en la década de los 60 cuando la biología molecular, ya con los descubrimientos de Watson y Crick en su haber, penetrara en las ciencias que hoy son afines a la genética.

Los trabajos con marcadores sanguíneos realizados por Salvador Mallén a partir de 1949 y que son mencionados por varios autores, fueron ampliados en la década de los 60 por Rubén Lisker y un grupo de colaboradores.<sup>90</sup> A ello se sumó el trabajo de otros hematólogos de la Comisión Federal de Energía Nuclear entre los que destacaba Francisco León De Garay, quien a comienzos de la década de los 60 era de los pocos científicos mexicanos, si no el único, con entrenamiento formal en el campo de la genética.<sup>91</sup> Conforme la biología molecular avanzó también lo hicieron las investigaciones en el área de la citogenética; en este campo las primeras técnicas fueron empleadas por Mario

---

Comentario al trabajo Consideraciones sobre las fases tisulares de algunos agentes patógenos” (1967); “Simposio La investigación científica para la salud en México. IV Tratamiento de la oncocercosis con un derivado de nitrotiazol” en coautoría con Dolores González Barranco y David Mitrani Levy (1967); “Estudios de inmunointerpretación en lepra” en coautoría con Ma. Eugenia Amescua y Alejandro Escobar Gutiérrez (1968); “Simposio Trabajo de sección. Inmunología clínica. II De la alergia a la inmunología clínica” (1968); “Simposio Biología y patología de las enzimas. V Estudio sobre las enzimas de origen leucocitario”, en coautoría con David Mitrani Levy y Sergio R. Ulloa Lugo (1969); “Simposio Trabajo de sección. La alergia como enfermedad en el humano. II Estudio sobre la atopía en México, los grupos eritrocitarios y el serológico Gm(1) en la población normal y en la atópica”, en coautoría con Ma. Eugenia Amescua Cavaría y David Mitrani Levy (1969); “Estudios biológicos en un caso de anomalía de Peter-Huet y otro de enfermedad de Chediak-Gigashi” en coautoría con David Mitrani Levy y María Eugenia Amescua (1969); “Genes, hepatitis y antígeno australiano”, en coautoría con Alejandro Escobar y Juan Somolinos Palencia (1970); “Simposio Civilización y enfermedad. I La ciudad en la historia y V Comentario final” (1972); “Simposio Diagnóstico prenatal de enfermedades hereditarias. VI Consideraciones eugénicas a propósito del diagnóstico intrauterino” (1972), simposio en donde también participaron Rubén Lisker, Salvador Armendares, Antonio Velásquez y Mario González Ramos; “In memoriam A la memoria del Doctor Ignacio González Guzmán” (1972); “Quimioterapia experimental de la oncocercosis” en coautoría con Dolores González Barranco y Juan Jurado Mendoza (1976).

<sup>90</sup> Rubén Lisker, “Situación de los servicios de genética médica en México”.

<sup>91</sup> Salvador Armendares y Fabio Salamanca, “La investigación y la enseñanza de la genética humana en México”.

González Ramos en el Sanatorio Español a partir de 1965.<sup>92</sup> De acuerdo con la bibliografía existente puede suponerse que las investigaciones en genética humana en México no tuvieron mayor avance sino hasta finales de la década de los 60 cuando se estableció el primer programa de genética médica en 1969, a cargo de Salvador Armendares,<sup>93</sup> dentro del Hospital de Pediatría del Instituto Mexicano del Seguro Social.

Como se observa los años 60 fueron de gran importancia para la genética humana en nuestro país no sólo por la penetración de la biología molecular en las ciencias de la vida, penetración que a decir de Hugo Barrera, presidente de la AMGH, tuvo cierto retraso en México con respecto a otros países, sino porque el surgimiento de laboratorios e instituciones públicas marcó de manera decisiva la institucionalización de esta práctica científica con la subsecuente generación de recursos humanos calificados. En este momento se hace necesario presentar una definición básica de algunos conceptos como genética médica, clínica y la citogenética, dado que en la década de los 60 se establecieron grupos de trabajo con cierta especialización en estas áreas, lo que no implica una estricta separación de las mismas. Esta condición provoca que las definiciones y los ámbitos de cada una no sean excluyentes entre sí.

### **Citogenética**

La citogenética deriva de la citología, nombre con el que actualmente se conoce a la biología celular, y de la genética. Esta área ha visto la unión de la genética con la bioquímica alcanzando el nivel molecular. Básicamente puede entenderse a la citogenética

---

<sup>92</sup> Rubén Lisker, "Situación de los servicios de genética médica en México".

<sup>93</sup> A mediados de la década de los 60 Salvador Armendares podía ser considerado como uno de los pocos médicos interesados en la genética humana, de hecho fue el primer mexicano en realizar estudios de posgrado en el extranjero, en la Universidad de Oxford, Inglaterra, con una especialización en genética humana.

como la disciplina encargada de estudiar las bases cromosómicas y moleculares de la herencia con aplicaciones en la agricultura, veterinaria y la medicina.

### **Biología molecular**

La biología molecular se encarga del conocimiento de la organización submicroscópica o la ultraestructura de la célula, así como sus procesos funcionales y fisicoquímicos. Esta rama del conocimiento surge básicamente de la combinación de la citología con la bioquímica, fisicoquímica y la química macromolecular y coloidal. Su desarrollo ha estado sumamente ligado al de la morfología y fisiología celulares, por lo que es imposible separarlas. Ha penetrado de manera decisiva el campo de la genética a través de la bioquímica, la genética molecular e incluso la patología a partir del estudio de enfermedades moleculares.

### **Genética**

La genética (del griego *gennán*, producir) se define básicamente como la ciencia que estudia la herencia. Como toda área del conocimiento, la genética cuenta con varias ramas o subdivisiones que deben ser diferenciadas. Para los fines de este trabajo nos centraremos en la genética biomédica, genética clínica, genética médica y genética molecular antes de ofrecer definición de la genómica, área en la que deriva el desarrollo de las demás. La genética se define básicamente como la ciencia que estudia la herencia. La **genética bioquímica** se relaciona con la naturaleza física y química de los genes y los mecanismos por los que estos controlan el desarrollo y la conservación del organismo. La **genética médica** se refiere al estudio de los posibles factores genéticos que influyen en la frecuencia de una patología en tanto que la **genética clínica** se encarga de la atención al paciente. Conviene aclarar que el término *clínica* por sí solo se refiere a la observación real y el

tratamiento de pacientes con base en dicha observación. La **genética molecular** se relaciona con la estructura molecular y las actividades del material genético.<sup>94</sup> El término de **genómica** puede ser definido como la aplicación de las diferentes áreas de la genética a la medicina.

### **V.1.- Definiciones de genética: la medicina genética y la genómica**

Al igual que con los términos anteriores no existe una definición única para la medicina genética y genómica, la farmacología y la terapia génica. Al revisar los artículos y libros de diferentes especialistas llama la atención que entre estos no hay acuerdo pleno para la definición de cada término por lo que conviene exponer las definiciones generales que cada uno ofrece al respecto.<sup>95</sup>

Salvador Armendares considera que la diferencia principal entre la medicina tradicional y la medicina genómica radica en el carácter predictivo de la segunda. Ésta será individualizada y conocerá la predisposición que un individuo tiene a adquirir o desarrollar diferentes enfermedades.

Al igual que se establece una diferencia entre la medicina tradicional y la genómica, es necesario distinguir la segunda con la medicina genética o genética clínica. Esta última se encargaba del estudio de las enfermedades hereditarias a partir de las manifestaciones de los genes en el individuo y las modificaciones provocadas por el medio ambiente. La medicina genómica, por su parte, establece un diagnóstico con base en el conocimiento del

---

<sup>94</sup> Robertis y Robertis, *Biología celular y molecular*.

genoma del propio individuo y la forma en que éste reacciona a un medicamento específico.

Elisa Alonso Vilatela señala que los conocimientos y aplicaciones generados en el campo de la genética han tenido un desarrollo portentoso. Ello hace diferente a la genética contemporánea de aquella que se desarrollaba a finales de la década de los 60 que tenía que ver más con los aspectos clínicos. Dado que la genética molecular era más bien incipiente y la farmacogenética apenas comenzaba a ser desarrollada, la atención médica estaba muy relacionada con el diagnóstico y asesoramiento genético basados en un diagnóstico prenatal.

Los avances en el conocimiento del genoma humano y la biología molecular han permitido que los diagnósticos realizados vayan más allá de la sola aplicación de conocimientos bioquímicos incorporando pruebas a nivel molecular. La medicina genómica se entiende como la aplicación de todas las pruebas de la biología molecular a la medicina. La genética clínica o medicina genética, se refiere entonces a la atención al paciente y a la formación de un cuadro clínico a partir del contacto con el propio paciente. En cuanto a la terapia génica, ésta consiste en el uso de pruebas moleculares para tratar de modificar la expresión de los genes y de esta manera curar las enfermedades.

Rubén Lisker señala que no deben existir discrepancias entre los términos medicina genética y genómica en tanto que ambos son históricos. Hasta hace pocas décadas al hablar de genética el término correspondía a la medicina genética; sin embargo, los avances en la materia han permitido el análisis directo del ADN con fines de diagnóstico así como

---

<sup>95</sup> Con excepción de la definición de Gerardo Jiménez Sánchez, el resto han sido obtenidas a partir de las

entrever la posibilidad de que estos conocimientos fueran empleados con fines terapéuticos en lo que se conoce como terapia génica, la cual consiste en la manipulación del material genético de células vivas para mejorar o corregir algún padecimiento genético. Hasta hoy la terapia génica sólo es empleada en protocolos de investigación. La producción de fármacos entraría en lo que hoy día se conoce como farmacogenómica y que antes era conocido como farmacogenética, campo que busca optimizar o individualizar el empleo de medicinas para cualquier enfermedad en función de la estructura genética de cada persona.

Otro investigador, Fabio Salamanca, considera que la genética médica está más restringida al estudio de la patología, misma que es condicionada por mecanismos genéticos en el hombre. La genética humana implica no sólo la patología, sino el reconocimiento de los mecanismos por medio de los cuales funciona y se transmite el material genético, por lo que su campo de acción es mucho más amplio que el de la genética médica.

Susana Kofman establece que la genómica es parte de la genética, esta última abarca las enfermedades que son producidas por un solo gen. En lo tocante a la genómica, esta rama se refiere al estudio masivo de los genes e involucra a todas las enfermedades comunes causadas por varios genes.

Al hablar de genética y genómica también se habla de farmacogenética y de farmacogenómica. La farmacogenética estudia los efectos que tienen ciertos productos sobre el individuo los cuales están controlados por un solo gen; la farmacogenómica se refiere al estudio de los individuos con una patología particular que permita una medicación

personalizada. Si bien estos términos guardan una fuerte relación, la investigadora apunta que los conceptos en medicina son modificados en un lapso de tiempo variable, apuntando ahora hacia una práctica preventiva que maneje los genes del individuo o al menos sus características.

Para los fines que persigue la Historia de la Ciencia, Hugo Barrera ofrece una de las mejores definiciones de estos términos al resaltar su estrecha relación y carácter dinámico. Barrera señala que la medicina genómica es el fruto de una época de la genética en la que la nueva tecnología, llamada tecnología genómica reforzó a las herramientas empleadas hasta ese momento para la investigación, limitadas antes a la observación del paciente y su fenotipo. La tecnología genómica sumó las técnicas del ADN recombinante con un impacto de tal magnitud que ha resultado en un partearguas dentro de la ciencia. No obstante, Barrera añade que al hablar de genómica no se habla de otra cosa que de la biología molecular aplicada a la medicina. En tanto que anteriormente la medicina genética o génica hacía predicciones sobre un gen, la medicina genómica busca la apreciación de todo el genoma humano.

Muy semejante a esta acotación de los términos es la de Gerardo Jiménez Sánchez, primer director del Instituto Nacional de Medicina Genómica, quien enfatiza las diferencias entre la medicina genómica y la genética humana (medicina genética o genética clínica para otros autores). En el campo de la salud, la genética humana es una especialidad de la medicina dirigida a un grupo acotado de padecimientos. La medicina genómica en cambio, abarca toda la atención a la salud, con base en las características y predisposiciones

individuales inscritas en el genoma a fin de adecuar el entorno, la prevención y el mayor número de las enfermedades comunes.<sup>96</sup>

Como se observa todas estas definiciones comparten algunos elementos; con base en ello podemos describir a la genética humana, también llamada genética clínica o medicina genética, como la rama del saber médico que estudia de manera individual a los genes y los efectos que estos provocan. La genómica, o medicina genómica, aunque relacionada con la primera es más ambiciosa pues estudia las funciones de numerosos genes de manera simultánea, así como las interacciones que existen entre ellos y el medio ambiente.

De manera semejante la farmacogenética y la farmacogenómica buscan crear medicamentos para tratar enfermedades diversas. La primera se apoya en el diagnóstico clínico, la segunda lo hace en el estudio de la respuesta conjunta de un conjunto de genes a un fármaco determinado. Al acotar estos términos necesariamente debe hacerse lo mismo con la terapia génica. Ésta puede entenderse como una modalidad de la medicina que pretende la introducción de genes a un organismo para el control o curación de ciertas enfermedades.<sup>97</sup>

Hasta ahora hemos definido algunas de las ramas de la medicina relacionadas con la genética, las cuales comenzaron a ser desarrolladas durante esta primera etapa que concluye con la fundación de la Asociación Mexicana de Genética en 1968. A partir de ello nos es posible abordar el surgimiento de los espacios donde la genética humana continuó desarrollándose a partir de 1969, cuando inició el segundo periodo de desarrollo de esta

---

<sup>96</sup> Gerardo Jiménez Sánchez, “En el umbral de la medicina genómica”.

<sup>97</sup> Hasta ahora, básicamente, la terapia génica está limitada a las células somáticas de animales de laboratorio.

ciencia con el establecimiento del primer programa de genética médica, a cargo de Salvador Armendares, en el Hospital de Pediatría del IMSS.

## **VI.- Segunda etapa de la genética humana en México, 1969-1987**

El segundo periodo en el desarrollo de la genética humana en nuestro país está marcado por un acelerado proceso de institucionalización. En él tomaron parte básicamente instituciones públicas entre las que se cuentan casas de estudio, hospitales, institutos de investigación y de salud. Unas y otros se vincularon en la generación de conocimientos y la formación de recursos humanos especializados formados por vez primera en México, en un contexto en el que la genética estaba fuertemente relacionada con la práctica clínica. Hacia finales de la década de los 80 esta ciencia comenzó a fijarse una tendencia hacia la genética médica, tendencia que alcanzaría mayores proporciones llegadas la tercera y cuarta etapas de la institucionalización.

Como toda herramienta empleada en el quehacer histórico, la periodización presenta algunas desventajas toda vez que separan acontecimientos que forman parte de un mismo proceso que no responde a divisiones tajantes, como se verá los apartados referentes a las etapas de institucionalización de esta ciencia. No obstante, a fin de conjurar los riesgos que supone el establecimiento de etapas en este proceso, debemos aclarar el por qué esta segunda etapa transcurre entre 1969 y 1987.

El primer elemento es que básicamente se respeta la división hecha por Salvador Armendares quien consideró que la primera etapa de desarrollo comprendía el periodo 1949-1968 en tanto que la segunda comprendía de 1968 a 1987. Armendares consideró la fundación de la AMGH como el acontecimiento que separó ambas etapas de

institucionalización. Sin embargo, para los fines que persigue este trabajo la división toma como base a 1969 pues a partir de ese año el Estado impulsaría a esta ciencia a través de la creación de instituciones y programas de estudio tal y como se detallará páginas adelante. El cierre en 1987 corresponde a la año en que Armendares publicó su comentarios sobre el desarrollo de la genética humana en México.

Aunque 1987 no coincide con un acontecimiento tan significativo en la ciencia como los que acontecieron en 1949, 1968 o 1969,<sup>98</sup> se acerca bastante a cambios que se presentaron en las condiciones que normaron el desarrollo de la ciencia apoyada por el Estado hacia la década de los 90 y por una tendencia en los estudios de genética a basarse principalmente ya no en la práctica clínica, sino en la genética médica. Estos aspectos se harían más notorios en los periodos correspondientes a la tercera y cuarta etapas de institucionalización. Ahora, para entender la forma en que el Estado amplió los espacios para la investigación y formación de recursos humanos a partir de 1969 conviene recordar los primeros pasos seguidos por la genética humana en nuestro país.

Para su estudio la genética humana puede ser dividida en genética de poblaciones, citogenética y genética clínica. Aunque todas guardan contacto entre sí es necesario apuntar que la primera que se desarrolló en México fue la de poblaciones cuando Mario Salazar Mallén, a finales de la década de los 40, trató algunos aspectos relacionados con marcadores sanguíneos al llevar a cabo sus estudios sobre padecimientos alérgicos. Es necesario mencionar ahora que si bien autores como Salvador Arrendares, Rubén Lisker y Susana Kofman hacen referencia a estos trabajos realizados por Mallén, no hay referencia

de los mismos en la *Bibliografía general de la Academia Nacional de Medicina* realizada por Francisco Fernández del Castillo, ni en el expediente que se tiene de él en dicha academia.

De cualquier forma, lo cierto es que al comenzar la década de los 60 las investigaciones sobre genética de poblaciones fueron ampliadas por el grupo encabezado por Rubén Lisker en el Laboratorio de Hematología del Hospital de Enfermedades de la Nutrición, así como por las investigaciones que tuvieron marco dentro del Programa de Genética y Radiobiología de la Comisión Nacional de Energía Nuclear, cuyo grupo de científicos era encabezado por Francisco León de Garay. En su momento ambos investigadores llevaron a cabo estudios de posgrado en el extranjero relacionados con algún área de la genética, toda vez que en el país no se contaba con programas de este tipo. Esta situación cambiaría a finales de los años 60.

En la formación de recursos humanos se estableció un binomio entre las instituciones de educación superior y algunas del sector salud. En las universidades la genética humana como tal hizo su aparición en la Benemérita de Puebla, Guadalajara (ambas públicas) y en tres casas de estudio privadas: La Salle, Anáhuac y de Monterrey.<sup>99</sup> La Benemérita de Puebla fue la primera institución en cuyas aulas se impartieron conocimientos de genética a nivel licenciatura a finales de la década de los 60. Más tarde se sumaron las Universidades de Guadalajara y Coahuila.<sup>100</sup> En la Universidad Nacional, a nivel licenciatura la genética era impartida dentro de algunas de las materias del plan de estudios pero no de manera

---

<sup>98</sup> Nos referimos a los primeros trabajos publicados por Salvador Mallén en relación con la genética humana (1949); la fundación de la Asociación Mexicana de Genética Humana (1968); y el primer programa de posgrado en medicina con especialidad en genética médica (1969).

<sup>99</sup> Salvador Armendares, "Enseñanza y perfeccionamiento de la genética médica".

<sup>100</sup> Rubén Lisker, "IV Genética Clínica".

específica, situación que se modificó en 1994 cuando empezó a impartirse en cursos específicos dentro de la carrera de medicina. Ello contrasta con el hecho que desde 1969 la propia Universidad avalaba una maestría con especialización en genética médica. A partir de esa fecha y en menos de diez años, la institucionalización de la genética experimentó un impulso decisivo con el establecimiento de cuatro espacios vinculados tanto con la investigación como con la enseñanza. Estos cuatro espacios dependían de igual número de centros de atención médica que se adhirieron al programa unificado impartido por la UNAM. El primero de ellos fue el Hospital de Pediatría del Centro Médico Nacional al que se sumaron las siguientes instituciones:<sup>101</sup>

Instituto de Enfermedades de la Nutrición	Secretaría de Salud	1970
Hospital General	Secretaría de Salud	1973
Hospital Infantil de México	Secretaría de Salud	1976

Más adelante se incorporó el Hospital Manuel Gea González, empero las actividades en esta sede fueron suspendidas. En la década de los 80 hicieron lo mismo los institutos nacionales de Pediatría y Neurología, ambos dependientes de la Secretaría de Salud.

Aunque los estudios de genética en nuestro país no surgieron en la ciudad de México, sí fue en ésta donde cobraron importancia con mayor velocidad para irse esparciendo de manera paulatina a otros puntos de la República. De manera particular los estudios de posgrado se extenderían al occidente y norte del país cuando en el Centro de Investigaciones de Occidente del IMSS la Unidad de Investigación y la Universidad de Guadalajara, establecieron un curso de especialización en genética médica. Esta situación

---

<sup>101</sup> Salvador Armendares, “Enseñanza y perfeccionamiento de la genética médica”.

sería similar en Monterrey donde la universidad estatal estableciera un posgrado en Ciencias con especialidad en citogenética.<sup>102</sup> Cabe decir que entre los investigadores que sentaron las bases para esta dispersión de los estudios en genética se encuentran José María Cantú y Bertha Ibarra en el caso de Guadalajara, Marco Antonio Macías Flores para Puebla y Zacatecas,<sup>103</sup> así como Hugo Barrera en el caso de Monterrey donde, en la universidad del mismo nombre, existe una maestría en ciencias con especialidad en citogenética.<sup>104</sup>

El avance del proceso de institucionalización de la genética humana en sus distintas áreas (citogenética, bioquímica, de poblaciones, médica, clínica, molecular, etc.), no puede disociar la labor de los centros de educación superior de la realizada en hospitales e institutos de salud. No es fin de este trabajo tratar de manera particular a cada uno de los centros de investigación en donde se ha desarrollado la genética humana, a cambio ofrecemos un panorama general de este periodo en el que esta ciencia fincó buena parte de su desarrollo en los conocimientos generados por la genética clínica. Ello no quiere decir que esta rama estuviera separada de la genética médica; empero, como se mencionó antes, todavía a comienzos de la década de los 70 los avances en genética molecular e ingeniería genética relacionados con la genética médica eran limitados. Conforme estos avanzaron una serie de laboratorios comenzó a hacer investigaciones sobre aspectos más específicos del genoma humano, aunque no siempre en una colaboración del todo coordinada.

---

<sup>102</sup> Salvador Armendares y Fabio Salamanca, “La investigación y la enseñanza de la genética humana en México”.

<sup>103</sup> Gamboa Ojeda, Ivanhoe, *et al.*, *Asociación Mexicana de Genética Humana*.

<sup>104</sup> Susana Kofman y Salvador Armendares, “La genética humana en México”.

Hacia 1982 el número de laboratorios de genética humana en el país aún era reducido: 19 en total, cuatro de ellos repartidos en los estados de Guadalajara, Nuevo León, Puebla y Monterrey.<sup>105</sup> Sin embargo, para finales de la década de los 80 se contaba con una infraestructura significativa que abarcaba diferentes áreas de la genética en los siguientes espacios:<sup>106</sup>

### **Instituto Mexicano del Seguro Social**

- 1.- Hospital de Pediatría del Centro Médico Nacional (C.M.N.)
- 2.- Laboratorio de citogenética de la Unidad de Investigación de Genética Humana del Centro de Investigaciones Biomédicas de Occidente (C.I.B.O.)
- 3.- Centro Médico La Raza
- 4.- Hospital de Ginecología número 4
- 5.- Hospital General de Zona (Puebla)
- 6.- Unidad de Investigaciones Biomédicas del Noreste (Monterrey)

### **Secretaría de Salud**

- 7.- Hospital General
- 8.- Instituto Nacional de Cardiología
- 9.- Instituto Nacional de Pediatría
- 10.- Instituto Nacional de Neurología
- 11.- Laboratorio de Hematología del Instituto Nacional de Nutrición Salvador Zubirán (I.N.N.S.Z.)
- 12.- Instituto Nacional de Perinatología
- 13.- Departamento de Genética, (I.N.N.S.Z.)
- 14.- Laboratorio de Citogenética (I.N.N.S.Z.)
- 15.- Hospital de la Mujer
- 16.- Hospital Manuel Gea González
- 17.- Hospital Infantil de México Federico Gómez
- 18.- Hospital Civil Aurelio Valifiesco (Oaxaca)

---

<sup>105</sup> Rubén Lisker, "IV Genética Humana".

<sup>106</sup> *Vid.*, Rubén Lisker, "IV Genética Clínica"; Salvador Armendares y Rubén Lisker, "La genética humana" y Salvador Armendares y Fabio Salamanca, "La investigación y la enseñanza de la genética humana en México".

## **Instituto de Seguridad y Servicios Sociales para los Trabajadores del Estado**

19.- Centro Médico 20 de Noviembre

### **Hospitales y universidades particulares**

20.- Universidad La Salle

21.- Universidad Anáhuac

22.- Universidad de Monterrey

23.- Hospital Español

24.- Hospital O'Horan (Mérida)

### **Centros de educación superior**

25.- Instituto de Investigaciones Biomédicas (UNAM)

26.- Universidad Benemérita Autónoma de Puebla

27.- Universidad de Guadalajara

28.- Instituto Hideyo Noguchi (Mérida)

29.- Hospital Universitario de León

30.- Hospital Universitario de Puebla

31.- Hospital Universitario de San Luis Potosí

32.- Hospital Universitario de Torreón

33.- Hospital Universitario de Zacatecas

34.- Instituto de Investigaciones Antropológicas (UNAM)

35.- Universidad Autónoma Metropolitana (Plantel Xochimilco).

### **Otros**

36.- Sistema para el Desarrollo Integral de la Familia (Saltillo, Coahuila)

37.- Petróleos Mexicanos

38.- Hospital Central del Sur.

En total son 38 laboratorios. Entre ellos es difícil distinguir cuales se dedicaban más a la genética médica y cuales a la clínica, dado que la investigación y la práctica en la genética humana no se conciben una sin la otra. De los 38 laboratorios 33 pertenecen a instituciones públicas, y de estos 14 se encontraban repartidos en 8 estados de la República.

Ello nos señala, por un lado, el papel protagónico del Estado Mexicano en el proceso de institucionalización y desarrollo de esta ciencia; por el otro, la marcada centralización de las actividades científicas en nuestro país.

Es necesario mencionar que a pesar de estos avances, existe un fuerte déficit en cuanto al número de genetistas especializados que hagan frente a las demandas de la población. A este respecto Salvador Armendares, ya desde los años 80, ha hecho hincapié en la necesidad de que el Estado fijara un mayor número de plazas en el sector salud para los genetistas, toda vez que el número de los mismos era insuficiente. En 1980 el número de plazas para médicos genetistas en el sector salud ascendía a 50, 12 de las cuales se hallaban en el D. F (24%).<sup>107</sup> Para 1990 el número había crecido a de 120, la mayor parte concentrada aún en la capital de la República y aún insuficientes para cubrir las necesidades de 86 millones de habitantes.<sup>108</sup> Hacia 1997 el número de plazas destinadas específicamente para genetistas no había aumentado de manera significativa en tanto que la población total del país se acercaba a los 100 millones de habitantes. 54% de estas plazas se ubicaban en instituciones de la capital del país.

## **VI.1.- Consejo Nacional de Especialistas en Genética Humana**

Un aspecto importante de las plazas ofrecidas para genetistas en el sector salud es la certificación de los especialistas. Esta práctica es uno de los mecanismos intrínsecos de la medicina para los procesos de regulación y formación de personal capacitado.

---

<sup>107</sup> Salvador Armendares, “Enseñanza y perfeccionamiento de la genética médica”. El autor señala que para ese año el país contaba con una población cercana a los 60 millones de habitantes, lo que habla por sí solo de la falta de especialistas en genética médica.

En 1976 se creó el Consejo Nacional de Especialistas en Genética Humana A. C., mismo que en 1998 cambió de nombre a Consejo Mexicano de Genética Asociación Civil (CMG), siendo dependiente del Comité Normativo de Especialidades Médicas (CONACEM), regulado a su vez por la Academia Nacional de Medicina.

Como otras agrupaciones el CMG pretende aglutinar a los especialistas de un área particular del conocimiento, en este caso la genética humana. En un inicio los estatutos del CMG se asemejaban a los otras agrupaciones como lo son la Sociedad Mexicana de Genética y la Asociación Mexicana de Genética Humana, en tanto que daban cabida a especialistas de diferentes áreas de la medicina pero que tuvieran un interés por la genética.<sup>109</sup> En cuanto a su financiamiento, al igual que otras asociaciones, el CMG depende de las aportaciones de sus miembros.

Al principio el CMG guardó vínculos sumamente estrechos con la AMGH, de hecho los primeros miembros de ésta integraron aquél. Hoy día inclusive la AMGH le otorga a miembros de la mesa directiva un espacio como parte del jurado para el Premio Anual de Genética, al que convoca cada año la Asociación, en el que los miembros del CMG participan como especialistas y no como representantes del propio Consejo. El CMG surgió unos años después de la AMGH ante la necesidad de que los especialistas que desearan ejercer la medicina genética fueran evaluados por sus pares a fin de conservar estándares elevados de conocimiento y capacitación. Dado que hasta ese momento los únicos antecedentes de una agrupación que reuniera a los especialistas en el área estaba en la AMGH, y a que ésta se nutría en cierta medida de los estudiantes y egresados de los

---

<sup>108</sup> Fabio Salamanca y Salvador Armendares, "The development of human genetics in México".

programas de posgrado en medicina con especialización en genética, se estableció que los miembros de la Asociación ingresaran en un principio sin examen y en condiciones de igualdad, quedando la aplicación de dicho examen para cada cinco años a fin de mantener la certificación.<sup>110</sup>

Ahora, además de la certificación ¿qué ofrece el CMG a semejanza y diferencia de otras agrupaciones? El Consejo se estableció no como un foro de discusión sino como un espacio que avala y diferencia a los practicantes de la medicina genética de los de otras áreas. El objetivo es acreditar al especialista para que éste ofrezca asesoría genética, mediante esta última es posible definir el rango de posibilidades de que una pareja herede a su descendencia algún padecimiento genético como por ejemplo la enfermedad de Huntington.<sup>111</sup> En un inicio, debe mencionarse, el CMG daba cabida a dos grupos de especialistas: médicos y paraclínicos, estos últimos provenientes de otras disciplinas como la biología o la química.

La adscripción de médicos al Consejo es otro elemento que nos permite establecer ciertas consideraciones sobre el estado de la genética humana en nuestro país. Poco después de su fundación el CMH contaba con 124 miembros de los cuales 93 eran médicos, 19 químicos, 11 biólogos y uno odontólogo. Hacia 1991 había 131 genetistas certificados (97

---

<sup>109</sup> Como se señaló con anterioridad la principal diferencia entre la SMG y la AMGH radica en que si bien la primera incluye a especialistas en el área de genética humana, también incluye a otros científicos relacionados con la genética vegetal y animal. La AMGH por su parte se enfoca a la genética humana.

<sup>110</sup> Los requisitos de permanencia establecidos por el CMG no difieren mucho de aquellos fijados por otras agrupaciones. Entre ellos se encuentran actividades docentes y de investigación, participación en congresos, en las actividades de la propia agrupación y publicaciones. Cabe destacar que en el caso del CMG la pertenencia implica contar con el estatus de médico certificado por medio de un examen y que es el elemento de mayor peso, lo que no sucede con otras agrupaciones.

<sup>111</sup> El artículo 4º de los estatutos del CMG establece que es intención del Consejo “Vigilar que los profesionales que se dedican a esta especialidad reúnan las condiciones adecuadas para su ejercicio profesional desde los puntos de vista científico, técnico y ético, creando para lograr este fin una comisión de

médicos, 22 químicos, 11 biólogos y un odontólogo). En 2003 contaban con la certificación 144 médicos y 46 paraclínicos. Podemos destacar que el número de médicos certificados no difiere mucho del que se proporcionan en la bibliografía existente sobre el número total de genetistas empleados en el sector salud o, al menos, de los que son reconocidos oficialmente lo que nos obliga a algunas consideraciones. La primera de ellas tiene que ver con la naturaleza y estructura interna del Consejo, la segunda con los espacios que lo nutren y el grado de reconocimiento que oficialmente se le otorga.

El CMG depende del Comité Normativo de Especialidades Médicas (CNEM) que agrupa a 47 consejos mexicanos y que es regulado por la Academia Nacional de Medicina. Inicialmente el CMG respondió a los mismos criterios de otras asociaciones que dieron cabida a todo aquel profesional de las áreas médicas o químico biológicas que, previo examen, tuviera conocimientos y alguna relación con la genética humana.<sup>112</sup> Conforme esta ciencia ha avanzado en su proceso de especialización, el CMG también lo ha hecho en cuanto a la selección de sus miembros. Desde 2000, y con supervisión del CNEM, el Consejo sólo incorpora como nuevos miembros a los egresados del área de medicina que cuenten con una especialización en genética humana. Si bien no se ha retirado la certificación a los paraclínicos que contaban con ella hasta antes de 2000, estos, al igual que los especialistas, deben realizar un examen de certificación cada cinco años a fin de seguir contando con la certificación. Es de esperar que en unos años crezca el número de médicos genetistas al tiempo que se reducirá el de paraclínicos. La mesa directiva actual, presidida por la Dra. Sonia Canún, señala que de acuerdo con los estatutos del CMG y las

---

admisión que juzgue de acuerdo con los requisitos que se precisen de la capacidad profesional y ética de los candidatos que deseen ser certificados o rectificadas por este organismo”

disposiciones del CNEM, a fin de conservar el estatus de idoneidad el Consejo debe establecer mecanismos de certificación que se renueven cada cinco años y encaminarse a la sola admisión de médicos especialistas en genética sin aceptar a más paraclínicos.

A diferencia de agrupaciones como la AMGH o la SMG, el CMG sólo realiza congresos o cursos para sus agremiados, ello en cinco centros de especialización: los Institutos nacionales de Pediatría y Nutrición así como el Hospital General (pertenecientes todos a la Secretaría de Salud); el Hospital de Pediatría del Centro Médico Nacional y el Centro de Investigaciones Biomédicas de Occidente, ambos del IMSS. Los cuatro primeros funcionan a través de un convenio con la UNAM y la institución de salud mencionada, el quinto por un acuerdo entre el IMSS y la Universidad de Guadalajara. Se trata prácticamente de los mismos espacios con los que cuentan los programas de especialización médica en el área de genética que se han mencionado con anterioridad. Es importante señalar que cuando menos en el Hospital General, el Centro Médico y el Instituto Nacional de Nutrición, de acuerdo con Susana Kofman, Jefa del servicio de genética del Hospital General, para los aspirantes a un posgrado relacionado con la genética es indispensable contar con la certificación del CMG.

A pesar de tener acuerdos con la Secretaría de Salud, el IMSS y las Universidades Nacional Autónoma de México y de Guadalajara para evaluar problemas de salud causados por enfermedades hereditarias así como brindar asesoramiento genético y capacitación a los especialistas, la certificación otorgada por el CMG no es obligatoria dentro del sector salud, o al menos así resulta en la práctica. Aunque en principio la certificación es necesaria para

---

<sup>112</sup> Aunado a un examen quinquenal los otros requisitos de permanencia están relacionados con las actividades realizadas por los miembros del CMG: la asistencia a sus eventos, la práctica docente y de investigación así

ingresar al servicio médico en las instituciones del sector público, por razones que no se tratan en este trabajo pero conocidas e imaginadas, es relativamente frecuente encontrar especialistas que brindan consejo genético y que no cuentan con la certificación. El CMG entonces ve reducida su capacidad coercitiva al de una mera autoridad moral.

Aunque en principio la información sobre quienes integran el Consejo debe ser pública, es política de la mesa directiva mantener un criterio de confidencialidad que no hace asequible esta información.<sup>113</sup> Lo anterior nos muestra que los gremios científicos se ven obligados a establecer mecanismos de negociación y competencia para ser reconocidos y obtener recursos a partir de ello. No es objetivo de este trabajo analizar ampliamente los mecanismos mediante los cuales se establecen alianzas y competencias entre los grupos que intervienen en el desarrollo de la ciencia y que incluyen a políticos, científicos, estudiantes, laboratorios e instituciones públicas o privadas, empero no pueden dejar de mencionarse al abordar un proceso de institucionalización.<sup>114</sup>

## **VI.2.- Servicios: asesoramiento genético y tamiz de enfermedades hereditarias**

Como parte del proceso de institucionalización de la genética humana, diferentes hospitales pertenecientes al Estado establecieron en 1977 el Registro y Vigilancia Epidemiológica de Malformaciones Congénitas Externas (RYVEMCE). El objetivo era contar con un registro actualizado de malformaciones, investigar los posibles factores de riesgo que las provocaran y monitorear de manera permanente los teratógenos ambientales. Este

---

como el contar con publicaciones especializadas y claro está, el pago de cuotas.

<sup>113</sup> Indicación especificada por Sonia Canún, presidenta del CMG 2002-2005.

programa, ubicado en las líneas de la genética médica, es dirigido por la Secretaría de Salud misma que lo rebautizó en 1984 con el nombre de Centro Nacional de Referencia de Malformaciones Congénitas en Salud (CNRMCS). Este centro puede ser tomado como una muestra de los esfuerzos realizados por el Estado encaminados a ampliar los conocimientos sobre las enfermedades genéticas, y por ende del genoma de nuestra población. Sin embargo, lo mismo que otras iniciativas en el campo de la salud, el RYVEMNCE ha tenido alcances limitados a pesar de que en él han colaborado diferentes centros hospitalarios de la Secretaría de Salud, el IMSS y el ISSSTE. Conviene señalar que en la década de los 90 aún se carecía de un registro propiamente dicho de las enfermedades genéticas que se presentan en el país, por lo que los datos disponibles se restringían básicamente a cada hospital.

El asesoramiento genético hasta ahora se restringe a los hospitales de tercer nivel, es decir aquellos que proporcionan atención especializada y que tienen la posibilidad de llevar a cabo investigaciones. En lo tocante a los institutos nacionales de salud y algunos hospitales privados estos llegan a ofrecer asesoramiento genético, aunque con algunas limitantes económicas o de infraestructura, según sea el caso. El asesoramiento genético, que en principio debe ser realizado por los médicos certificados por el CMG, se basa en la descripción de un cuadro e historia clínicos y en el establecimiento de árboles genealógicos así como en estudios citogenéticos, bioquímicos y moleculares. El objetivo es determinar las posibilidades que tiene un paciente de heredar a su progenie la posibilidad de desarrollar alguna enfermedad genética o de que aquella sea portadora de los genes relacionados con dicha enfermedad.

---

<sup>114</sup> La bibliografía que estudia estos mecanismos es vasta. De ella podemos destacar las obras de Joseph Hodara *Políticos vs. Científicos*; Bruno Latour, *La Ciencia en acción* y Thomas S. Khun, *La estructura de las revoluciones científicas*.

De fines semejantes al asesoramiento genético es el tamiz de enfermedades hereditarias. Ésta es una práctica que en principio debe ser aplicada a todos los recién nacidos para saber si tienen alguna enfermedad hereditaria. Lo mismo que el servicio de asesoramiento genético, el tamiz hereditario sólo es realizado en hospitales de tercer nivel, institutos nacionales de salud y hospitales privados.<sup>115</sup>

### **VI.3.- Financiamiento**

Hasta ahora nos hemos detenido en algunos de los espacios en que la genética humana se ha desarrollado a través de la enseñanza, investigación y atención médica. Ahora abordaremos lo relacionado con la obtención de recursos sin los que la actividad científica no es posible. Es importante destacar que el financiamiento de la institucionalización de la genética en México durante las dos primeras etapas ha tenido lugar, básicamente, con recursos provenientes del Estado quedando en una cuantía reducida los aportes otorgados por algunos hospitales privados, laboratorios farmacéuticos e instituciones extranjeras, principalmente de los Estados Unidos, en forma de becas y apoyos para la investigación.<sup>116</sup> Estos apoyos son dirigidos a las universidades y no a las instituciones públicas de salud, dado que las segundas tienen como norma financiar la investigación con sus propios recursos como un intento del país por impulsar un desarrollo científico autónomo.<sup>117</sup> Cabe adelantar que esta situación presentaría pocos cambios en los 20 años que siguieron a la

---

<sup>115</sup> A finales de la década de los 80 la legislación señalaba que el tamiz hereditario debía ser realizado en todos los recién nacidos vivos. Empero, como otras tantas disposiciones, ésta no ha podido ser instrumentada en su totalidad. *Vid.*, Rubén Lisker, “Situación de los servicios de genética médica en México”.

<sup>116</sup> Salvador Armendares, “Financiamiento de la investigación genética en México”.

<sup>117</sup> El Instituto Mexicano del Seguro Social es la institución con mayor número de laboratorios y personal médico dedicado a la genética. En 1977 dicho instituto decidió desarrollar sus investigaciones sólo con recursos provenientes del Estado.

fundación del CONACYT. Sin embargo, a partir de la década de los 90 esta circunstancia sería distinta.

Al hablar del proceso de institucionalización de la genética humana hemos distinguido entre la genética clínica y la genética médica. Aunque no están dissociadas la primera está más relacionada con la atención al paciente y la segunda con la investigación en laboratorio. Una y otra han sido objeto de financiamiento por parte del Estado a través del Consejo Nacional para Ciencia y la Tecnología.

#### **VI.4.- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología**

El CONACYT fue creado a fines de 1970 por una ley del Congreso de la Unión. Esta entidad funge como un puente de comunicación entre la comunidad científica, el Estado y usuarios de la investigación comprendiendo tanto a dependencias gubernamentales como del sector privado. Ello tiene lugar a través de la programación y promoción sectorial de acciones, así como de la asignación de recursos para actividades en instituciones de enseñanza superior y centros de investigación básica y/o aplicada.

Hacia 1982 el CONACYT contaba con 10 programas indicativos de amplitud sectorial en áreas en las que se detectó la utilidad de impulsar e instrumentar los mecanismos necesarios para llevar a cabo investigaciones específicas. Los programas con que contaba el CONACYT eran: Programa Nacional de Alimentación, Programa Nacional de Ciencia y Tecnología para el aprovechamiento de Recursos Minerales y uno más para recursos marinos; Programa Nacional de Meteorología, Programa Nacional de Ecología y

de Investigación Demográfica; Programa Nacional de Salud, de Ciencias y Técnicas de la Educación; Programa de Ciencias Básicas; Programa de Ciencia y Tecnología para el desarrollo del Sector Agropecuario y Forestal.

El apoyo a las investigaciones sobre genética humana, a la formación de alumnos de posgrado dentro y fuera de México,<sup>118</sup> son comprendidos por los programas de salud con interés particular en las áreas de enfermedades del nacimiento, desarrollo y crónico degenerativas, así como el desarrollo de fármacos, bioingeniería y de tecnología en el área biomédica, entre otros. En lo referente a ciencias básicas y aplicadas, los apoyos otorgados por el CONACYT conjugan la investigación con la formación de alumnos de posgrado, por lo que la asignación de becas juega un papel fundamental.

Actualmente el CONACYT es la instancia pública más importante para la formación de recursos humanos en el área científica. Ahora, debe tomarse en cuenta que por las características propias del quehacer científico la asignación de presupuestos resulta por demás complicada; no obstante, existen elementos para sopesar las condiciones a las que se enfrenta el desarrollo científico del país.

La información disponible sobre la situación financiera del CONACYT es tan escasa como ambigua. Por un lado el discurso oficial ha hecho hincapié en los aportes económicos que el Estado ha brindado al desarrollo científico nacional a través del CONACYT desde 1970, año de su fundación; por el otro, han sido diversas las voces que apuntan la necesidad

---

<sup>118</sup> Aunque es una opinión general que el país ya cuenta con capacidad para generar recursos humanos dentro del territorio nacional, el propio carácter de la ciencia impele a que el aprendizaje de los estudiantes e investigadores sea enriquecido con estudios y estancias realizadas en el extranjero.

de destinar mayores recursos a la investigación por medio del Consejo y otras vías.<sup>119</sup> Éstas opiniones sin embargo son relativamente recientes toda vez que el avance de ciertas formas de la democracia, que no la democracia misma, ha permitido la manifestación de apreciaciones contrarias al discurso oficial. En ese sentido el sexenio que corre de 2000 a 2006 ha sido prolijo, pero la situación de crisis que vive la ciencia mexicana en más añeja y de ella existen indicadores disponibles por lo menos desde 1990.<sup>120</sup>

A finales de 2003 Mario Molina, Premio Nobel de Química 1995, durante la celebración de la Red Mundial de Academias de Ciencias que agrupa a más de 90 instituciones semejantes al CONACYT en todo el mundo, advirtió que de no destinarse mayores recursos a la ciencia y la tecnología nuestro país no dejaría de ser dependiente en esos rubros. El laureado Nobel añadió que si bien no pueden desconocerse las limitantes económicas del país, el destinar recursos a ciencia y tecnología significa una inversión a largo plazo que beneficia el desarrollo nacional. Esta inversión no sólo es necesaria para generar recursos humanos sino para atraer a los ya existentes y que por falta de oportunidades han tenido que abandonar el país.<sup>121</sup>

Para comienzos de 2004 el director del CONACYT, Jaime Parada Ávila anunció una reducción de 37% en el número de nuevos becarios, ahora de 892, al tiempo que se preveían ajustes posibles para lo que restaba del año. Si bien no puede desconocerse el

---

<sup>119</sup> Salvador Armendares señala que ya en 1977 el Director del Programa Nacional de Salud solicitaba mayor apoyo por parte del CONACYT pues aquel se estaba siendo afectado por la falta de recursos. *Vid.*, "Financiamiento de la investigación genética en México".

<sup>120</sup> Consúltense la página web del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática [www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)

<sup>121</sup> *El Universal*, México, 2 de diciembre, 2003: Nación, p. 2. Esta nota puede confrontarse con un artículo de Octavio Rodríguez Araujo publicado por *La Jornada* en enero de 2005. En éste se apunta que la falta de oportunidades laborales ha llevado a cerca de 140, 000 jóvenes a buscar residir en el extranjero. Uno de cada 25 mexicanos residentes en los Estados Unidos cuenta con estudios que van de nivel licenciatura a doctorado, este contingente es parte de uno mayor con el que países como la Unión Americana ahorran hasta 1.5 trillones

hecho de que esta reducción se debió en parte a un aumento del 67% en el número de becarios que solicitó apoyo al CONACYT en el extranjero, la reducción de nuevos becarios puede tomarse como uno de los indicadores que señalan la incapacidad del Estado de apoyar plenamente la formación de recursos humanos dentro y fuera del México. Esta reducción colocó al país en una situación semejante a la de 1998 en cuanto a la formación de estudiantes en el extranjero.<sup>122</sup>

La propia reducción también se relaciona con el estado que guarda México en producción científica con respecto a otras naciones. En 2004 también se publicaron los indicadores de ciencia e ingeniería 2002 elaborados por la National Science Foundation de los Estados Unidos.<sup>123</sup> Ahí se estableció que México ocupaba el lugar 67 en producción científica y tecnológica dentro de un grupo de 187 países. El propio CONACYT señaló más adelante que el país ya presentaba carencias importantes en la formación de investigadores de alto nivel lo que se reflejaba, además, en un rezago de 30 años en materia científica.<sup>124</sup>

Es del dominio público que al terminar la década de los 90 y comenzar el siglo XXI, el CONACYT no tenía pleno conocimiento del número total de becarios y proyectos que apoyaba. La situación requería de mejoras, algunas de las cuales han sido instrumentadas en el último lustro y que se expresan de manera más clara en la *Ley para el Fomento de la Investigación Científica y Tecnológica* así como en la *Ley Orgánica del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología*, ambas aprobadas por el Congreso de la Unión en abril de 2002.

---

de dólares cada año, al emplear a profesionistas e investigadores latinoamericanos educados por sus países de origen.

<sup>122</sup> *El Universal*, México, 2 de febrero, 2004: Nación, p. 27. De 2001 a 2002 el apoyo a becarios en el extranjero experimentó una reducción de 27% al pasar de 1, 327 a 964.

<sup>123</sup> Cabe señalar que este tipo de reportes, así como los del World State Report, son publicados dos años después a la fecha en que se recaban los datos.

<sup>124</sup> *El Universal*, México, 25 de febrero, 2004: Nación, p 16.

Básicamente estas disposiciones establecen mecanismos para impulsar una mayor participación de la comunidad científica, instancias gubernamentales y empresariales, estableciendo un esquema de organización horizontal que facilite la definición de estrategias y programas conjuntos. También se favorece la articulación de acciones de investigación, el uso más eficiente de los recursos y, en general, la optimización de las actividades que se realizan. Para lograr estas metas se requiere de un arreglo institucional que permita al CONACYT estructurar un Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología el cual abarque los sectores público, social y privado, que opere los instrumentos que tiene su cargo y que articule el apoyo que el Gobierno Federal otorga para la investigación científica y tecnológica.<sup>125</sup>

Dado que la meta del CONACYT es consolidar un Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología se requería de cambios en la política estatal que incrementaran la capacidad científica y tecnológica del país y que elevaran la calidad, competitividad e innovación del sector empresarial. A partir de la aceptación de las leyes de Ciencia y Tecnología y orgánica del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, se estableció que el CONACYT dejara de ser una dependencia gubernamental subordinada a la Secretaría de Educación Pública con lo que podría regular los aspectos académicos de la investigación, al tiempo que tenía autonomía para ejercer el presupuesto que le era asignado por el Gobierno Federal. Una vez adquirido el estatus de dependencia descentralizada, el CONACYT fue capaz de articular un plan mediante el cual se iría incrementando el porcentaje del PIB<sup>126</sup>

---

<sup>125</sup> Dictamen de la Comisión de Ciencia y Tecnología con proyecto de Ley mediante el que se expidieron las leyes de: Ciencia y Tecnología y Orgánica del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. *Vid.* [www.conacyt.gob.mx](http://www.conacyt.gob.mx)

<sup>126</sup> La definición del PIB contiene varios rasgos que conviene aclarar dada la estrecha relación de este término con el Producto Neto Bruto (PNB). En tanto que el PIB mide la producción realizada por factores de producción residentes en el país, independientemente de quien sea su propietario, el PNB es el valor de

destinado a ciencia y tecnología hasta llegar al 1% en 2006, lo cual no se logró, y de manera paulatina, hasta el 2% en 2025. La intención es que con estos apoyos México logre colocarse como uno de los 20 países más desarrollados del orbe y como una de las diez primeras economías. Ahora, al estudiar el desarrollo de la ciencia en México debemos hacer un alto en la situación por la que atraviesa el CONACYT dado que se presenta una contradicción entre el discurso oficial y la realidad que impera en el ámbito científico.

En el primer semestre de 2005, el porcentaje del PIB destinado a ciencia y tecnología fue cercano al 0.37%,<sup>127</sup> lo que representa un 60% de la cantidad sugerida por la UNESCO (1%) y 160% menor al promedio del PIB destinado a investigación científica y tecnológica en los países miembros de la Organización para el Crecimiento y el Desarrollo Económico (OCDE). Las metas planteadas por el CONACYT para 2025 y las restricciones presupuestales a las que se ha enfrentado cuando menos desde 1982, han obligado a este organismo a depurar la selección de los proyectos y becarios a los que se apoya. Esto también ha tenido costos dentro de la propia actividad científica toda vez que un número

---

mercado de los bienes y servicios producidos en un periodo dado por los factores de producción de propiedad nacional.

El PNB debe incluir toda la producción, empero parte de la misma no se vende a través de los mercados. Tal es el caso de las actividades ilegales y economía informal o sumergida, la defensa, la estimación del valor de los servicios que reciben los propietarios de las viviendas por vivir en ellas, etc. por lo que es difícil valorarla. El PNB mide el valor de la producción llevada a cabo por factores de producción de propiedad nacional aún cuando estos se encuentren en el extranjero. En la mayoría de las economías apenas hay diferencias entre el PIB y el PNB, lo que significa que las rentas ganadas en el extranjero son normalmente pequeñas en relación con el PNB.

Cuando se calcula el PNB, los bienes suelen sujetarse a su valor de mercado, es decir al precio que se venden. Los bienes que se gravan mediante el impuesto sobre las ventas se valoran a un precio que incluye dicho impuesto, ese es el valor de mercado. Sin embargo es difícil valorar los bienes producidos por el Estado y que no se venden a través del mercado, como lo son la defensa o la seguridad social y educación pública. *Vid.*, Fischer, Stanley, *et. al.*, *Economía*, 2 ed., México, Mc Graw Hill, 1990, 1005 p.

<sup>127</sup> A comienzos de 2004 este porcentaje estaba fijado en 0.42% del PIB. A mediados de ese mismo año fue reducido a 0.37%. No obstante, de acuerdo con una nota informativa aparecida en el portal de la UNAM y basada en información del diario *Reforma*, en septiembre de 2004 el Ejecutivo Federal ratificó y publicó la reforma de ley que obligará a los gobiernos federal, estatales y municipales a otorgar juntos el 1% del PIB a la investigación científica y desarrollo tecnológico a partir de 2006.

considerable de proyectos de investigación, posiblemente atractivos, no se realizan.<sup>128</sup> Esta misma situación, por supuesto, afectó al Sistema Nacional de Investigadores dependiente del CONACYT.

Como parte de las adaptaciones a las que ha tenido que enfrentarse el CONACYT está la puesta en práctica de nuevos esquemas de financiamiento que incluyen a la iniciativa privada y a los sectores productivos paraestatales, pero con la rectoría del CONACYT.<sup>129</sup> Nuestro análisis sugiere que los resultados de estos nuevos esquemas de financiamiento y asignación de recursos han sido favorables pero insuficientes como lo revelan, por un lado,

---

<sup>128</sup> A finales de febrero de 2004 el Director del CONACYT, Jaime Parada Ávila señalaba que, debido a las restricciones económicas, sólo se pudo otorgar apoyo a poco más de 1,500 proyectos de investigación de más de 5,000 que fueron propuestos. En palabras del funcionario “*Hay que acordarse de que el principal activo que tiene México es su gente joven y la gente joven ahorita no ve esperanzas en el horizonte... Se quedaron sólo los extraordinarios en calidad, pero se nos quedan en el tintero una cantidad de proyectos importantes y buenos, no solamente de centros de investigación y universidades, sino empresas; por lo que estas son oportunidades que está dejando de aprovechar el país*”. Vid., *El Universal*, México, 25 de febrero, 2004: Nación, p 16.

<sup>129</sup> En una entrevista realizada en septiembre de 2004 para la presente investigación, Hugo Barrera Saldana, Presidente de la AMGH y miembro evaluador del SNI, comentó lo siguiente sobre las reformas y adaptaciones que había experimentado el CONACYT en lo referente a la obtención y asignación de recursos para proyectos de investigación: *En realidad siempre hemos tenido dificultades. Nunca hemos tenido los suficientes recursos para impulsar la ciencia que necesitamos para convertirnos en el país que quisiéramos tener. En eso hay fluctuaciones. De pronto se cuenta con más recursos y en ocasiones se cuenta con menos. Yo creo que uno de los aciertos del CONACYT ha sido coordinar sus esfuerzos con las secretarías de Estado para emplear mejor los recursos económicos disponibles que a mi juicio antes estaban muy mal aplicados; ahora la investigación es orientada a lograr un desarrollo tecnológico de mejor calidad que el anterior. Entonces, el CONACYT ha tenido el gran acierto al ponerse de acuerdo con todas las Secretarías, con muchos organismos de los estados y con algunas empresas para que ellos den dinero mientras el CONACYT pone dinero también y las directrices de cómo se empleará por medio de un comité de expertos y una convocatoria mediante la cual se seleccione a los mejores recursos humanos disponibles y a los mejores proyectos de investigación. Eso no se hacía antes, y en los informes de los presidentes aparecían los millones y millones de pesos que se gastaban en educación superior y en investigación científica y desarrollo tecnológico, pero ahora se gasta mucho más acertadamente para hacer trabajo de calidad. Hemos visto el surgimiento de recursos importantes para apoyarla ciencia y tecnología, para apoyar la vinculación academia-empresa y a muchos investigadores básicos entre los que me encuentro. Sin embargo, en ocasiones no comparto muchas de las suposiciones de la comunidad científica porque se piensa que el ser más selectivos es en detrimento de los recursos para la educación básica, pero yo creo que no. La situación es difícil para ambos campos, pero tradicionalmente había sido más difícil para el desarrollo tecnológico y mucho más difícil para hacer tecnología junto con las empresas. Que bueno que ya hay más recursos, eso no es malo, lo que tenemos que hacer es seguir luchando para que los montos destinados a la investigación científica sigan creciendo. Yo creo que algunos gobiernos estatales han pensado dos veces donde van a meter su dinero, algunas secretarías de estado lo han pensado dos veces y el CONACYT ha tenido ese gran acierto y lo he reconocido públicamente.*

algunas estadísticas del CONACYT y el Sistema Nacional de Investigadores; por el otro, la producción científica nacional expresada en publicaciones de divulgación y difusión.<sup>130</sup>

#### **VI.5.- Apoyos otorgados por el CONACYT a ciencia y tecnología**

A partir de su creación en 1970 el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología ha tenido como tareas fundamentales el impulso a proyectos de investigación y la formación de recursos humanos. Dado que todo proyecto de investigación autorizado y financiado por el CONACYT contempla el otorgamiento de becas a estudiantes de grado y posgrado, y que aquél sigue siendo la instancia más importante para la formación de investigadores y profesionistas, las cifras disponibles en cuanto el número de becas otorgadas por este organismo gubernamental pueden ser empleadas para analizar algunos procesos de la institucionalización de la actividad científica (producción de artículos, apoyo a estudiantes e investigadores, importación y exportación de bienes de alta tecnología, etc.).

Iniciemos con el número de becarios. Entre 1997 y 2002 éste pasó de 12,007 a 12,371 lo que significó un aumento de sólo 3.03%.<sup>131</sup> Con ello pudiera pensarse que el apoyo del Estado ha permanecido más o menos constante, empero al analizar el comportamiento histórico que ha tenido esta cifra observamos que la realidad es otra.

---

<sup>130</sup> En tanto que la difusión científica comprende a los especialistas de un ramo, la divulgación hace lo propio con especialistas de diferentes áreas y personas carentes de una educación formal en el ramo a tratar.

<sup>131</sup> *Informe General del Estado de la Ciencia y la Tecnología*, 2003. Vid., [www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)

**Cuadro 1**  
**Número de becarios**

Año	Total	Nacionales	Al extranjero	Diferencia	Porcentaje	Acumulado	Promedio anual
1997	12,007	9,407	2,600				
1998	11,421	8,989	2,432	-586	-4.88%	-4.88%	
1999	10,999	8,473	2,526	-422	-3.69%	-8.58%	-4.29%
2000	12,275	9,392	2,883	1,276	11.60%	3.03%	1.01%
2001	11,934	8,902	3,032	-341	-2.78%	0.25%	0.06%
2002	12,371	9,399	2,972	437	3.66%	3.91%	0.78%
2003	No disponible *						

\* Junio 2005

A partir de los datos anteriores se observa que el apoyo estatal para la formación de recursos humanos ha tenido variaciones significativas que van desde una reducción cercana al 5% en el número de becarios en 1998, hasta un aumento del 11.6% en 2000.<sup>132</sup> En términos generales, el crecimiento acumulado en el número de becarios apoyados por CONACYT fue menor al 4% con un incremento anual promedio del 0.78%. A diferencia del comportamiento que presentó el número de becarios, los costos que genera el apoyo a los mismos tuvieron un comportamiento que, si bien no fue del todo estable, no presentó las mismas tasas de reducción.

---

<sup>132</sup> Para analizar el aumento o decremento de estos indicadores las cifras de cada año son comparadas con las del inmediato anterior. El valor de porcentaje se obtiene de dividir la diferencia (aumento o decremento) de un año con respecto al anterior. El promedio acumulado resulta de la suma de los porcentajes individuales. El promedio anual de crecimiento se obtiene de dividir el porcentaje acumulado entre el número de años que comprende el periodo.

**Cuadro 2**  
**Costo de las becas (miles de pesos)**<sup>133</sup>

Año	Total	Nacionales	Al extranjero	Diferencia	Porcentaje	Acumulado	Promedio anual
1997	832,303	384,845	467,458				
1998	1,014,687	552,479	462,208	182,384	21.91%		
1999	1,125,666	725,975	399,691	110,979	10.94%	32.85%	16.43%
2000	1,160,936	664,070	496,866	35,270	3.13%	35.98%	11.99%
2001	1,313,717	739,027	574,690	152,781	13.16%	49.14%	12.29%
2002	1,544,040	901,049	642,991	230,323	17.53%	66.68%	13.34%
2003	1,619,169	1,041,660	577,509	75,129	4.87%	71.54%	11.92%

Al comparar los cuadros 1 y 2 observamos que de 1997 a 2002 el apoyo económico a becarios aumentó en un promedio cercano al 12% anual, en tanto el número de becarios lo hizo en 0.78%.<sup>134</sup> Con respecto a este último debe mencionarse que a partir de 1999 el Sistema Nacional de Investigadores, dependiente del CONACYT, reclasificó las áreas en que se agrupaba un número de científicos cada vez mayor. En 1984, año de creación del SNI, las áreas de investigación consideradas eran: I Ciencias Físico-matemáticas e ingeniería; II Ciencias biológicas, biomédicas, agropecuarias y químicas; III Ciencias Sociales y Humanidades. En 1986 se agregó una cuarta para Ingeniería y tecnología. En 1999 se establecieron siete áreas<sup>135</sup> a fin de incrementar el número de investigadores en activo con que contaba el país y elevar su nivel profesional. A pesar de que el número de investigadores en 2002 y 2003 aumentó en un 36 y 51% con respecto a 1999, la

<sup>133</sup> *Informe General del Estado de la Ciencia y la Tecnología, 2003. Vid., [www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)* Para analizar el aumento o decremento de estos indicadores cada año es comparado con el inmediato anterior. Las cantidades tienen como base el Poder de Paridad de Compra de la moneda base, en este caso el dólar estadounidense, en el primer año del análisis.

<sup>134</sup> La comparación se limita al periodo 1997-2002 debido a que en el momento en que se realizó esta investigación no existían datos del año 2003 en lo referente al número de becarios.

<sup>135</sup> I: Físico-Matemáticas y Ciencias de la Tierra; II: Biología y Química; III: Medicina y ciencias de la Salud; IV: Humanidades y Ciencias de la Conducta; V: Sociales; VI: Biotecnología y Ciencias Agropecuarias; VII: Ingeniería.

productividad científica expresada en el índice de factor de impacto por país aumentó sólo en 14 y 22% en los mismos periodos a comparar, como se verá más adelante.

Es de suponer que la disparidad entre la capacidad del Estado para generar recursos humanos y las limitantes para que estos sean absorbidos en un mercado de trabajo adecuado, reflejan desigualdades e ineficiencias tanto en la formación de profesionistas como en la creación de una infraestructura científica y tecnológica que los absorba. Esta situación es notoria al comparar el gasto del Estado en la Balanza Tecnológica,<sup>136</sup> la importación de Bienes de Alta Tecnología (BAT)<sup>137</sup> y el porcentaje de la población que se emplea en ramos de ciencia y tecnología.

En países como México, ubicados en lo que algunos especialistas denominan como la “periferia”, la importación de bienes manufacturados de alta tecnología es un punto nodal dado que los límites de la infraestructura tecnológica no posibilitan producir la mayor parte de los bienes intermedios y finales empleados en la investigación científica, por lo que

---

<sup>136</sup> La Balanza de Pagos es el registro de todas las transacciones entre los residentes de un país (economías domésticas, empresas y Estado) y el resto del mundo. Estas operaciones se dividen en dos grupos: las transacciones por cuenta corriente y las transacciones por cuenta de capital.

Las transacciones por cuenta corriente son las compras y ventas de bienes y servicios, así como las transacciones unilaterales. Las compras y ventas de activos son transacciones por cuenta de capital.

Las transferencias unilaterales son los pagos que realiza un país a otro sin recibir a cambio ningún bien o servicio (por ejemplo la deuda externa).

El balance de la cuenta corriente se entiende como la cuenta de resultados o de pérdidas y ganancias que indican como le va a una empresa o país en un periodo determinado. Un balance muestra el activo, el pasivo y el neto patrimonial de una empresa en un momento determinado. El activo es lo que se posee, el pasivo lo que se debe y el neto patrimonial es la diferencia entre ambos. *Vid.*, Stanley Fischer, *et. al.*, *Economía*, 2 ed., México, Mc Graw Hill, 1990, 1005 p.

A la explicación anterior debe agregarse que la existencia de superávits o déficits en alguna sub-balanza, como lo es la balanza de tecnología, es algo normal. En el caso de un déficit éste sólo será preocupante cuando el desequilibrio sea importante y cuando se mantenga de forma prolongada. Un desequilibrio permanente indica que existen problemas que deben ser resueltos.

<sup>137</sup> Los bienes de alta tecnología (BAT), de acuerdo con la definición proporcionada por el INEGI, son aquellos que han sido manufacturados con un alto nivel de gasto en investigación y desarrollo experimental en relación con sus ventas. Los BAT presentan una evolución frecuente y requieren de fuertes inversiones de capital con alto riesgo. Los BAT incluyen bienes de consumo final, bienes intermedios y maquinaria y equipos utilizados por una industria también conocidos como tecnología directa.

estos deben ser importados. ¿A cuánto asciende la importación de tecnología y cuáles son sus repercusiones?

En cifras, la importación de BAT (véase cuadro 3) no ha experimentado variaciones más significativas que las que se han dado en el monto de los recursos destinados a cubrir las becas de los estudiantes apoyados por el CONACYT. En tanto el número de estudiantes no han dejado de crecer, aunque sea de manera irregular (véase cuadro 2), los recursos destinados a bienes manufacturados de alta tecnología han tenido aumentos y decrementos significativos. Estas variaciones se relacionan con elementos macroeconómicos y con una política de Estado de impulso a la ciencia que pensamos poco acertada, dado sus resultados los cuales se expresan en la balanza de pagos tecnológica.

**Cuadro 3**  
**Importación de México de Bienes de Alta Tecnología**

Año	Total (Millones de dólares EUA)	Diferencia	Porcentaje	Acumulado	Promedio anual
1991	4,052.3				
1992	5,337.5	1,285.2	31.72%		
1993	5,992.8	655.3	12.28%	43.99%	22.00%
1994	8,346.3	2,353.5	39.27%	83.26%	27.75%
1995	7,608.0	-738.3	-8.85%	74.42%	18.60%
1996	14,161.7	6,553.7	86.14%	160.56%	32.11%
1997	18,141.4	3,979.7	28.10%	188.66%	31.44%
1998	22,131.1	3,989.7	21.99%	210.66%	30.09%
1999	26,195.8	4,064.7	18.37%	229.02%	28.63%
2000	36,103.5	9,907.7	37.82%	266.84%	29.65%
2001	36,882.9	779.4	2.16%	269.00%	26.90%
2002	28,597.4	-8,285.5	-22.46%	246.54%	22.41%
2003	36,708.0	8,110.6	28.36%	274.90%	22.91%

Debe aclararse que hay una diferencia entre la balanza de pagos tecnológica y la importación de BAT. La balanza tecnológica de un país contempla los ingresos obtenidos por la venta de tecnología nacional al exterior, así como los pagos generados por la adquisición de tecnología ajena. Esta balanza sólo incluye las operaciones efectuadas por vía contractual sin considerar las que se realizan en el marco de la inversión directa, ni las que se llevan a cabo por vía del comercio exterior de bienes y servicios con tecnología incorporada. Por ello las cifras de la importación de BAT en economías periféricas suelen ser mucho más elevadas que los de la balanza tecnológica, al producirse un déficit en esta última (véanse cuadros 4, 5, 6 y 7), aquel se traduce en un grado de dependencia tecnológica del país con relación al exterior. Así mismo, los pagos que se realizan se asemejan a un impuesto tecnológico que las empresas deben cubrir con el consiguiente incremento de sus costos y pérdida de competitividad.<sup>138</sup>

**Cuadro 4**  
**Balanza de pagos tecnológica por país: total de transacciones (ingresos+egresos)**

Año	Total (Millones de dólares EUA)	Diferencia	Porcentaje	Acumulado	Promedio anual
1993	590.5				
1994	774.1	183.6	31.09%		
1995	598.5	-175.6	-22.68%	8.41%	4.20%
1996	481.8	-116.7	-19.50%	-11.09%	-3.70%
1997	631.2	149.4	31.01%	19.92%	4.98%
1998	591.9	-39.3	-6.23%	13.69%	2.74%
1999	596.3	4.4	0.74%	14.43%	2.41%
2000	449.8	-146.5	-24.57%	-10.13%	-1.45%
2001	459.3	9.5	2.11%	-8.02%	-1.00%
2002	768.3	309.0	67.28%	59.26%	6.58%
2003	662.1	-106.2	-13.82%	45.43%	4.54%

<sup>138</sup> En el caso del sector salud las dependencias gubernamentales de un país, o en su caso las compañías farmacéuticas privadas, evitarán la venta de sus descubrimientos más recientes con el fin de no crear su propia competencia. La cesión de tecnología de punta sólo puede esperarse cuando los sectores que la ofertan lo hacen por los beneficios que les acarrea ser identificados con dicha tecnología.

**Cuadro 5**  
**Balanza de pagos tecnológica por país: egresos**

Año	Total (Millones de dólares EUA)	Diferencia	Porcentaje	Acumulado	Promedio anual
1993	495.2				
1994	668.5	173.3	35.00%		
1995	484.1	-184.4	-27.58%	7.41%	3.71%
1996	360.0	-124.1	-25.64%	-18.22%	-6.07%
1997	501.3	141.3	39.25%	21.03%	5.26%
1998	453.5	-47.8	-9.54%	11.49%	2.30%
1999	554.2	100.7	22.21%	33.70%	5.62%
2000	406.7	-147.5	-26.61%	7.08%	1.01%
2001	418.5	11.8	2.90%	9.98%	1.25%
2002	720.0	301.5	72.04%	82.03%	9.11%
2003	608.1	-111.9	-15.54%	66.48%	6.65%

**Cuadro 6**  
**Balanza de pagos tecnológica por país: ingresos**

Año	Total (Millones de dólares EUA)	Diferencia	Porcentaje	Acumulado	Promedio anual
1993	95.3				
1994	105.6	10.3	10.81%		
1995	114.4	8.8	8.33%	19.14%	9.57%
1996	121.8	7.4	6.47%	25.61%	8.54%
1997	129.9	8.1	6.65%	32.26%	8.07%
1998	138.4	8.5	6.54%	38.80%	7.76%
1999	42.0	-96.4	-69.65%	-30.85%	-5.14%
2000	43.1	1.1	2.62%	-28.23%	-4.03%
2001	40.8	-2.3	-5.34%	-33.57%	-4.20%
2002	48.3	7.5	18.38%	-15.18%	-1.69%
2003	54.0	5.7	11.80%	-3.38%	-0.34%

**Cuadro 7**  
**Balanza de pagos tecnológica por país: saldos (ingresos-egresos)**

Año	Total (Millones de dólares EUA)	Diferencia	Porcentaje	Acumulado	Promedio anual
1993	-399.9				
1994	-562.9	-163	40.76%		
1995	-369.7	193.2	-34.32%	6.44%	3.22%
1996	-232.2	137.5	-37.19%	-30.75%	-10.25%
1997	-371.4	-139.2	59.95%	29.19%	7.30%
1998	-315	56.4	-15.19%	14.01%	2.80%
1999	-512	-197	62.54%	76.55%	12.76%
2000	-363.6	148.4	-28.98%	47.56%	6.79%
2001	-377.7	-14.1	3.88%	51.44%	6.43%
2002	-671.7	-294	77.84%	129.28%	14.36%
2003	-554.1	117.6	-17.51%	111.77%	11.18%

Con el fin de establecer una comparación entre estos indicadores se seleccionaron los datos disponibles de cada uno en un mismo periodo, en este caso el comprendido entre 1997 y 2003. En tanto que la importación de BAT tuvo un aumento acumulado de 86% con un ritmo de crecimiento de 14.37% anual, la Balanza Tecnológica vio aumentar su déficit en un 82% acumulado a razón de un 13.76% cada año. Por su parte los costos de las becas aumentaron en un 71.54% a razón del 11.92% respectivamente en tanto que el número de becarios entre 1997 y 2002 sólo lo hizo en un 3.91% a un ritmo de 0.78% por año.

Con base en lo anterior se observa que, en términos generales, continúan formándose recursos humanos pero no así la infraestructura necesaria para tener cierta autonomía en la producción tecnológica. Esta es una de las contradicciones del proceso de institucionalización de la ciencia en México que deriva en un desarrollo ineficiente en el que los recursos humanos especializados, no pueden ser absorbidos en áreas que les son

propias. Para ilustrar lo anterior tomemos los datos proporcionados por el INEGI para 2003 referentes a la población que cuenta con estudios de tercer nivel de educación (ISCED5 o superior) y que es parte del acervo de recursos humanos en ciencia y tecnología (ARHCyT),<sup>139</sup> así como del segmento con empleo en actividades de ciencia y tecnología.

**Cuadro 8. Divisiones del ARHCyT**

<b>ARHCyT</b> (miles de personas)	Población que completó exitosamente el tercer nivel de educación	Población que está ocupada en actividades de ciencia y tecnología	Población que completó exitosamente el tercer nivel de educación y está ocupada en actividades de ciencia y tecnología
8586.2	6932.7	4956.1	3302.6

Se observa que del ARHCyT sólo un 57.72% es empleado en actividades propias del quehacer científico y tecnológico, y que de este porcentaje sólo un 66.64% recibió formación especializada lo que muestra la escasa capacidad del país por absorber a los cuadros de científicos y técnicos que se generan. Si bien los esfuerzos del Estado por impulsar la actividad científica han rendido algunos frutos, estos resultan insuficientes comparados con los de otros países; baste decir que durante el decenio que va de 1993 a 2002<sup>140</sup> el porcentaje del PIB que México destinó a ciencia y tecnología creció a un ritmo de 0.34% anual en tanto que en Estados Unidos y Canadá el porcentaje alcanzó 2.59% y 1.79% respectivamente. Al hacer la comparación con Alemania, Francia y Reino Unido

<sup>139</sup> El INEGI define al ARHCyT como el subconjunto de la población que ha cubierto satisfactoriamente la educación de tercer nivel con base en la Clasificación Internacional Normalizada de la Educación (ISCED por sus siglas en inglés), en un campo de la ciencia y la tecnología y/o está empleada en una ocupación de ciencia y tecnología que generalmente requiere de estudios de tercer nivel. Éste comprende los niveles educativos posteriores al bachillerato, estudios conducentes a grados universitarios o superiores y estudios de tercer nivel que crean habilidades específicas. *Vid.*, [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx) seleccionando Información estadística, Estadísticas por tema, Ciencia y tecnología, Indicadores sobre actividades científicas y tecnológicas, y Recursos humanos.

<sup>140</sup> La información disponible al mes de mayo de 2005 incluía hasta el año 2002.

(los principales socios comerciales de México después de Estados Unidos), los porcentajes para cada país alcanzaron el 2.36, 2.25 y 1.91%. del PIB (Véase Cuadro 9). En conjunto lo anterior muestra los alcances limitados del apoyo que recibe la investigación en ciencia y tecnología, así como el notable esfuerzo de los científicos mexicanos que se desarrollan bajo estas condiciones.

**Cuadro 9**  
**Porcentaje del PIB destinado por cada país a ciencia y tecnología<sup>141</sup>**

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Acumulado	Anual
México	0.22	0.29	0.31	0.31	0.34	0.38	0.43	0.37	0.4	0.4	3.45	0.34
Estados Unidos	2.52	2.42	2.51	2.55	2.58	2.6	2.65	2.72	2.74	2.67	25.96	2.59
Canadá	1.63	1.77	1.74	1.69	1.68	1.79	1.82	1.92	2.03	1.91	17.98	1.79
Alemania	2.35	2.26	2.26	2.26	2.29	2.31	2.44	2.49	2.51	2.52	23.69	2.36
Francia	2.4	2.34	2.31	2.3	2.22	2.17	2.18	2.18	2.23	2.2	22.53	2.25
Reino Unido	2.12	2.07	1.98	1.88	1.81	1.8	1.87	1.84	1.86	1.88	19.11	1.91

## VI.6.- Medición de la producción científica

Las condiciones generales en que se desarrolla la ciencia en México no son del todo favorables. Empero, el esfuerzo de las instituciones e investigadores adscritos a ellas ha derivado en una producción científica que, al ser comparada con etapas anteriores, demuestra algunos de los avances que ha tenido la genética humana, así como algunos de los riesgos que la ciencia enfrenta para su desarrollo los cuales son medibles a través de indicadores como el índice de factor de impacto (IFI).<sup>142</sup> ¿A qué nos referimos? De acuerdo con la información dispuesta por el INEGI, este término se refiere:

<sup>141</sup> Vid., [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx)

<sup>142</sup> Este criterio fue empleado por vez primera en 1963 en el *Science Citation Index* (SCI). Inicialmente este índice se publicaba en un suplemento del SCI con el nombre de *Journal Citation Report* (JCR) y en la

“... al cociente entre el número de citas y el número de artículos en un tiempo determinado. Este cociente no es más que el número de citas *promedio* que recibe cada artículo en un periodo de tiempo determinado (un año, cinco años). El factor de impacto pertenece a la familia de indicadores de la Bibliometría, método usado para medir la producción científica y tecnológica, mediante el uso de parámetros, tales como el número de artículos, reportes, resúmenes de congresos y patentes, así como las citas hechas a estos. Los indicadores bibliométricos miden la cantidad de investigación de calidad y permiten hacer comparaciones nacionales e internacionales.”<sup>143</sup>

Aunque la definición ofrecida por el INEGI es accesible, ésta no explica con mayor detalle algunos de los elementos que deben ser considerados, ya por sus ventajas o por sus limitantes. La mayor utilidad de este índice es que con él puede valorarse la producción científica de un país en general, y de los autores e instituciones en particular. Toda vez que un artículo es publicado en una revista con un índice de impacto reconocido, aquel ha sido sometido a un sistema de evaluación entre pares, normalmente de manera anónima, lo que asegura una revisión “imparcial”. El índice de factor de impacto se obtiene dividiendo el número total de citas que recibe un artículo publicado en una revista los dos años anteriores, entre el número de artículos publicados por esa revista en un periodo que por lo general es de dos años.<sup>144</sup>

---

actualidad es la publicación más importante del Institute for Scientific Information. *Vid.*, Gualberto Buela-Casal, “Evaluación de la calidad de los artículos y de las revistas científicas: Propuesta del factor de impacto ponderado y de un índice de calidad”.

<sup>143</sup> Consúltese la página [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx) seleccionando Factor de impacto de los artículos publicados por país, en análisis quinquenal, 1990-2003.

<sup>144</sup> Guelberto Buela-Casa, “Evaluación de la calidad de los artículos y de las revistas científicas: Propuesta del factor de impacto ponderado y de un índice de calidad”.

Ahora, a pesar de sus ventajas el IFI no considera una serie de elementos que, si bien no son cuantificables, sí influyen en el impacto que puede o no tener un artículo publicado. Algunos de estos elementos, estudiados por G. Buela-Casal,<sup>145</sup> son los siguientes:

- El periodo de dos años en que se basa el índice de impacto no es igual de adecuado para las distintas áreas científicas
- No siempre existe una equidad entre lo que se publica y en donde se publica
- Las revistas pueden seguir los sesgos del director de las mismas al tiempo que los revisores de un artículo pueden no contar con la calificación y objetividad necesarias
- En algunos casos los resultados de muchas investigaciones no son publicados debido a los intereses generados por el registro de patentes
- El idioma en que se edita un artículo influye en el número de citas que se reciben

Ante las limitantes inherentes a los criterios que forman el IFI, Buela Casal propone una evaluación enfocada en tres elementos: los criterios que pueden emplearse para evaluar, lo que se debe evaluar y quién debe evaluar. Si bien algunos de estos aspectos no son totalmente novedosos destaca la forma en que son planteados por el autor, así como la manera en que son puestos en práctica. En relación con la presente investigación debe aclararse que, además de tomar en consideración algunas de las limitantes inherentes a los criterios de evaluación, también se consideran aspectos referentes a los apoyos institucionales existentes. Con ello se establece un valor que pueda relacionar la actividad individual e institucional con el proceso de institucionalización de la ciencia. Para llegar a ese punto debemos transitar primero por la información referente al índice de factor de

---

<sup>145</sup> *Vid.*, Evaluación de la calidad de los artículos y de las revistas científicas: Propuesta del facto de impacto ponderado y de un índice de calidad”.

impacto por país para llegar a una consideración de la actividad científica, por individuos y por instituciones.

Los datos proporcionados por el INEGI reproducen los análisis llevados a cabo por el Institute of Scientific Information (ISI). Con ellos se mide el índice de factor de impacto de varios países, incluyendo el nuestro, tomando en consideración un periodo de cinco años.

**Cuadro 10**  
**Factor de impacto de los artículos mexicanos publicados en análisis quinquenal de 1990 a 2003**

Periodo	90-94	91-95	92-96	93-97	94-98	95-99	96-00	97-01	98-02	99-03
I.F.I.P. <sup>146</sup>	1.74	1.76	1.95	1.97	2.06	2.17	2.25	2.42	2.49	2.65

A partir de estos estudios puede suponerse que la vida “promedio” de un artículo científico es de cinco años, lapso tras el cual las aportaciones y comentarios ahí escritos decrecen lo suficiente como para ya no ser considerados novedosos. En los análisis quinquenales ofrecidos por el INEGI (1990 a 2003) se consideran 24 divisiones que abarcan a todas las áreas del conocimiento. Éstas promedian el factor de impacto con el que cuenta la producción científica nacional que para el quinquenio 1999-2003 fue de 2.65. Este valor, cabe decirlo, ha venido creciendo de manera ininterrumpida desde 1990, al igual que sucede con otros países.

---

<sup>146</sup> I.F.I.P.= Índice de Factor de Impacto Promedio.

**Cuadro 11**  
**Factor de impacto de los artículos publicados por país, en análisis quinquenal 1990-2003<sup>147</sup>**

	90-94	91-95	92-96	93-97	94-98	95-99	96-00	97-01	98-02	99-03
México	1.74	1.76	2.0	2.0	2.06	2.17	2.25	2.42	2.49	2.65
Estados Unidos	5.15	5.31	5.58	5.79	5.9	6.02	6.07	6.23	6.38	6.62
Canadá	3.57	3.77	4.08	4.31	4.51	4.68	4.85	5.02	5.18	5.39
Alemania	3.62	3.76	4.03	4.24	4.32	4.44	4.58	4.79	5.05	5.37
Francia	3.56	3.7	3.92	4.11	4.17	4.27	4.36	4.55	4.75	4.96
Reino Unido	4.19	4.25	4.49	4.67	4.74	4.85	4.91	5.18	5.4	5.72

¿Qué hay detrás de estos números en lo referente a publicaciones del área de genética? Como se mencionó anteriormente no existen indicadores específicos sobre la producción científica en esta área, no obstante sí se cuenta con una serie de datos con los que puede inferirse el estado que ha guardado esta rama de la ciencia desde hace unas décadas y de manera particular el de fechas recientes. A este respecto Rubén Lisker llevó a cabo una medición del impacto de las publicaciones de los investigadores mexicanos durante los años 1973,<sup>148</sup> 1978<sup>149</sup> y 1986,<sup>150</sup> basándose en el *Science Citation Index*. A partir de ello Lisker señaló que en 1973 seis investigadores fueron citados 58 veces en total; en 1978 el número de investigadores, todos pertenecientes a la AMGH, aumentó a 11 y el de sus citas a 170. Seis de ellos contaban con diez citas o más y de este grupo tres tenían más de 25 y menos de 40.<sup>151</sup> Para 1986 se presentó un decremento tanto en el número de investigadores como en el de ocasiones en que fueron citados, nueve y 116 respectivamente.

<sup>147</sup> Vid., [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx)

<sup>148</sup> Salvador Armendares y Rubén Lisker, "XII. La genética humana".

<sup>149</sup> Vid., Salvador Armendares, "Financiamiento de la investigación genética en México".

<sup>150</sup> Salvador Armendares y Rubén Lisker, *Op. Cit.*

<sup>151</sup> Estos datos superaban ya a los ofrecidos por Martínez-Palomo y Hugo Aréchiga, quienes señalaron que de 1970 a 1976 de 13 disciplinas biomédicas, sólo dos tuvieron más de 170 citas. Por su parte Alarcón –Segovia

Pese al decremento de 1986, las cifras reflejan la mayor importancia que fue cobrando la producción científica nacional realizada por médicos en el ramo de la genética.<sup>152</sup> Empero, al revisar las estadísticas disponibles de los últimos años sobre los índices de factor de impacto se observa que no existe un apartado especial para el rubro de genética, probablemente a causa de la diversificación de las líneas de investigación en esta rama de la ciencia. Si queremos inferir el desarrollo de la misma en años más recientes debemos centrarnos en algunas de las áreas de investigación que le son afines como biología molecular, química, física, biología, farmacología, medicina y microbiología. Por supuesto, la vastedad de las líneas de investigación relacionadas con la estructura molecular del ADN, así como con la descripción de los cuadros clínicos de un sujeto, nos obliga a establecer un criterio de selección de los autores que pueden ser citados.

Si consideramos que tan sólo el directorio de la Asociación Mexicana de Genética Humana en 2005 contaba con 229 miembros inscritos,<sup>153</sup> podemos imaginar los problemas que representaría establecer una selección de autores que trataran todos los aspectos relacionados con el estudio del genoma humano. Por ello se conformó una lista a partir de la cual se pudiera estudiar el factor de impacto de la comunidad científica mexicana

Dentro del medio científico, dependiendo del autor, se cuenta con una cantidad de genetistas que va de sólo un par de especialistas, de acuerdo con la Academia Nacional de Medicina, a 10 si consideramos los datos ofrecidos por Gerardo Jiménez Sánchez; la lista puede aumentar a 26 miembros si nos basamos en información proporcionada por el

---

encontró que en 1976 sólo un área de investigación clínica de 12 tuvo más de 170 citas. *Vid.*, Salvador Armendares, "Financiamiento de la investigación genética en México".

<sup>152</sup> Conviene recordar que la AMGH, cuyo directorio fue la base para los primeros reportes hechos con datos del Science Citation Index, nació como una asociación de médicos que paulatinamente comenzó a albergar a especialistas de otras áreas.

CONACYT en la que se incluye a los genetistas médicos. Incluso puede aumentar a más de 200 especialistas relacionados con esta ciencia, si nos basamos en el padrón de miembros de la AMGH. Para definir los autores cuya bibliografía sería estudiada a fin de entrever el estado que guarda la genética humana en nuestro país, se decidió que estos deberían cumplir cuando menos con uno de los siguientes criterios:

- Estar vivo al momento de llevarse a cabo esta investigación (el cierre de la recopilación de materiales se fijó en julio de 2003)
- Haber sido presidente de la Asociación Mexicana de Genética Humana
- Ser miembro de la Academia Mexicana de Ciencia en el área de genética humana
- Ser genetista de la Academia Nacional de Medicina
- Ser miembro del Sistema Nacional de Investigadores en el Área de genética médica o algún otra área de esta ciencia
- Aparecer cuando menos en una de tres bases de datos, a saber: The Web of Science, del Institute for Scientific Information; ARTEMISA, del Centro de Información para Decisiones en Salud; y REVSA, de la Secretaría de Salud.<sup>154</sup>

Con base en lo anterior nuestra lista incluyó a los siguientes investigadores:

Elisa Alonso Vilatela

Diego Arena Aranda

Salvador Armendares Sagrera

Hugo Barrera Saldana

Jaime Berumen Campos

Lucina Bobadilla Morales

Francisco Bolívar Zapata

José María Cantú

---

<sup>153</sup> Vid., Ivan Hoe Gamboa Ojeda, *et al.*, *Asociación Mexicana de Genética Humana*.

Alessandra Carnevale Cantoni  
Victoria del Castillo  
Alfredo Corona Rivera  
Jorge Corona Rivera  
María Ésmer Sánchez  
Ivanhoe Gamboa Ojeda  
Patricio Gariglio  
Tatiana Gazarián Ananjan  
Esthela Ariadna González del Ángel  
Jesús Guízar Vázquez  
Berta Ibarra  
Susana Kofman Epstein  
Aurea Leal Cortés  
Rubén Lisker Yourkowsky  
Esther López-Bayghen  
Francisco Martínez Flores  
Roberto Montes de Oca Luna  
Osvaldo Mutchinick Baringoltz  
Patricia Ostrosky Wegman  
Silvia Pérez Vera  
Héctor Villalobos Rangel  
Olivia Rasmussen Almaraz  
José Fernando Rivas Solís  
Horacio Rivera Ramírez  
Dolores Saavedra Ontiveros  
Fabio Salamanca Gómez  
Francisco Javier Sánchez Anzaldo  
Antonio Velásquez Arellano  
Carlos Zavala

---

<sup>154</sup> En tanto que el Instituto Nacional de Salud es una institución académica compuesta por profesionales especializados en diversas áreas de la salud pública y de las ciencias sociales, la Secretaría de Salud es una institución centrada en la atención médica.

Juan Carlos Zenteno Ruiz

El manejo de una lista de autores siempre presupone algunas condiciones. En nuestro caso la actividad de estos científicos será tratada de manera anónima buscando establecer un valor que, dada la falta de antecedentes: funja como un punto de comparación para etapas subsecuentes, establezca una valoración de la actividad científica, permita una comparación con los valores ofrecidos por Rubén Lisker en cuanto a productividad de los científicos mexicanos en 1973, 1978 y 1986.

#### **VI.7.- Metodología**

Se ha mencionado que la mejor manera de medir la productividad de un científico es a través del número de citas que éste recibe y que se expresan en el llamado índice de factor de impacto. Es necesario mencionar que, al tiempo que la frecuencia de citación está directamente relacionada con la creatividad de un científico y con la difusión de la revista en la que publica, los integrantes de una comunidad de investigadores alcanzan la cúspide de su productividad a edades diferentes y en momentos distintos. Richard A. Davis<sup>155</sup> propone un lapso de 15 años como mínimo para identificar los periodos de máxima productividad así como la tendencia de un autor a abordar temas específicos. Para ello Davis se basa en el estudio de la comunidad de neurocirujanos en Estados Unidos durante el periodo 1896-1980. Dado que no existe una bibliografía lo suficientemente amplia para el caso de la genética humana en nuestro país, la metodología que se propone en este trabajo

---

<sup>155</sup> Richard A Davis, "Creativity in Neurosurgical Publications".

establece el periodo 1998-2002 como el lapso en el cual se compara la productividad científica del periodo en cuestión con la de los años 1973, 1978 y 1986 analizados por Rubén Lisker. Así mismo el quinquenio seleccionado permitirá confrontar la actividad científica de otros países a partir del Índice de Factor de Impacto.

Una vez que definidos los parámetros para la selección de autores y los periodos a comparar, se observó que, a diferencia de la Web of Science, las bases de datos de Artemisa y REVSA no cuentan con índice de citación, por lo que estas dos últimas se analizan de manera independiente a la primera.

#### **VI.8.- Bases de datos Artemisa y REVSA**

Las bases de datos hechas por instituciones nacionales (Artemisa, perteneciente al Centro de Información para Decisiones en Salud, adscrito al Instituto Nacional de Salud Pública; REVSA, base de datos formulada por la Secretaría de Salud), tan sólo cuentan con información elemental de los artículos ahí registrados, a saber: título; autor, revista y fecha de publicación. Por ello su tratamiento se restringe a conocer el número de autores, artículos e instituciones en los que los primeros publicaron durante el periodo 1998-2002.<sup>156</sup>

El análisis de REVSA arroja que de los 37 autores seleccionados, 11 cuentan con registro en esta base de datos con un total de 18 artículos en 11 de los cuales dichos científicos aparecen como primeros autores. Estos escritos fueron publicados por 4

---

<sup>156</sup> No existen mediciones de la producción de artículos en 1973, 1978 y 1986, años utilizados como referencia, para comparar los datos ofrecidos por Salvador Armendares referentes a la Web of Science.

instituciones a través de sus propios órganos de difusión (Archivo de Neurociencias, Boletín Médico del Hospital Infantil de México, Gaceta Médica de México y Revista de Investigación Clínica).

En lo tocante a Artemisa, ésta refleja que durante el mismo lapso 20 investigadores produjeron 27 artículos registrados en esta base de datos, en 18 de los cuales ostentaron la posición de primer autor. Estos escritos fueron publicados por 14 órganos de difusión pertenecientes a diferentes instituciones públicas.

#### **VI.9.- Base de datos de la Web of Science**

Al tratar de establecer valores para algunos datos sobre la productividad científica, se presentó el problema de no contar con estudios previos al respecto. El análisis aquí realizado ofrece una propuesta que puede servir de base para estimar el comportamiento de la productividad científica en el área de genética humana; así mismo los resultados de esta investigación podrán servir como base para confrontar los mismos indicadores en el futuro.

Debemos recordar que de acuerdo con Salvador Armendares y Rubén Lisker, el Science Citation Index señalaba que en el campo de la genética seis investigadores mexicanos fueron citados 58 veces en total; en 1978 el número de investigadores aumentó a 11 y el de sus citas a 170 y que para 1986 tanto el número de investigadores como el número de citas decreció a nueve y 116 respectivamente.<sup>157</sup>

La revisión de la Web of Science en el periodo 1998-2002 muestra que de los 37 autores seleccionados, 31 cuentan con publicaciones registradas en esta base de datos. En conjunto acumulan 232 artículos en 82 publicaciones, citadas 957 veces entre 1998 y 2002. ¿Qué nos indican estas cifras en primera instancia? Ante todo que, a pesar de las limitantes en que se desarrolla la ciencia en México, la comunidad científica dedicada a la genética humana en alguna de sus áreas afines creció más de cinco veces entre 1973 y 2002. Las citaciones de los artículos publicados por dicha comunidad en revistas con Índice de Factor de Impacto internacional, aumentaron en un 1,550% con respecto a 1973, 462% con respecto a 1978 y un 725% con respecto a 1986.

En lo que se refiere a la autoría de los 236 artículos publicados, en 70 de ellos alguno de los autores aparece en primer sitio.<sup>158</sup> Al revisar las instituciones a las que están adscritos se encuentra que éstas son públicas en su totalidad. El primer lugar en publicaciones fue ocupado por la Secretaría de Salud con 25, seguida por el Instituto Mexicano del Seguro Social (19), la UNAM (19), el Hospital Militar (4), el IPN (3) y la Universidad de Guadalajara (1). La ausencia del ISSSTE en este listado se explica por que dicha institución restringe sus servicios a la genética clínica y no desarrolla la investigación en esta área.

Ahora, no obstante que la cantidad de investigadores así como de las citas que reciben sus trabajos ha aumentado significativamente desde la década de los 70, la comparación entre la productividad científica total de nuestro país y la de otras naciones, expresada en el

---

<sup>157</sup> *Vid.*, Salvador Armendares y Rubén Lisker, “XII. La genética humana” y Salvador Armendares, “Financiamiento de la investigación genética en México”.

<sup>158</sup> La jerarquía de los autores se lleva a cabo considerando el orden de su aparición en el listado de direcciones de los investigadores y laboratorios participantes, en el caso de que el primer autor se encuentre adscrito a dos o más instituciones se considera la primera en ser mencionada.

índice de factor de impacto (Véase cuadro 11), revela que durante el quinquenio 1999-2003 México tuvo un impacto dentro de la ciencia 149.81% menor que el de Estados Unidos, 103.39% menor que el de Canadá y 102.64, 87.16 y 115.84% menor que Alemania, Francia y el Reino Unido respectivamente.

**Cuadro 11**  
**Factor de impacto de los artículos publicados por país, en análisis quinquenal 1990-2003<sup>159</sup>**

	90-94	91-95	92-96	93-97	94-98	95-99	96-00	97-01	98-02	99-03
México	1.74	1.76	2.0	2.0	2.06	2.17	2.25	2.42	2.49	2.65
Estados Unidos	5.15	5.31	5.58	5.79	5.9	6.02	6.07	6.23	6.38	6.62
Canadá	3.57	3.77	4.08	4.31	4.51	4.68	4.85	5.02	5.18	5.39
Alemania	3.62	3.76	4.03	4.24	4.32	4.44	4.58	4.79	5.05	5.37
Francia	3.56	3.7	3.92	4.11	4.17	4.27	4.36	4.55	4.75	4.96
Reino Unido	4.19	4.25	4.49	4.67	4.74	4.85	4.91	5.18	5.4	5.72

En nuestro análisis la edad es otro de los factores que deben ser considerados. Si bien ésta no es determinante para la productividad de un científico se considera que después de los 65 años cumplidos tiende a decrecer.<sup>160</sup> Para este apartado es necesario comentar que aunque la *Ley Federal de transparencia y acceso a la información pública y gubernamental*, obliga a las instituciones del gobierno a proporcionar datos referentes a la edad de los investigadores y nivel que estos ocupan dentro del SNI a quien los solicite, la práctica muestra que los alcances de esta norma aún son limitados.

<sup>159</sup> Vid., [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx)

<sup>160</sup> Durante la entrevista proporcionada por Susana Kofman para este trabajo, la investigadora hizo referencia a la relación edad-productividad de los miembros del SNI señalando que: *En el nivel tres se requiere, por lo menos, de 50 publicaciones con 350 citas. En el nivel dos también requieres de haber formado recursos humanos de pre y posgrado pero en el tres te exigen haber formado grupos de investigación que empiecen a producir por sí mismos. Cuando has llegado al nivel tres primero renuevas por cinco años, según las modificaciones actuales; después vuelves a renovar por cinco años y en la tercera renovación lo haces por diez.*

*No sé que va a pasar con la gente joven que llegue a los diez años siendo joven, porque si tienes 65 años ya puedes optar por 10 años sin presentar documentación y con una productividad limitada porque el criterio es que tu capacidad disminuye después de los 65, lo cual no siempre es cierto, depende del área.*

La información que se muestra en la página web del SNI referente a las edades de los investigadores y nivel dentro del Sistema, no está completa ni actualizada en muchos de los casos; aunque esta información se solicitó de manera expresa no hubo respuesta por lo que nuestras estimaciones se llevaron a cabo sólo con los datos electrónicos disponibles. De tal forma, de una lista de 37 investigadores sólo se cuenta con la edad de 20 de ellos. Ésta promedia los 55 años de edad y se compone de la siguiente manera. 15 de los investigadores tienen 50 años o más, dos de ellos cuentan con edades que oscilan de los 40 a los 50 años y tres son menores de 40.<sup>161</sup> En cuanto a los niveles que se ocupan dentro del Sistema 20.8% son candidatos, 33.3% son Nivel 1, 12.5% Nivel 2 y 33.3% Nivel 3. Al relacionar el promedio de edad (55 años) con la posición dentro del Sistema, no puede dejar de considerarse que la planta de investigadores presenta un envejecimiento considerable al tiempo que sólo una tercera parte cuenta con el más alto nivel dentro del SNI. Esto es importante de señalar ya que la pertenencia al nivel tres implica apoyos económicos para la investigación.<sup>162</sup> Esto nos conduce a reafirmar que el país continúa produciendo recursos

---

<sup>161</sup> En la página electrónica de la Academia Mexicana de Ciencias se da cuenta del comentario de varios científicos con respecto a las necesidades de hacer cambios en las políticas de evaluación del SNI que establecen los niveles otorgados a cada investigador. Dentro del artículo aparece el comentario de la Dra. Claudia González quien señaló que, en promedio, la edad más productiva para los científicos mexicanos era de 57 años, siete más que el promedio estadounidense y cinco que el francés.

<sup>162</sup> Las entrevistas realizadas para esta investigación arrojan que la pertenencia al Sistema Nacional de Investigadores se ha convertido en una necesidad económica ante los salarios insuficientes. Esto ha dado pie a una serie de críticas que señalan tanto la necesidad de ajustar los mecanismos de promoción al interior del SNI, como los que aseguren no sólo la productividad de los científicos, sino su calidad. Ahora, debe mencionarse que si bien las críticas al SNI son frecuentes su existencia supone por sí misma ventajas para la ciencia y por ende para la comunidad científica. De manera particular Hugo Barrera, presidente de la AMGH y miembro dictaminador del SNI, señaló que: *No hay sistemas perfectos, todos los sistemas son perfectibles y el SNI ha tenido muchos aciertos, muchos... Pero tiene sus defectos, ciertamente propicia que muchos estemos detrás de los famosos "papers" y sacando cosas a lo mejor propiciando la cantidad en vez de la calidad. Todo eso creo que va a ir madurando y va a irse mejorando. Es mucho mejor tener al SNI que no tenerlo, que no es perfecto, coincido. Hay muchas cosas que se pueden mejorar en el SNI, pero también en la ciencia los grandes descubrimientos son imprescindibles algunos son porque algún tipo con mucha libertad trabajando en alguna cosa que ni parecía importante de repente acierta, eso no se puede predecir por el SNI, el SNI no puede predecir. Pero por otro lado, ha puesto orden en muchas cosas que antes estaban totalmente desordenadas, y para mí resultaba fastidioso ver como muchos investigadores se conformaban con ir a un congreso internacional y poner un apartado y eso aparecía en sus listas de publicaciones; decías*

humanos capacitados, sin desarrollar al mismo tiempo una infraestructura que los absorba. El riesgo, además de un rezago evidente en la producción científica, es que en un plazo relativamente corto la creatividad del país en este rubro se vea truncada, desvaneciéndose por completo la posibilidad de un desarrollo científico independiente.

Es en medio de este marco lleno de contradicciones, aciertos y desaciertos que la genética humana ha venido desarrollándose durante su tercera y cuarta etapas de las cuales se hablará a continuación.

---

*“publicaciones” y enlistaban estos congresos, nunca se llegaba hasta la versión final que era un manuscrito serio, sometido a evaluación por pares de una revista de prestigio y eventualmente publicado. Ahora el SNI ya no acepta el presentarse a congresos, ahora exige artículos que sean publicados en revistas indexadas y con impacto, y que te citen tus colegas en todo el mundo; nos está exigiendo cada vez más y eso es bueno.”*

## **VII.- Tercera etapa de la genética humana en México, 1988-2003**

Al igual que las etapas anteriores el tercer periodo de institucionalización de la genética humana está marcado por intentos, éxitos e insuficiencias que pueden ser valuados a partir de la existencia de laboratorios, sociedades científicas e instituciones relacionados con esta rama de la ciencia.

Se ha mencionado que hacia 1987 existían 38 laboratorios de genética humana en el país ubicados básicamente en centros de atención médica y universidades. Para el segundo lustro de la década de los 90 su número apenas sobrepasaba los 40.<sup>163</sup> Con base en lo anterior, un primer acercamiento sugeriría que en el lapso de una década no se presentaron mayores cambios en la situación de la institucionalización de la genética. Sin embargo, otras consideraciones nos muestran que la existencia de una serie de laboratorios no define por sí sola la situación de una ciencia, pues las labores realizadas en estos espacios varían en magnitud y originalidad.<sup>164</sup> A su vez esto no explica el papel que han jugado otros actores en el proceso de institucionalización de esta ciencia a lo que se suma que en la genética humana, la estrecha vinculación entre la investigación y la práctica clínica dificulta la distinción entre las labores que realiza cada grupo y, con ello, la importancia de cada una. Por tales razones debemos añadir otros elementos a nuestro análisis sobre el proceso de institucionalización de esta ciencia.

---

<sup>163</sup> Rubén Lisker, “Situación de los servicios de genética médica en México”.

<sup>164</sup> *Ibidem*.

Para los propósitos de este apartado conviene recordar que entre 1989 y 1997 el número de plazas para servicios de genética médica en el sector salud permaneció constante (120) y con la siguiente distribución: 65 (54%) en el Distrito Federal; 17 (14%) en Jalisco; 7 (6%) en Nuevo León; 6 (5%) en Puebla; 2 en Zacatecas y las 23 restantes distribuidas en el resto del país.<sup>165</sup> Al tiempo que estas cifras revelaban la marcada centralización de la ciencia en nuestro país, también indicaban una insuficiencia para ofrecer atención médica en esta área, situación que ha sido identificada por lo menos a partir de la década de los 80.<sup>166</sup>

Frente a esta situación tuvieron lugar otros esfuerzos para impulsar la investigación y formación de recursos humanos, así como para extender la genética humana a campos diferentes al de la medicina y ciencias de la vida. En ese tenor destacan la formación del Núcleo Interdisciplinario de Estudios en Salud y Derechos Humanos (1992), más adelante Núcleo de Estudios en Salud y Derecho; las comisiones nacionales de Bioética y del Genoma Humano (2000), la Sociedad Mexicana de Medicina Genómica (2000), el Centro Nacional de Medicina Genómica (2001), el Colegio de Bioética (2003) y el Instituto Nacional de Medicina Genómica (2004) del los cuales ahora ofreceremos un esbozo.

---

<sup>165</sup> El número de plazas es el mismo para Rubén Lisker (1991); Susana Kofman (1991); Salvador Armendares y Fabio Salamanca (1997). *Vid.*, “Situación de los servicios de genética médica en México”, “La genética humana en México” y “La investigación y la enseñanza de la genética humana en México”, pertenecientes a cada autor.

<sup>166</sup> Entrevistas realizadas a Salvador Armendares, Fabio Salamanca y Rubén Lisker.

## VII.1.- Núcleo de Estudios en Salud y Derecho

El Núcleo de Estudios en Salud y Derecho (NESD),<sup>167</sup> está formado básicamente por especialistas provenientes de áreas diferentes a la medicina, quienes han analizado las repercusiones que tiene la medicina genética en los órdenes jurídico y social. ¿Cuál es la historia de este Núcleo?

Desde los años 80 había tenido lugar una serie de discusiones por parte de especialistas en derecho laboral, civil y derechos humanos, quienes se preguntaban por los impactos que tendrían las investigaciones del genoma humano a nivel normativo, en los ámbitos nacional e internacional. En 1992 algunos miembros de esta comunidad lograron constituirse como un núcleo de estudios, agrupado en torno al Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM. Entre los miembros pertenecientes al NESD están Víctor M. Martínez Bullé Goyri, Gonzalo Moctezuma Barragán, Antonio Velásquez Arellano, Marcia Muñoz de Alba Medrano, Ingrid Brena Sesma y Raúl Márquez Piñero.

A partir de 1995 el NESD logró la publicación de una serie de trabajos<sup>168</sup>. En ellos se reflejan las consideraciones éticas y jurídicas que las investigaciones sobre el genoma humano han tenido en la prestación de servicios médicos, así como las posibles afectaciones de los derechos humanos que de todo ello se derivan. Aunque estas publicaciones han sido por demás importantes, la trascendencia del Núcleo no se limita a ellas. Esta agrupación ha tenido un papel importante en el establecimiento de otras instancias relacionadas con la genética humana al buscar que éstas respondan de manera

---

<sup>167</sup> Durante su primera etapa de existencia el NEISD se denominó Núcleo Interdisciplinario de Salud y Derechos Humanos, empero se maneja sólo la segunda denominación por ser ésta la actual.

<sup>168</sup> Serie *Cuadernos del Núcleo de Estudios Interdisciplinarios en Salud y Derechos Humanos*.

más adecuada a los intereses de la investigación científica, sin lastimar una serie de garantías contempladas dentro de los derechos humanos.

Conforme las investigaciones en genética humana avanzaron y se entrevió que debían discutirse aspectos éticos y jurídicos en la legislación, el NESD tuvo un acercamiento con el gobierno federal bajo la administración de Ernesto Zedillo para proponer la creación de una instancia que se encargara de la investigación, formación de recursos humanos y atención médica en el área de la genética humana y que al mismo tiempo discutiera la normatividad vigente en esta materia, dado que la investigación médica y los servicios de salud están reglamentados por una *Ley General de Salud*. Esta última contempló que en las instituciones médicas y de investigación las actividades relacionadas con la genética fueran reguladas por dos comisiones. Una de ética, en el caso de que se realizaran investigaciones sobre seres humanos; y una de bioseguridad, encargada de regular las investigaciones y aplicación de técnicas de ingeniería genética.<sup>169</sup> De tal forma, a finales del mes de octubre de 2000, se acordó la creación de las comisiones nacionales de Bioética y para el Genoma Humano.<sup>170</sup>

---

<sup>169</sup> *Ley General de Salud*, Título quinto, Investigación para la Salud, capítulo único, artículos 96-103.

<sup>170</sup> Como se mencionó anteriormente, el genoma se define como el conjunto de moléculas que guardan toda la información para la herencia de caracteres de un individuo contenida en los genes, cuya expresión es estimulada o inhibida de acuerdo con las condiciones materiales y medio ambientales que rodean a un sujeto. El estudio del genoma humano no puede ser entendido sin la bioética a la que se define como el área de investigación que analiza la conducta de los seres humanos, ante los problemas morales ligados a la biomedicina y su vinculación con los ámbitos del derechos y las ciencias humanas. El estudio y aplicación de la bioética abarca tres campos: La bioética general, que se ocupa de los fundamentos éticos, los principios originarios de la ética médica y las fuentes documentales inherentes; la bioética espacial, que analiza problemas, las implicaciones de los estudios y manipulación del genoma desde los campos de la medicina, la ingeniería genética, eutanasia, aborto, experimentación clínica, etc.; la bioética clínica, que examina la práctica médica concreta y, en el caso de la práctica clínica, los valores que se ven afectados así como los medios para que se pueda encontrar una línea de conducta que no modifique dichos valores. *Vid.*, <http://bioetica.salud.gob.mx>

## VII.2.- Comisiones nacionales de Bioética y del Genoma Humano

La Comisión Nacional de Bioética (CNB), fue creada el 19 de octubre de 2000 por un acuerdo firmado entre la Secretaría de Salud y los institutos Mexicano del Seguro Social (IMSS) y de Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE). La Comisión se encargaría de establecer una guía ética para la atención médica e investigación, fijando los criterios o principios éticos mínimos a observarse en las instituciones de salud.<sup>171</sup> En 2002 la CNB fue el conducto para fijar un Código para el personal de salud sustentado, a la vez, en un código de ética establecido por el gobierno federal y en el Programa Nacional de Salud 2001-2006. Debido a que en el código para el personal de salud se establecían los aspectos genéricos de las conductas éticas en la prestación de servicios, no es de extrañar que la CNB estuviera encabezada por los directores de los institutos de salud, rectores y académicos de distintas universidades así como representantes de otras instancias federales.

El primer presidente de la CNB fue Manuel Velasco Suárez, siendo sustituido a su muerte por Fernando Cano Valle. En 2005 la CNB tenía a éste como Secretario Ejecutivo y en el primer cargo a Julio Frenk Mora, Secretario de Salud. Junto con la mesa directiva, la CNB tiene un Consejo Técnico que en 2005 estaba formado, entre otras personas, por Juan Ramón de la Fuente, Rector de la UNAM; Luis J. Galán Wong, Rector de la Universidad Autónoma de Nuevo León; Benjamín Gonzalo Roaro, Director General del ISSSTE; Rodolfo Lerma Shiumoto, Director General de la Escuela Médico Militar; Santiago Levy, Director General del IMSS, Lorenzo Meyer, del Colegio de México; Jaime Parada Ávila, Director General del CONACYT; José Sarukhán Kermez, del Instituto de Ecología de la

---

<sup>171</sup> Vid., <http://bioetica.salud.gob.mx>

UNAM; Guillermo Soberón Acevedo, Comisión Nacional del Genoma Humano y Carlos Tena Tamayo, Comisionado Nacional de Arbitraje Médico.<sup>172</sup>

En lo tocante a la CNGH, ésta se fundó con el fin de elaborar y presentar al ejecutivo federal las políticas nacionales sobre genoma humano, y proponer las adecuaciones y actualizaciones necesarias al marco jurídico aplicable a fin de estimular la investigación en medicina genómica. A diferencia de la CNB, la CNGH aglutinó no sólo a instancias públicas sino también a la Fundación Mexicana para la Salud (Funsalud). Esta última es una institución privada cuyos esfuerzos se encaminan a contribuir al conocimiento científico y tecnológico de políticas en materia de salud.<sup>173</sup> De esta manera la CNGH, cuyo primer presidente fue Guillermo Soberón,<sup>174</sup> surgió de un acuerdo firmado por la Secretaría de Salud, la UNAM, el CONACYT y Funsalud.<sup>175</sup>

Una vez creada la CNGH, el Núcleo de Estudios en Salud y Derecho fue invitado a participar en las discusiones que se generaran en torno a la genética humana. A partir de ello el Núcleo no ha dejado de prestar su respaldo en lo tocante a las consideraciones jurídicas inherentes a la genética humana. Cabe decir que para el momento en que el NESD comenzó a participar en el proceso de institucionalización de la genética humana ya existía una Academia Mexicana de Bioética Humana, fundada y dirigida por Manuel Velazco-

---

<sup>172</sup> Vid., [www.conamed.gob.mx/codbioetica.htm](http://www.conamed.gob.mx/codbioetica.htm) La Comisión Nacional de Arbitraje Médico se creó el 23 de octubre de 2000 contando con la participación de la UNAM, el Instituto Politécnico Nacional y el CONACYT.

<sup>173</sup> [www.funsalud.org.mx](http://www.funsalud.org.mx)

<sup>174</sup> Entrevista con Marcia Muñoz .

<sup>175</sup> En el *Diario Oficial de la Federación* del 23 de octubre de 2000 se dio noticia del acuerdo mediante el cual surgía el CNGH con la firma de Ernesto Zedillo, Miguel Limón Rojas y José Antonio González Fernández, a la sazón presidente de México y secretarios de Educación Pública y Salud, respectivamente.

Suárez. Sin embargo, fue el NESD quien impulsó las discusiones en torno a la Bioética, primero en un ámbito académico y después a nivel institucional.<sup>176</sup>

Al mencionar las instancias públicas y privadas que intervinieron en la creación de la CNGH, debemos destacar que la inclusión de Funsalud en este proyecto coincidió con los esfuerzos realizados por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología tendentes a lograr un financiamiento compartido de los proyectos de investigación con la iniciativa privada, esquema que ha sido impulsado de manera particular durante los últimos años.<sup>177</sup>

### **VII.3.- Centro Nacional de Medicina Genómica**

Una vez creadas las comisiones nacionales de Bioética y del Genoma Humano, se contaba con un marco normativo que permitiera la creación de un centro de medicina genómica que cristalizara el trabajo de médicos, investigadores y juristas en esa materia. Inicialmente se propuso que dicho centro dependiera de la Universidad Nacional, proyecto que tomó forma en el Centro Nacional de Medicina Genómica (CNMG) en cuya creación participaron la UNAM, el CONACYT, la Secretaría de Salud y la Funsalud.<sup>178</sup> El acuerdo fue firmado el 21 de noviembre de 2001 por Juan Ramón de la Fuente, Julio Frenk Mora, Jaime Parada Ávila y Guillermo Soberón, Rector de la UNAM, Secretario de Salud, Director General del

---

<sup>176</sup> Entrevista con Marcia Muñoz.

<sup>177</sup> Entrevista con Hugo Barrera.

<sup>178</sup> La información relativa a la firma del convenio mediante el cual se establece el Centro Nacional de Medicina genómica puede ser consultada en las páginas [www.percano.com.mx/prescripcionmedica/2002/febrero/primer%20centro%20medicina%2020fenomica%20en%20mexico.htm](http://www.percano.com.mx/prescripcionmedica/2002/febrero/primer%20centro%20medicina%2020fenomica%20en%20mexico.htm); [www.dgi.unam.mx/rector/mensajes/2001/22nov001\\_b.htm](http://www.dgi.unam.mx/rector/mensajes/2001/22nov001_b.htm); [www.dgi.unam.mx/boletin/bdboletin/2001\\_1140.html](http://www.dgi.unam.mx/boletin/bdboletin/2001_1140.html)

CONACYT y presidente de Funsalud, respectivamente.<sup>179</sup> Con anterioridad las instituciones firmantes habían dado a conocer el *Estudio de factibilidad para el establecimiento y desarrollo del Centro de Medicina Genómica*. Como fruto de este documento se aprobó y acordó la creación de un instituto de medicina genómica para continuar con el desarrollo de esta ciencia en nuestro país.<sup>180</sup>

Básicamente los objetivos del CNMG se dirigían a la promoción conjunta de proyectos de investigación, formación de recursos humanos y difusión del conocimiento de la medicina genómica.<sup>181</sup> Para estos fines el Centro contempló la creación de un Fideicomiso Promotor del Centro de Medicina Genómica, cuyo objetivo sería financiar el programa y los proyectos de investigación generados por el mismo, mas estos esfuerzos tendrían que ser reorganizados y redirigidos en el corto plazo. Como parte de este proceso, toda vez que las atribuciones del CNGH y de la CNB se empalmaban, se decidió que la primera se integrara a la segunda bajo la dirección de Guillermo Soberón.<sup>182</sup>

Aparentemente se pensó que la UNAM sería el espacio idóneo para la creación de un nuevo centro de investigación dedicado a la genética humano. Empero, la relativa situación de inestabilidad por la que atravesó esta casa de estudios a consecuencia de la huelga estudiantil entre el 20 de abril de 1999 y el 6 de febrero de 2000, provocó que este centro

---

<sup>179</sup> Vid., [www.dgi.unam.mx/boletin/bdboletin/2001\\_1140.html](http://www.dgi.unam.mx/boletin/bdboletin/2001_1140.html) Conviene añadir que si bien algunas fuentes otorgan mayor peso a las comisiones nacionales del Genoma Humano y de Bioética, otros autores otorgan un papel decisivo a Funsalud por considerar que fue ésta la que realizó un cabildeo entre científicos e instituciones varias, para formalizar en octubre de 2000 un convenio firmado entre la SSA, la UNAM, Funsalud y el CONACYT donde se estableció el compromiso de crear un centro de medicina genómica. Ello a partir del documento *Desarrollo de la medicina genómica en México. Centro de Medicina Genómica*, cuya autoría corresponde a Gerardo Jiménez Sánchez, José Cuauhtémoc Valdés y Guillermo Soberón.

<sup>180</sup> Gerardo Jiménez Sánchez, “El Instituto Nacional de Medicina Genómica”.

<sup>181</sup> [www.dgi.unam.mx/boletin/bdboletin/2001\\_1140.html](http://www.dgi.unam.mx/boletin/bdboletin/2001_1140.html)

<sup>182</sup> Entrevista con Marcia Muñoz.

no operara en la realidad.<sup>183</sup> No obstante la Comisión Nacional del Genoma Humano retomó este proyecto e impulsó lo que hoy día es el Instituto Nacional de Medicina Genómica. Con base en la información disponible, puede pensarse que el fideicomiso promotor del CNMG se transformó en el Consorcio promotor del Instituto Nacional de Medicina Genómica. Es necesario mencionar que durante la firma del convenio mediante el cual se creaba el CNMG, el Rector de la UNAM, Juan Ramón de la Fuente, señaló que uno de los pasos, quizá el más importante, para el establecimiento del CNMG era la creación de un laboratorio genómico de alta tecnología que permitiera llevar a cabo no sólo la secuenciación del ADN, sino el análisis para el proteoma y el transcriptoma, elementos fundamentales en el funcionamiento de los genes. Este laboratorio, que sería “la semilla científica y tecnológica del Centro de Medicina Genómica”, no llegó a existir y junto con él la posibilidad de crear el centro de investigación al que se aspiró en un momento dado.

Otras fuentes establecen que la creación del CNMG surgió de la iniciativa de un grupo de genetistas encabezados por Antonio Velázquez, a la sazón coordinador de la Unidad de Genética de la Nutrición del Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM e investigador en el Instituto Nacional de Pediatría.<sup>184</sup> A. Velázquez se había acercado a los rectores de las principales universidades del país, a diferentes científicos y juristas para proponer la creación de un centro de investigación en genética humana. Por circunstancias que no son ajenas a la ciencia, entre las que se cuenta la rivalidad entre científicos, este proyecto no tuvo la viabilidad esperada. La solución que encontró el grupo

---

<sup>183</sup> *Vid.*, Juan Ramón de la Fuente, “Consortio promotor del Centro de Medicina Genómica. La Universidad Nacional y la medicina genómica”, [www.inmegen.org.mx/pdfs/DelaFuente.PDF](http://www.inmegen.org.mx/pdfs/DelaFuente.PDF)

<sup>184</sup> Aunque algunos miembros de la comunidad científica consideran a Antonio Velázquez como la persona “clave” en la concepción del CNMG y del INMEGEN, algunas páginas electrónicas de este último atribuyen la formación del instituto como resultado de un proyecto encabezado desde 1999 por Julio Frenk Mora, a la sazón Srio. de Salud. *Vid.*, [www.inmegen.org.mx/pdfs/informe2002/consorcio%20promotor.pdf](http://www.inmegen.org.mx/pdfs/informe2002/consorcio%20promotor.pdf)

dirigido por Antonio Velásquez fue proponer a Guillermo Soberón, presidente de la Comisión Nacional de Bioética, un nuevo acercamiento con el gobierno del presidente Ernesto Zedillo a partir de lo cual surgió el Instituto Nacional de Medicina Genómica que tendría como primer presidente a Gerardo Jiménez Sánchez,<sup>185</sup> genetista cercano a Antonio Velásquez.

Si bien el CNMG puede ser considerado como uno de los acontecimientos con los que inicia la tercera etapa de la genética humana en México, la existencia del mismo representa una dicotomía en el desarrollo de la genética humana en nuestro país, producto de las diferentes posturas de los actores involucrados que no pudieron trabajar de manera conjunta en forma exitosa. Esta situación, en principio, sería superada con la creación del Instituto Nacional de Medicina Genómica en 2004. Esta dicotomía y fragilidad tratarían de ser resueltas con una reorganización de los actores involucrados que derivó en la creación de la Sociedad Mexicana de Medicina Genómica, el Consorcio Promotor del Instituto de Medicina Genómica y el Instituto Nacional de Medicina Genómica.

---

<sup>185</sup> Gerardo Jiménez Sánchez: Médico Cirujano con doctorado en Genética Humana por la Universidad de Johns Hopkins en E.U. Presidente del Consorcio Promotor del Instituto Nacional de Medicina Genómica hasta la desaparición de éste siendo designado primer director del Instituto. Es, además, investigador residente de la Fundación Mexicana para la Salud, miembro de la Comisión Nacional para el Genoma Humano. Miembro de instituciones científicas diversas entre las que se cuenta a la Asociación Mexicana de Genética Humana, la Sociedad Norteamericana de Genética Humana, de Enfermedades Metabólicas Hereditarias y de Terapia Génica; la Sociedad Europea de Enfermedades Metabólicas Hereditarias y la Organización Mundial del Genoma Humano. En 2001 elaboró el primer análisis médico sobre el genoma humano que se publicó con los resultados del Proyecto del Genoma Humano en la Revista *Nature*. Obtuvo además el Premio “Dr. Miguel Otero” al mérito en investigación clínica del Consejo de Salubridad General de México. *Vid.*, <http://laguna.fmedic.unam.mx/comitetab/Jiménez%20sanchez.html>

#### **VII.4.- Sociedad Mexicana de Medicina Genómica**

La Sociedad Mexicana de Medicina Genómica (SOMEGEN), surgió en junio de 2000 como un instrumento que daría cauce a la interacción de profesionales de diferentes áreas relacionadas con este campo de la medicina, toda vez que el CNMG no fue viable. En un principio la SOMEGEN reunió a 35 miembros de la comunidad científica y académica, muchos de los cuales habían estado involucrados en la creación del CNMG. Entre los miembros fundadores de la SOMEGEN podemos mencionar a María Elisa Alonso Vilatela, Hugo Barrera Saldaña, Francisco Bolívar Zapata, José María Cantú Garza, Alexandra Carnevale Cantón, Juliana González Valenzuela, Gerardo Jiménez Sánchez, Rubén Lisker Yourkowitzky, Susana Kofman, Marcia Muñoz de Alba Medrano, Fabio Salamanca Gómez, Guillermo Soberón Acevedo y Antonio Velázquez Arellano.

Al igual que otras agrupaciones científicas que le precedieron, como la Sociedad Mexicana de Genética y la Asociación Mexicana de Genética Humana, la SOMEGEN pretendía agrupar a profesionistas de la medicina relacionados con la genética humana. Teniendo esta base la SOMEGEN estableció entre sus objetivos el vincular a todos los sectores de la sociedad en el desarrollo de la medicina genómica; fomentar y desarrollar el intercambio de conocimientos en esta rama de la ciencia y áreas relacionadas, con instituciones nacionales, extranjeras, públicas y/o privadas, así como proponer a los sectores público, social y privado proyectos de investigación en medicina genómica enfocados a problemas nacionales de salud.

La SOMEGEN guarda un paralelismo con la Asociación Mexicana de Genética Humana en tanto que ambas agrupaciones han aglutinado a especialistas de diferentes áreas de la genética humana, en el caso de SOMEGEN con énfasis particular en la medicina genómica. Lo mismo que la Asociación, la Sociedad ha contado con una estructura que facilita la participación de sus agremiados. Cuenta, además, con una serie de categorías para agrupar a los miembros adscritos ya sea como socios fundadores, numerarios, honorarios o estudiantes, quienes se integran a una de cinco secciones relacionadas con la medicina genómica: investigación básica; investigación clínica; terapéutica molecular; tecnología genómica; aspectos éticos, legales y sociales.

En cuanto a las actividades académicas que realiza la SOMEGEN, éstas no difieren de las que desarrollan otras instituciones semejantes. Aquellas comprenden, básicamente, cursos, congresos, seminarios, conferencias, reuniones científicas, publicaciones científicas y de divulgación, promoción de la investigación, vinculación académica y exhibiciones tecnológicas. Destaca sin embargo que a poco tiempo de su creación la SOMEGEN contaba ya con una estructura y organización lo suficientemente desarrolladas como para auspiciar lo que fue el Primer Congreso Nacional de Medicina Genómica en 2004, de lo que podrá esperarse cada año la realización de uno semejante con carácter nacional o internacional.

Algunas de las acciones que han realizado ambas instituciones para impulsar la genética humana han tenido lugar en diferentes ámbitos. En tanto que la AMGH fue más cercana a la formación de programas de posgrado en medicina con especialización en genética médica, la SOMEGEN se ha vinculado con otros actores que impulsaban la creación del Instituto Nacional de Medicina Genómica. En ese sentido destaca la

vinculación que la Sociedad tuvo con el Consorcio Promotor del Instituto de Medicina Genómica (CPIMG) a través de la participación de algunos de sus miembros.

#### **VII.5.- Consorcio Promotor del Instituto de Medicina Genómica**

El Consorcio tuvo como base al Fideicomiso Promotor del Centro de Medicina Genómica cuando no existieron las condiciones para operar dicho centro. El CPIMG se formó en noviembre de 2001 mediante un convenio firmado por los titulares de la Secretaría de Salud, Julio Frenk Mora; la UNAM, Juan Ramón de la Fuente; el CONACYT, Jaime Parada Ávila; y Funsalud, Guillermo Soberón. La existencia del consorcio mismo, así como su organización, denotaba algunos cambios en el ordenamiento de la actividad científica relacionada con la genética humana. Por un lado supuso un énfasis particular en la especialización de los conocimientos y, por el otro, una mayor colaboración entre las instituciones firmantes para promover una vinculación horizontal con sus pares nacionales y extranjeras, con las que se pudieran llevar a cabo proyectos de investigación y formación de recursos humanos, así como la difusión de los conocimientos alcanzados en la medicina genómica.

Fue así que el Consorcio orientó sus actividades a: precisar el marco jurídico y administrativo que daría lugar al Instituto Nacional de Medicina Genómica (INMEGEN); captar recursos para el establecimiento del Instituto; identificar líneas prioritarias de investigación; vincular los programas científicos y académicos que se establecieron en instituciones afines e identificar los recursos humanos en México y en el extranjero que pudieran contribuir al desarrollo del Instituto. Para dar respaldo a este proyecto el

Consortio estableció cuatro cuerpos colegiados en igual número de comités, a saber: Científico; de Organización y Financiamiento; de Programas y uno más de Aspectos Éticos de la Medicina. Una vez creado el INMEGEN en 2004 la existencia del Consorcio llegó a su fin, lo que nos hace volver a los aspectos académicos.

En el ámbito académico la tercera etapa de institucionalización estuvo marcada por dos elementos: Uno fue la inclusión cada vez mayor de la enseñanza de la genética a nivel licenciatura destacando en ese sentido la incorporación de esta materia en el plan de Estudios de la carrera de medicina en la Universidad Nacional a partir de 1994. A esta casa de estudios se vincula la mayor parte de los programas de especialización en genética médica con sedes en algunos de los principales centros de atención médica e investigación del país<sup>186</sup>. Debe mencionarse que de acuerdo con la bibliografía existente, previo a 1994, la genética era incluida en diferentes materias pero la cantidad de tiempo que se destinaba a su enseñanza quedaba a criterio de cada profesor.

El segundo elemento que destacamos en el ámbito académico es el establecimiento de la primera licenciatura en ciencias genómicas en 2003, comprendiendo las siguientes asignaturas:

- biología genómica y evolución
- química y biofísica de macromoléculas
- principios de programación
- matemáticas
- seminario y trabajo de investigación
- genómica funcional, estadística
- computación
- bases de datos

---

<sup>186</sup> Vid., “Segunda etapa de la genética humana en México, 1969-1987”, dentro de este trabajo.

- inteligencia artificial
- área de concentración
- seminario de trabajo e investigación

Como asignaturas optativas están:

- computación con DNA
- transferencia genética horizontal
- proteómica
- genómica agropecuaria
- introducción a la medicina genómica
- recombinación genética y enfermedades hereditarias humanas
- farmacogenómica
- aspectos genómicos de la evolución humana
- derecho genómico

El programa de estudios de la Licenciatura en Ciencias Genómicas es avalado por la propia Universidad Nacional y tiene como sede al Centro de Investigación sobre Fijación del Nitrógeno y al Instituto de Biotecnología, ambos pertenecientes a la UNAM.<sup>187</sup> Es de esperar que dicho programa marque un punto de quiebra en la enseñanza de la genética al ser el primero de licenciatura impartido en el país, y uno de los pocos que existen en el orbe.<sup>188</sup>

Al reunir los elementos comprendidos por la tercera etapa de institucionalización se observa que el Estado continuó siendo el garante del desarrollo científico, sin excluir ahora a la iniciativa privada. Esta última ha tenido una participación importante en el proceso de institucionalización al participar en proyectos de investigación, avalados y apoyados por el

---

<sup>187</sup> A partir de noviembre de 2004 el Centro de Investigaciones sobre Fijación del Nitrógeno se transformó en el Centro de Ciencias Genómicas. *Vid., Gaceta UNAM*, 15 de noviembre de 2004.

<sup>188</sup> *Gaceta UNAM*, 21 de agosto de 2003.

CONACYT, toda vez que el Consejo la involucra en el financiamiento, diseño y realización de los mismos. En este esquema el Estado se mantiene como rector en el diseño y realización de las políticas científicas en el país, considerando las aportaciones de otros grupos pertenecientes a la propia comunidad científica pero sin nexos con la iniciativa privada como se observa con el Colegio de Bioética, al que nos referiremos en el siguiente apartado.

#### **VII.6.- El Colegio de Bioética**

El Colegio de Bioética es una asociación civil que como otras agrupaciones científicas busca realizar una serie de actividades encaminadas a difundir, promover e impulsar las reflexiones en un área de la ciencia, en este caso la bioética, entendida como una disciplina más amplia que la ética médica. El Colegio surgió en un contexto en el que por un lado se “clausuraba” al Centro Nacional de Medicina Genómica y por el otro se fijaba la creación del Instituto Nacional de Medicina Genómica.<sup>189</sup> Los miembros fundadores son Ruy Pérez Tamayo, presidente del CB, profesor emérito de la UNAM y Jefe del Departamento de Medicina Experimental de la Facultad de Medicina; Rubén Lisker, investigador emérito de la UNAM y Director de Investigación en el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán; Marcia Muñoz de Alba, del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM; Arnoldo Kraus, Profesor de la Facultad de Medicina de la UNAM; Ricardo Tapia, Jefe del Departamento de Neurociencias del Instituto de Fisiología Celular de la UNAM; Rodolfo Vázquez, Director del Programa de Teoría y Filosofía del Derecho

---

<sup>189</sup> Entrevista con Marcia Muñoz.

en el ITAM; Pedro Morales, Director de Consultoría Médico Legal y Margarita Chávez del Instituto de Investigaciones Filosóficas de la UNAM.

El CB surgió en enero de 2003 teniendo como antecedente las discusiones que se habían suscitado en el Núcleo de Estudios Interdisciplinarios en Salud y Derechos Humanos en torno a diferentes aspectos de la bioética. Estas discusiones fueron retomadas por el Colegio y expresados en algunos de sus objetivos como asociación científica, esto es:

- a) Realizar, analizar, recopilar, sistematizar, difundir e impulsar las reflexiones en torno a la bioética, entendida como una disciplina más amplia que la ética médica, de tipo interdisciplinario y laico.
- b) Fomentar, promover, documentar e impulsar el diálogo entre teóricos, prácticos y técnicos de diferentes áreas del conocimiento para reflexionar temas relacionados con el comienzo de la vida; el final y la calidad de la vida humana; la ética ecológica y de investigación biomédica. Esta última se refiere a la experimentación con seres vivos y la responsabilidad ética, social y profesional de los estudiosos, científicos, investigadores y practicantes de las ciencias y técnicas con las cuales puede modificarse la estructura biológica de los seres vivos.
- c) Elaborar, proponer, impulsar y difundir códigos de ética para el ejercicio profesional en la materia.
- d) Realizar estudios teóricos y prácticos, económicos y estadísticos con los que pueda sustentar, promover y difundir propuestas de legislación y normatividad en materia de bioética
- e) Asesorar, sugerir, opinar y colaborar con instituciones públicas y/o privadas en el diseño, implementación, seguimiento y evaluación de políticas públicas e instituciones en materia de bioética.<sup>190</sup>

---

<sup>190</sup> Vid., [www.colbio.org.mx](http://www.colbio.org.mx)

No escapa a esta revisión que el Colegio de Bioética y la Comisión Nacional de Bioética persiguen fines más o menos semejantes que conviene diferenciar a partir de sus orígenes. La CNB se forma por instituciones públicas que incluyen a la Secretaría de Salud, los institutos Mexicano del Seguro Social y de Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado y la Comisión Nacional de Arbitraje Médico, contando con la participación de la UNAM, el Instituto Politécnico Nacional y el CONACYT. Ello indica que la CNB depende del gobierno federal. Su objetivo, recordemos, es establecer una guía ética para la atención médica e investigación, fijando los criterios o principios éticos mínimos a observarse en la atención médica ofrecida en las instituciones de salud.

El Colegio de Bioética por su parte, es una asociación civil completamente independiente del Estado que surgió como la respuesta de un grupo de científicos, filósofos y juristas, preocupados por las repercusiones que tenía el avance de la medicina genómica y las limitantes a las que ésta se enfrentaba. Estas limitantes se originaron en la presión de grupos políticos muy conservadores que objetaron algunos aspectos de las investigaciones que se realizarían en el Instituto Nacional de Medicina Genómica.<sup>191</sup> Ante esta postura el Colegio de Bioética se irguió como la agrupación mediante la cual un grupo de científicos expresó una posición más flexible hacia la medicina genómica que incluyera el uso de embriones para la clonación terapéutica.

A partir de lo anterior el Colegio de Bioética participó en las discusiones que tuvieron lugar en la Cámara de Diputados para la creación de un instituto de medicina genómica. El resultado final de este proceso, como es sabido, fue marcado por las diferencias entre la

propuesta del Colegio de Bioética, abierta a la investigación con células madre, y la acuñada por los grupos parlamentarios de la Cámara de Diputados los cuales lograrían imponer una serie de directrices en la fundación del Instituto Nacional de Medicina Genómica en 2004. La creación de este instituto marca el inicio de la cuarta etapa de institucionalización de la genética humana en nuestro país.

---

<sup>191</sup> Básicamente las objeciones constaban en negarse a autorizar la clonación reproductiva y el uso de células madre embrionarias en investigación para el desarrollo de terapias regenerativas, debido a que su empleo presupone el fin del desarrollo del embrión del cual se toman. *Apud.*, Entrevista con Marcia Muñoz.

## VIII.- 4ª etapa de la genética humana en México

### El Instituto Nacional de Medicina Genómica

El Instituto Nacional de Medicina Genómica fue creado por decreto presidencial en julio de 2004, comenzando a operar en octubre de ese mismo año. Al igual que los demás institutos nacionales de salud, el INMEGEN está regulado por la *Ley de Institutos Nacionales de Salud*, la cual señala que dichos institutos tienen como objetivo principal: “... la investigación científica en el campo de la salud, la formación y capacitación de recursos humanos calificados y la prestación de servicios de atención médica de alta especialidad, y cuyo ámbito de acción comprende todo el territorio nacional.”<sup>192</sup>

De manera particular, los objetivos principales del INMEGEN persiguen el establecimiento de una plataforma en medicina genómica con base en tres ejes: a) desarrollo de la investigación básica, b) investigación clínica y c) enseñanza. Esta última a partir de seis áreas fundamentales de investigación: obesidad y diabetes, cáncer, enfermedades infecciosas, males cardiovasculares, farmacogenómica y el estudio genómico de la población mexicana. Lo anterior se llevará a cabo a partir de la realización de labores que vinculen las actividades del instituto con las desarrolladas por otras organizaciones nacionales e internacionales, lo que puede coadyuvar a los programas de investigación, formación de recursos humanos y difusión del conocimiento de la medicina genómica a través proyectos que, por una parte, evitarán duplicar esfuerzos en investigación

---

<sup>192</sup> *Ley de los Institutos Nacionales de Salud*, artículo 2, párrafo 3.

(vinculación horizontal) y, por la otra, harán más eficiente el empleo de los recursos económicos y humanos disponibles.<sup>193</sup>

La creación del INMEGEN es un punto nodal en el desarrollo de la genética humana en nuestro país, sin embargo su fundación no ha estado exenta de problemas y contrariedades. Por ejemplo, en el momento en que su creación fue discutida en la Cámara de Diputados la fracción del Partido Acción Nacional se opuso a que en el Instituto se realizaran investigaciones con células madre o troncales. Aunque el voto mayoritario de los diputados de los partidos Revolucionario Institucional y de la Revolución Democrática logró que se aceptara la creación del INMEGEN, debió pactarse que en éste no se emplearan ni desarrollaran técnicas de clonación. Ello dio lugar a una diferencia entre miembros de la comunidades política y científica. Esta última representada por el Colegio de Bioética, se pronunció por una legislación que obedeciera no a las posturas políticas sino a la ciencia misma.<sup>194</sup> Algunos miembros del Colegio inclusive declararon que la propia investigación en el Instituto había nacido con límites para su desarrollo.

En el renglón económico, la situación financiera del INMEGEN también ha dado lugar a diferentes inquietudes. Llama la atención que, en el marco de las restricciones presupuestales que han afectado el desarrollo de la ciencia en México, el Instituto inició sus operaciones con tan sólo la quinta parte de los recursos requeridos para mejorar la prevención y diagnóstico de enfermedades comunes. En palabras del director del INMEGEN, Gerardo Jiménez Sánchez, dicha reducción retrasaría entre cinco y diez años la

---

<sup>193</sup> Gerardo Jiménez Sánchez, “El Instituto Nacional de Medicina Genómica”.

<sup>194</sup> Conviene mencionar que la investigación que se rechaza dentro del Instituto es aquella que tuviera que ver con clonación, no así con terapia génica. Vid., Laura G. De Rivera, “El conocimiento del genoma humano es un arma muy poderosa”.

obtención de los beneficios en el área de medicina genómica generados por el propio Instituto.<sup>195</sup>

Al igual que en el ámbito político, en el científico la fundación del INMEGEN ha dado lugar a posiciones encontradas. De un grupo de seis investigadores entrevistados para este trabajo entre junio de 2004 y enero de 2005, tres se mostraron entusiastas ante las posibilidades que abría la creación del INMEGEN. Dos señalaron reservas sobre el funcionamiento del instituto y los alcances de sus investigaciones. Uno más declaró que no existían elementos para ofrecer una opinión al respecto debido a que el instituto apenas había sido creado.

¿Cuáles son algunas de las ventajas que fueron reconocidas con la fundación del INMEGEN? La primera se cifra en conocer el haplotipo de la población mexicana,<sup>196</sup> lo que puede llegar a facilitar el diagnóstico de diversas enfermedades genéticas con las utilidades que ello supone para la salud de la población y el erario. Así mismo su estructura horizontal puede evitar la duplicidad de esfuerzos entre instituciones. También podría promover en cierta medida la descentralización de la actividad científica, esto ante la posibilidad de que se le ubicara en la ciudad de Cuernavaca. Así mismo los entrevistados señalaron como algo positivo la creación de nuevas plazas para los investigadores del área de la genética humana, aunque también reconocieron que de no incrementarse al mismo tiempo el número de plazas ocupadas por genetistas en todo el país, las labores y estructura horizontal del Instituto se verían obstaculizadas.

---

<sup>195</sup> “Baldado por bajo presupuesto México inicia la carrera genómica”, en *La Jornada: Sociedad y Justicia*, 17 de septiembre de 2004.

<sup>196</sup> El haplotipo se entiende como el conjunto de marcadores genéticos asociados a la mutación a partir de la combinación de los alelos, es decir las formas varias de un gen que ocupan una posición determinada en un cromosoma y de la cual dependen las variaciones en las características hereditarias.

Entre las objeciones y dificultades observadas estaba que el Instituto nacía con limitantes financieras, lo que condicionaba su capacidad de investigación por los compromisos y enlaces económicos previamente establecidos. Ello implicaba a su vez acotaciones para poner en práctica una serie de consideraciones para la investigación, surgidas en el campo de la bioética

En lo referente a la posible descentralización de la actividad científica, algunos investigadores consideraron que ésta se vería favorecida por la ubicación del Instituto en un ámbito distinto al de la capital del país. Sin embargo, otros consideraron que dada la presencia de nueve institutos nacionales de salud en el Distrito Federal, el que el INMEGEN se localizara fuera de aquel dificultaría en la práctica la vinculación horizontal propuesta por la institución. Cabe decir que actualmente el Instituto cuenta con instalaciones ubicadas al sur de la ciudad de México. Sin embargo, éstas no comprenden la totalidad de los laboratorios que en principio serán parte del INMEGEN.

Finalmente, al hacer un balance, la creación del INMEGEN es positiva. No puede negarse que las negociaciones políticas que tuvieron lugar para su creación limitan en cierto grado su desarrollo, empero, de cumplir con las expectativas planteadas a partir de su fundación y con una revisión constante de los resultados que se obtengan, el Instituto abre la posibilidad para que nuestro país sea competitivo en ciertos rubros de la investigación genética a nivel internacional. Por supuesto, las pretensiones del INMEGEN difícilmente llegarán a realizarse si estos esfuerzos no son acompañados por una política de Estado más sensible a la ciencia que coordine de manera eficaz el empleo de los recursos económicos y humanos existentes; que tome en cuenta las discusiones generadas en torno a la bioética; y

que vincule a la investigación científica con la sociedad entera a través de los servicios de atención médica preventiva y curativa.

## IX.- Conclusiones

*Ella está en el horizonte. Camino dos pasos y ella retrocede dos pasos.*

*Camino diez pasos y ella retrocede diez pasos.*

*Ella: la Utopía ¿para qué nos sirve?*

*Para eso sirve, para caminar.*

Eduardo Galeano

En el mundo contemporáneo pocas ideas empatan con la de utopía tan bien como la de la construcción del pensamiento científico. De manera clara desde el siglo XVIII la ciencia se levantaba como una de las condiciones para la constitución del Estado moderno que veía en la práctica científica la condición *sine quanon* para lograr sociedades más desarrolladas, idea que sigue vigente. Indudablemente el quehacer científico mucho ha tenido que ver con la transformación de las sociedades y por ello la frase de Galeano resulta tan ilustrativa. Empero, en la ciencia y su proceso de institucionalización convergen elementos diversos ante los cuales se impone una reflexión.

En condiciones ideales de prosperidad económica y ejercicio de la ética, la actividad científica sería financiada eficientemente por el Estado, la competencia desleal entre investigadores no existiría y se aspiraría a que los cuadros de científicos fueran empleados en actividades propias de su formación teniendo como fin último el beneficio de la sociedad. La realidad cotidiana sin embargo es distinta, aunque no por ello deja de ofrecer posibilidades de desarrollo tan necesarias como impactantes. Es así que el estudio de los procesos de institucionalización de la ciencia se vuelve algo perentorio para lograr una

mejor coordinación entre los actores involucrados en el desarrollo de una ciencia, incluyendo a la sociedad.

La genética humana es de particular interés dado que, además de las repercusiones sociales y comerciales básicas que puede tener el desarrollo de esta área del conocimiento, ésta ofrece posibilidades nunca antes imaginadas para la salud preventiva y curativa, así como riesgos para el pacto social que asegura la convivencia entre los miembros de una sociedad. Ello obliga a revisar el papel del Estado, de los científicos y la sociedad a fin de generar una propuesta de la que se obtengan los mayores beneficios posibles.

Como todas las ciencias, la genética tiene diferentes etapas de desarrollo las cuales deben ser consideradas para entender su evolución histórica. Es así que en este trabajo hemos dado cuenta de que la primera rama de esta ciencia en nuestro país fue la vegetal. Los antecedentes se remontan a los primeros años del siglo XX cuando en el régimen de Díaz la Escuela Nacional de Agricultura, hoy Universidad Autónoma de Chapingo, estableció proyectos en los que se buscaría mejorar el cultivo de algunos granos. Si bien el estallido del conflicto armado de 1910 impidió la realización de estos proyectos, durante los regímenes posrevolucionarios el Estado buscaría obtener ventajas con el desarrollo de esta rama de la ciencia.

A partir de 1933 el Estado intentó retomar la mejora de granos y para ello la Secretaría de Agricultura estableció los primeros campos experimentales. No obstante, el verdadero impulso a la genética vegetal vendría pocos años después con dos vertientes que con el tiempo se harían una sola. La primera de ellas surgió durante el gobierno de Lázaro Cárdenas y estaba representada por Edmundo Taboada, ingeniero agrónomo quien dirigió

la Oficina de Campos Experimentales que más tarde se transformó en el Instituto de Investigaciones Agrícolas, como parte del Programa de Mejoramiento Genético del Maíz, también dirigido por Taboada. Su objetivo era establecer y desarrollar la genética en México resolviendo los problemas generados por la demanda de granos, pero sin recurrir a la importación de tecnología.

La segunda vertiente estaba representada por la Fundación Rockefeller. Durante el gobierno de Manuel Ávila Camacho la Fundación fue invitada a participar en el Programa Agrícola Mexicano, surgiendo de ello la Oficina de Estudios Experimentales. Su objetivo era el desarrollo de nuevas prácticas agrícolas y la obtención de mejores variedades de frijol, trigo y maíz. A diferencia de la vertiente encabezada por Taboada, la de la Fundación Rockefeller era proclive a la importación de maquinaria e insumos agrícolas, tal y como sucedió durante la Revolución Verde.

En 1960, por acuerdos entre la Fundación Rockefeller y el gobierno de Ávila Camacho, la Fundación se retiró del Programa Agrícola Mexicano tras lo cual se creó el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, al cual quedaron subordinados tanto la Oficina de Estudios Experimentales como el Instituto de Investigaciones Agrícolas. Al margen de las diferencias entre los grupos de Taboada y el de la Fundación Rockefeller, ambos participaron de manera activa en la generación de recursos humanos a través de la formación de investigadores y la incorporación de los mismos a las instituciones de educación superior e institutos de investigación del país. En ese sentido los programas de enseñanza fueron por demás importantes, el primero de ellos tuvo lugar en la Escuela Nacional de Agricultura. Con el tiempo se amplió el estudio de organismos no vegetales, otras instituciones como la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, la UNAM y la

Comisión Nacional de Energía Nuclear (CNEN), comenzarían a interesarse por las innovaciones que tenían lugar en el campo de la genética y a participar en programas relacionados con la misma. En ese contexto el Programa de Genética y Radiobiología, fundado en 1960 y dependiente de la CNEN, fue el primero en formar recursos humanos en áreas distintas a la genética vegetal.

Durante el primer lustro de la década de los 70 la CNEN fue dividida en la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardas, y en el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares. En este último el Programa de Genética y Radiobiología se convirtió en el Departamento de Radiobiología y más tarde en el Comité Biomédico del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares. Dado que este programa buscaba contribuir a mejorar la salud de la población con base en el conocimiento de la herencia biológica de la población, la genética vegetal resultaba insuficiente. Por ello fue necesario trabajar con otros organismos lo que sentaría las bases para abarcar nuevas líneas de investigación en diferentes instituciones a través de más de 30 laboratorios relacionados directa o indirectamente con este programa, muchos de los cuales se adscribían a instituciones como las escuelas Nacional de Agricultura, Nacional de Ciencias Biológicas y la Universidad Nacional Autónoma de México. Es necesario apuntar que si bien la UNAM y la ENCB no fueron las primeras instituciones donde se llevaron a cabo estudios de genética, sí fue en ellas donde la formación de recursos humanos en áreas distintas a la genética vegetal comenzó a ser significativa.

A partir de la década de los 50, la ENCB impulsó la microbiología y otros departamentos de genética microbiana y molecular, que posteriormente se vieron favorecidos por la creación del CINVESTAV, con el tiempo éste se convertiría en uno de

los principales centros de investigación del país. La UNAM por su parte desarrolló diferentes áreas de la genética, incluyendo la animal y la clínica. Con el paso de los años esta casa de estudios jugaría un papel primordial en el desarrollo de la genética humana con el establecimiento de programas de posgrado en medicina con especialidad en genética médica, así como con la primera licenciatura en ciencias genómicas.

Ahora, una vez establecido el tránsito a la genética humana podemos abordar sus etapas de desarrollo. En ellas, lo mismo que con la genética vegetal, el Estado ha jugado un papel protagónico a cuyos esfuerzos se ha sumado el quehacer de diferentes asociaciones científicas a través de cuatro etapas de desarrollo. Las dos primeras corresponden a una periodización propuesta por Salvador Armendares en tanto que las dos últimas son resultado de la presente investigación.

La primera etapa transcurrió de 1949 a 1968. Inició con la aparición de los primeros trabajos en nuestro país en genética de poblaciones realizados por Mario Salazar Mallén, del Hospital General, quien, de acuerdo con algunos autores, llevó a cabo una investigación con marcadores sanguíneos en grupos indígenas y mestizos los cuales fueron ampliados por otros hematólogos de la Comisión Federal de Energía Nuclear. Es necesario apuntar que en la bibliografía existente las referencias a Salazar Mallén remiten a trabajos más bien relacionados con la inmunología que con los marcadores sanguíneos. A este respecto debe mencionarse que las investigaciones con marcadores sanguíneos en poblaciones indígenas realizadas por Mallén, no fueron localizadas.

Las investigaciones realizadas por las instituciones mencionadas en el párrafo anterior revelaban el papel preponderante que tendría el Estado en cuyos centros de investigación y atención médica se realizaría la mayor parte de las investigaciones. No obstante estos avances, la formación de recursos humanos durante esta primera etapa fue más bien limitada y sería a finales de la década de los 60 que se hiciera notoria. Durante esta primera etapa se destacó la formación de dos agrupaciones científicas que a la postre estarían íntimamente relacionadas con la formación de recursos humanos así como con la divulgación y difusión de esta rama de la ciencia, nos referimos a la Sociedad Mexicana de Genética (SMG) surgida en 1966 y la Asociación Mexicana de Genética Humana (AMGH) creada en 1968.

La SMG fue la primera agrupación en México que buscó reunir a los especialistas de diferentes áreas de la genética, sin embargo el nivel de especialización alcanzado por algunos de los investigadores adscritos a ella, impelió a estos a separarse de la SMG y a formar a la Asociación Mexicana de Genética Humana. El surgimiento de la nueva asociación denotaba el proceso de especialización que compartirían todas las instituciones relacionadas con la investigación, la enseñanza y formación de recursos humanos en el área de la genética humana. A partir de su creación ambas agrupaciones se han involucrado, en mayor o menor medida, con la formación de recursos humanos y con los procesos de divulgación y difusión de esta ciencia.

La segunda etapa transcurrió de 1969 a 1987 y se caracterizó por dos elementos. Por un lado está un acelerado proceso de institucionalización en el que básicamente tomaron parte entidades públicas; por el otro está la formación, por vez primera, de recursos humanos a nivel posgrado en el país en el área de genética médica. En cuanto a los espacios en los que

se llevó a cabo la investigación estos fueron públicos en su mayoría y tuvieron como característica el que las investigaciones dejaran de basarse en la práctica clínica para incluir ahora la investigación médica. En esta etapa de un total de 38 laboratorios existentes hacia finales de la década de los 80, treinta y tres pertenecieran a instituciones públicas lo que reflejaba el connotado papel del Estado en el desarrollo científico de este país.

En cuanto a la formación de recursos humanos los datos señalan que se estableció un binomio entre las instituciones de educación superior y algunas otras del sector salud. De manera particular las universidades Nacional Autónoma de México y de Guadalajara, avalaron programas en medicina con especialidad en genética médica en los cuales intervenían la Secretaría de Salud y el IMSS. En ésta última, dentro del Hospital de Pediatría del Centro Médico Nacional, esta institución y la UNAM crearon el primer programa de posgrado en genética médica.

Llama la atención que, a pesar de que la ciudad de México no fue el único ni el primer ámbito en el que se desarrolló la genética, sí fue en ésta donde dichos estudios cobraron importancia con mayor velocidad para esparcirse después a otros puntos de la República como lo fueron los estados de Guadalajara, Puebla y Monterrey. Debe anotarse sin embargo que, a pesar de esta difusión, las actividades de investigación y formación de recursos humanos continuaron ubicadas en la capital del país, acentuando aún más el centralismo científico. Baste decir que para la década de los 80 seis de los siete centros de atención médica en los que se impartía un posgrado en genética médica, se ubicaban en la ciudad de México.

En lo referente al número de genetistas es necesario mencionar que a pesar del aumento paulatino en su número, diferentes autores señalan que su cantidad continuaba siendo menor a la requerida por el país (situación que continúa vigente). A ello hay que sumar que el número de plazas para genetistas en el sector salud tampoco creció de manera significativa. No obstante, durante esta segunda etapa, los espacios dedicados a la investigación y atención médica crecieron notablemente con respecto a la primera etapa. Ahora, junto con la ampliación de espacios para la investigación y práctica médica, así como los destinados a la formación de recursos humanos, en esta segunda etapa se presentó también un proceso de especialización.

Quizá la primera muestra de la especialización a la que hemos aludido, puede observarse en el ámbito de las agrupaciones científicas con el surgimiento de la Asociación Mexicana de Genética Humana. Una segunda muestra está en el ámbito de las instituciones donde el aumento de sedes de los programas de estudio en genética médica en la capital del país, Guadalajara y en Monterrey, éste último con una especialización en citogenética, coincidió con el establecimiento del Consejo Nacional de Especialistas en Genética Humana en 1976 (hoy Consejo Mexicano de Genética A. C.). Éste experimentó a su vez un proceso de especialización cuando decidió otorgar la certificación sólo a especialistas del área. En lo tocante a la atención médica, el proceso de especialización tuvo un impulso notorio con la creación del Registro y Vigilancia Epidemiológica de Malformaciones Congénitas Externas (RYVENMCE), hoy Centro Nacional de Referencia de Malformaciones Congénitas en Salud (CNMCS). En él han colaborado diferentes instituciones, principalmente las pertenecientes a la Secretaría de Salud, el IMSS y el ISSSTE. Desde su creación dicho programa ofrece asesoramiento genético pero sólo en los

hospitales de tercer nivel, por lo que dicha práctica aún es limitada, lo mismo que el Tamiz de enfermedades hereditarias o el asesoramiento genético.

De manera particular en la tercera etapa de institucionalización, dentro del ámbito de la investigación, observamos un pequeño cambio, pues en los espacios de investigación y atención médica adscritos al Estado el número de laboratorios relacionados con la genética apenas aumentó de 38 en 1987 a cuarenta en el segundo lustro de la década de los 90. En lo que toca al número de plazas en el sector salud destinadas a genetistas, éstas permanecieron constantes entre 1989 y 1997 concentrándose la mayoría de ellas en la capital del país, lo que denotaba el arraigado centralismo en la actividad científica.

Ya que en la tercera etapa la infraestructura para la genética humana no creció considerablemente, fue en el ámbito de la academia y de las agrupaciones científicas donde continuó el proceso de institucionalización con una novedad: a pesar de que el Estado continuaba siendo el rector de la política científica del país, las opiniones del sector privado se incorporaron al tiempo que las discusiones en genética eran llevadas a campos distintos al del área médica. Esta situación, hay que apuntar, se prolongó durante la cuarta etapa de institucionalización.

En el ámbito académico destaca la creación de un plan de estudios en ciencias genómicas en la Universidad Nacional en 2003, lo que vino a reforzar los programas de estudios relacionados con la genética creados en el pasado. No obstante las ventajas innegables que representa contar con este tipo de espacios para la formación de recursos humanos cada vez más especializados, es un hecho que la existencia de estos no tendrá el

impacto esperado en la ciencia si no son absorbidos por la infraestructura científica con la que cuenta el país.

En el ámbito de las instituciones, durante este periodo, podemos destacar el intento de establecer ciertos parámetros mínimos requeridos para el ejercicio de la medicina genética y la ampliación de las discusiones a los órdenes jurídico y social, lo que se observa con el Consejo de Medicina Genética y El Núcleo de Estudios en Salud y Derecho.

El Consejo Mexicano de Genetistas surge como una asociación civil y por tanto autónoma del Estado. Su creación obedeció a la necesidad de establecer controles y parámetros de calidad en los servicios de asesoramiento genético, empero al ser una asociación civil el propio Consejo tiene una autoridad sobre la comunidad médica que no pasa de ser moral por lo que sus decisiones no son coercitivas. Ello socava la autoridad del propio Consejo y resta a la comunidad médica de uno de los mecanismos de valoración.

En lo tocante al Núcleo de Estudios en Salud y Derecho, creado en 1992, éste fue formado por diferentes especialistas que comenzaron a discutir sobre las repercusiones del desarrollo de la genética humana en los aspectos éticos y jurídicos de la legislación. Desde su fundación, el trabajo del NESD ha reflejado las consideraciones éticas y jurídicas que las investigaciones del genoma humano han tenido sobre la prestación de servicios médicos, así como en las posibles afectaciones de los derechos humanos. Esta agrupación ha tenido un papel importante en el establecimiento de otras instancias relacionadas con la genética humana al buscar que éstas respondan de manera más adecuada a los intereses de la investigación científica, sin lastimar una serie de garantías contempladas dentro de los derechos humanos.

Ahora, es necesario aclarar que la labor del NESD no fue la única vía a través de la cual las comunidades de científicos y otros especialistas relacionados con la genética humana presentaron sugerencias, a los poderes legislativo y ejecutivo, para la acotación de la normatividad relacionada con las investigaciones en genética así como para la creación de nuevos centros de investigación. Fue así que las Comisiones nacionales de Bioética y del Genoma Humano y Funsalud, ésta última de carácter privado, presentaron una serie de adecuaciones al marco jurídico que pudieran estimular la investigación en medicina genómica. Los esfuerzos de todas estas agrupaciones derivarían en la creación del Centro Nacional de Medicina Genómica.

La planeación de este Centro reveló la inclusión de nuevos actores en la formación de espacios de investigación, en ello debe destacarse la presencia de Funsalud como una agrupación privada que participaba en un proyecto impulsado básicamente por instituciones públicas. Así mismo, el proyecto del CNMG reveló, por un lado, la fragilidad de los proyectos científicos y los factores a los que se ven expuestos; y, por el otro, la voluntad inquebrantable de un segmento de la comunidad científica en nuestro país ¿cómo fue esto? Los objetivos de este Centro se dirigían a la promoción conjunta de proyectos de investigación, formación de recursos humanos y difusión de conocimientos de la medicina genómica. A pesar de que este proyecto contó con la participación de miembros destacados de la comunidad científica y con la de instituciones como la UNAM, una serie de factores no ajenos a la ciencia tales como la competencia entre científicos y la inestabilidad de algunas instituciones públicas, provocaron que dicho Centro no pasara de ser un proyecto. Ello nos habla de la complejidad de la vasta red de relaciones humanas, financieras, políticas e institucionales que intervienen en el desarrollo científico y que, en un momento

dado, pueden fracturar a las instituciones o al quehacer científico mismo. Aún cuando el proyecto no fue viable, algunos de los actores que habían intervenido en su creación tuvieron la capacidad de reorganizarse para dar cauce a las necesidades de especialización dentro de la genética humana. El resultado de ello fue la creación del Instituto Nacional de Medicina Genómica (INMEGEN), a mediados de 2004. Este nuevo instituto desarrollaría sus actividades basándose en tres ejes: el desarrollo de la investigación básica, la investigación clínica, y la enseñanza.

Si bien la creación del INMEGEN es un punto nodal en el desarrollo de la genética se debe poner atención en la dinámica que han seguido las discusiones entre las comunidades científica y política que le dieron origen. Como es sabido, la normatividad que permite el funcionamiento del Instituto establece algunas restricciones en la investigación con células troncales, ello a partir de la presión de grupos de legisladores quienes apoyaron una normatividad para el quehacer científico menos flexible que la que rige en otros países.

Si bien la reacción de la comunidad científica no se hizo esperar al agruparse en torno al Colegio de Bioética en enero de 2003 para pronunciarse por una legislación más flexible que respondiera a los intereses de la investigación científica, el INMEGEN nació con limitantes para la investigación las cuales se ven agravadas por un presupuesto restringido y menor a que se requiere para el desarrollo de esta rama de la ciencia.

A pesar de las dificultades y limitantes a las que se enfrenta el INMEGEN, éste representa una oportunidad para el desarrollo de la genética humana. Sin embargo nuestro interés como investigadores de la historia de la ciencia abarca, además del proceso aquí

descrito, el análisis de otros elementos ocultos y que necesitamos conocer para una comprensión más afinada del desarrollo científico durante los últimos años.

A partir de los puntos expuestos en este trabajo cabe preguntarnos qué tanto puede considerarse que ha tenido lugar un proceso de institucionalización de la genética humana y qué elementos definen a dicho proceso. Como otras ciencias, la genética tiene varias divisiones: vegetal, animal y humana. En nuestro país como en los demás donde esta ciencia ha sido desarrollada, es en el primero de estos tres campos donde tuvieron lugar las investigaciones y la aplicación de los conocimientos generados. La genética en sus primeros pasos debe su introducción al interés del Estado por aplicar los conocimientos generados en dicha rama del saber científico a actividades diversas entre las que podemos mencionar a las agropecuarias. En el campo de la genética humana las aplicaciones se dan en el campo de la medicina.

Ahora, aunque el Estado fue el primero en introducir estos conocimientos, ello no implicó que otros actores independientes a aquel participaran de dicho proceso y que incluso subordinaran en cierto grado el desarrollo autónomo de esta ciencia. Esta situación que se observa con la genética vegetal se reproduce una vez más con las investigaciones en genética humana aunque con ciertas variantes, ¿Cómo?. Iniciemos por mencionar que en el proceso de institucionalización de la genética humana el actuar de los individuos siempre está adscrito a una organización mayor, ello debido a que la ciencia moderna no tiene posibilidad de ser desarrollada fuera de las instituciones ya sean públicas o privadas. Toca ahora definir cuál ha sido el papel de las asociaciones científicas y cuál el de las entidades gubernamentales en el proceso de institucionalización.

En conjunto, las agrupaciones científicas mencionadas y estudiadas en este trabajo dan los primeros pasos en el proceso de institucionalización, fungen además como los espacios donde tiene lugar la difusión del conocimiento y en algunos casos su divulgación. También en ellas se refleja el proceso de especialización de la propia disciplina científica. Los foros que organizan se tornan más especializados, los requisitos de ingreso son ampliados, otorgan un aval a los miembros de la comunidad para el ejercicio de una profesión y favorecen la creación de vínculos entre los miembros de la comunidad científica. Sin embargo, sus disposiciones no son coercitivas para la misma comunidad. A pesar de ello, el Estado otorga su reconocimiento y en determinados casos financia algunas de sus actividades o proyectos, mas el papel decisivo del Estado se finca en proporcionar los recursos y el marco legal para el desarrollo de la ciencia a nivel institucional, pues es en las instituciones estatales donde se origina y desarrolla la actividad científica. Baste con señalar que de una muestra de 236 artículos científicos elaborados por una comunidad de 37 autores con los que se buscó evaluar el desarrollo de la genética humana en nuestro país, todos fueron el resultado de investigaciones auspiciadas por instituciones públicas lo cual muestra que la investigación científica del país es financiada básicamente por el Estado a través de las instituciones de salud, universidades y centros de investigación, siendo marginal la participación de otros actores.

Ahora, si bien es postura de quien escribe que ha sido el Estado quien ha financiado prácticamente la totalidad de las investigaciones en genética y otras disciplinas, lo que resulta conveniente por las repercusiones sociales y económicas que genera dicha investigación, también lo es que los parámetros mediante los cuales se ha impulsado la ciencia en nuestro país muestran limitantes que, de mantenerse, ponen en riesgo la

posibilidad de contar con un desarrollo científico autónomo en el futuro tal y como lo muestran algunos indicadores. Iniciemos con el de la productividad de los científicos mexicanos. Para esto tomamos dos universos, uno compuesto por 37 genetistas y otro reflejado por el índice de Índice de Factor de Impacto (IFI) del país a partir de 1990.

De acuerdo con la Web of Science, la base de datos más importante para el estudio de la actividad científica, 37 investigadores mexicanos relacionados con la genética humana produjeron 232 artículos en 82 publicaciones con IFI. En su conjunto estos artículos fueron citados en 957 ocasiones entre 1998 y 2003. lo que representa un aumento del 1,550% con respecto a la primera medición de las publicaciones mexicanas, realizada en 1973. Este aumento del IFI de la genética humana o áreas relacionadas con ella coincide con el que se ha presentado en la ciencia en general, el cual aumentó un 152% entre 1990 y 2003. Por supuesto estas cifras son positivas y muestran que, incluso en condiciones no del todo favorables, la investigación científica es posible. Sin embargo, su comparación con otros indicadores refleja que el estado de la ciencia en México no es del todo halagador y que las políticas de impulso a la ciencia deben ser revisadas.

Lo anterior puede ser señalado a partir de que con respecto a Estados Unidos, Canadá, Alemania, Francia y el Reino Unido, el IFI de nuestro país en 2003 era 150% menor que el de Estados Unidos, 103% menor que el de Canadá y 102, 87 y 115 menor al de los otros países. Con todos ellos México guarda además estrechas relaciones en la importación de Bienes de Alta Tecnología (BAT). Al tiempo que nuestro país importa cada vez más de estos bienes, el apoyo que el Estado otorga a la formación de recursos humanos a través del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología no ha crecido en la misma proporción. Si a ello, además, se suma el hecho de que sólo el 57.7% de la población con educación científica y

tecnológica avanzada está empleada en actividades de ciencia y tecnología, podemos interpretar que el esquema de desarrollo de la ciencia es ineficiente. Por supuesto, la importación de BAT es inevitable, e incluso en ocasiones puede reducir los costos de la investigación, empero el déficit creciente en la Balanza Tecnológica con otros países revela nuestra incapacidad por generar cadenas productivas virtuosas en las que los investigadores se empleen en áreas que favorezcan un desarrollo científico y tecnológico autónomo. En el caso de la genética humana corremos el riesgo de ir a la zaga de los descubrimientos relacionados con el genoma humano, con las consecuentes limitantes para la investigación y desarrollo de patentes que con el tiempo encarecerán aún más los recursos para la medicina preventiva y curativa. Esta situación a nivel de los investigadores se reproduce a su vez a nivel institucional aunque con otras variantes, el caso del Instituto Nacional de Medicina Genómica es conspicuo.

Al tratarse de un instituto con carácter de nacional, el INMEGEN conjugan diferentes elementos que al margen de mostrar la necesidad del Estado por impulsar esta rama del conocimiento, sugieren la competencia entre grupos de científicos así como la negociación que existe entre ellos y la comunidad política. Hemos dicho anteriormente que el INMEGEN representa un punto nodal en la institucionalización de la genética humana en México y contar con él representa mayores ventajas que si no existiera. Sin embargo, su capacidad de desarrollo se ve comprometida por limitantes económicas así como por restricciones en las investigaciones que realiza. Con base en lo anterior puede pensarse que el propio instituto tendrá dificultades para su funcionamiento que se verán agravadas si no se instrumenta el esquema horizontal propuesto por la dicha institución. Empero, como se ha señalado antes, el INMEGEN representa una oportunidad par que el país pueda competir

en ciertos ramos de la investigación en genética. Será una obligación revisar los éxitos o fracasos del instituto y adecuar sus recursos humanos y materiales a las circunstancias prevalecientes.

Al analizar el desarrollo de la genética humana observamos, además, la ineludible imbricación de la ciencia con la sociedad. Es probable que, con excepción del psicoanálisis, ninguna otra rama del conocimiento haya tenido tales repercusiones sobre la manera de pensar al ser humano y la forma en que el pacto social es establecido. Los avances en el área de la genómica si bien representan oportunidades para el desarrollo de una medicina preventiva, también implican riesgos de discriminación o exclusión si acaso el secreto genético no es respetado. Aquí debemos destacar el esfuerzo realizado por algunas agrupaciones como el Núcleo de Estudios Interdisciplinarios en Salud y Derecho; las Comisiones Nacionales de Bioética y del Genoma Humano, así como el Colegio de Bioética, los cuales están relacionadas en mayor o menor medida con las instituciones que precedieron al Instituto Nacional de Medicina Genómica y con el Instituto mismo.

En conjunto estas agrupaciones representan avances en el proceso de institucionalización de la genética al establecer nuevos espacios para tratar algunas de las repercusiones que tiene el avance de la genética humana. Así por ejemplo en tanto que el NESD se ha enfocado a estudiar las repercusiones de la medicina genómica sobre los órdenes jurídico y social, al igual que las repercusiones que las investigaciones sobre el genoma humano han tenido sobre la prestación de servicios médicos, la Comisión Nacional de Bioética se encargó de establecer una guía para la atención médica e investigación, fijando los principios éticos mínimos a observar en las instituciones de salud.

La Comisión Nacional del Genoma Humano, por su parte, se fundó con el fin de elaborar y presentar al poder ejecutivo las políticas nacionales sobre genoma humano y proponer adecuaciones al marco jurídico aplicable para estimular la investigación en medicina genómica. En conjunto todas estas instancias coadyuvaron a establecer el marco jurídico al que estaría adscrito el Instituto Nacional de Medicina Genómica. Sin embargo, debe recordarse que para la creación del INMEGEN sectores importantes de la cámara de diputados establecieron ciertos límites a la investigación científica menos flexibles que los que imperan en otros países, lo que implica que el Instituto no producirá beneficios que de él podría haberse esperado en un inicio. Debemos destacar el papel del Colegio de Bioética como una institución que, sin pertenecer al Estado ni a la iniciativa privada, ha intentado ser un contrapeso a la postura más conservadora de ciertos grupos parlamentarios, pugnando por una investigación que, sin afectar una serie de derechos del individuo, sí obedezca a los intereses de la propia ciencia.

Al hacer referencia de las diferentes agrupaciones relacionadas con la genética, dependientes o no del Estado, debe mencionarse que éstas pueden reflejar en un momento dado una competencia que en algunos aspectos perjudica a la actividad científica. Por ejemplo, si algunas de las actividades e investigaciones se llevaran a cabo bajo otros parámetros de colaboración, quizá podría evitarse la duplicidad de esfuerzos o la malavenencia de los mismos, como llegó a suceder con el Centro Nacional de Medicina Genómica; con las academias Nacional del Genoma Humano y Mexicana de Bioética Humana o, en un momento dado, entre la ANGH y la Comisión Nacional de Bioética.

No es fin de este trabajo denotar la actividad científica y los esfuerzos que se realizan a diferentes niveles para impulsar el desarrollo científico, antes las limitantes aquí señaladas encomian los resultados obtenidos por los científicos, los centros de investigación y/o atención médica, así como las agrupaciones científicas en un país con más de cien millones de habitantes y una de las diversidades biológicas y genéticas más bastas, y que pese a tener la décimo primer economía del mundo, ocupa el lugar 67 en producción científica y tecnológica con perspectivas poco esperanzadoras.

Además de establecer cuál ha sido el proceso de desarrollo de la genética humana en nuestro país, nuestra investigación ha pugnado por un acercamiento a la historia contemporánea de la Ciencia que, si bien no es novedosa, sí ha sido relegada u olvidada en muchos círculos académicos que consideran que no es posible el análisis histórico de hechos contemporáneos. Este trabajo muestra que de no analizarse la evolución histórica reciente en los procesos de institucionalización de una disciplina científica, tomando en cuenta los elementos económicos y materiales así como los propiamente humanos, no será posible corregir errores en las políticas de apoyo a la ciencia y tecnología. De mantenerse esta situación, los mecanismos con los que contamos para hacer ciencia ofrecerán resultados muy pobres a la sociedad, destinataria final del saber humano.

Hemos iniciado esta conclusión con frases acuñadas por Eduardo Galeano referentes a la utopía, entendiéndola como ese lugar cuya concepción nos impulsa a llegar al lugar deseado. La idea de la ciencia misma como una entidad impoluta empata mucho con la idea de utopía, pero la ciencia está hecha por los seres humanos capaces, ya de lo sublime como de lo ruin. No pueden negarse la belleza y verdad en las palabras de Galeano, mas éstas han de ser complementadas por las de otro pensador como José Saramago. Durante una

conferencia con motivo de la inauguración de una cátedra con su nombre en nuestra Universidad, el pensador lusitano señaló que si una palabra debía ser eliminada de los diccionarios era la de utopía, por ésta ser un lugar al que nunca se llegaba. La única utopía admisible para José Saramago, era aquella en que se comenzaba a trabajar hoy.

La genética humana, como otras ramas del conocimiento, ofrece aplicaciones hasta hace poco inimaginables y de las cuales se pueden obtener beneficios insospechados, empero para ello debe trabajarse sin dilación alguna. Las discusiones sobre las implicaciones de la genética no pueden permanecer en el mismo estado de exposición de motivos; la legislación debe ser modificada para que sin dejar de respetar los derechos de privacidad genética, aquella sea más flexible en sus investigaciones; el financiamiento a la actividad científica debe comprender las necesidades de actores distintos al Estado sin que éste renuncie a la rectoría en la definición de las políticas de ciencia y tecnología, debiendo considerar como estratégicas a la genética y a la genómica por las diversas implicaciones y posibilidades de desarrollo que representan.

De igual forma deben ampliarse los canales de divulgación del conocimiento genético así como los recursos destinados a ciencia y tecnología. También deben establecerse mayores controles para otorgar apoyos a diferentes proyectos de investigación; la vinculación horizontal de las instituciones de investigación y atención médica debe pasar de lo retórico a lo real y los estudios de Historia y Filosofía de la Ciencia, deben abordar la problemática contemporánea si es que se quiere incidir en ella favorablemente.

La lista es amplia, pero todo ello debe realizarse ahora si acaso aspiramos a un conocimiento científico y tecnológico que sea parte de una sociedad más prodiga, justa, incluyente y, ¿por qué no?, también democrática.

## Bibliografía consultada

*Acta constitutiva de la Sociedad Mexicana de Genética, Asociación Civil*, Notaría número 60, expediente número 27616, año 1966, ciudad de México. El acta constitutiva cuenta con el permiso correspondiente de la Secretaría de Relaciones Exteriores número 6538, expediente 292856, fechado el 15 de febrero de 1967.

“Acuerdo por el que se establece el Sistema Nacional de Investigadores”, *Vid*, [www.eddhu.gov.mx/comisiones/cienytec/creasni.htm](http://www.eddhu.gov.mx/comisiones/cienytec/creasni.htm)

Adams, C. W., “The age at which scientists do their best work”, en *Isis*, 1946, vol. 36, p. 166-169.

Aguilar Alaniz, Elizabeth, “Proyecto genoma Humano; perjuicios y beneficios”, s.p.i.

Armendares, Salvador, “enseñanza y perfeccionamiento de la genética humana”

Armendares, Salvador y Rubén Lísker, “La genética humana”, en Hugo Aréchiga y Juan Salomón Palencia, *Contribuciones mexicanas al conocimiento médico*, México, Academia Nacional de Medicina, Academia de la Investigación Científica, Fondo de Cultura Económica, 1993, 656 p.

Azuela Bernal, Luz Fernanda. *Tres sociedades científicas en el porfiriato, las disciplinas, las instituciones y las relaciones entre la ciencia y el poder*, México, Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia y la Tecnología A.C. Universidad Tecnológica Nezahualcóyotl, UNAM: Instituto de Geografía, 1996. 217 p.

Barahona, Ana, *et. al.*, *La genética en México. Institucionalización de una disciplina*, México, UNAM: Coordinación de Humanidades, 2003, 241 p.

Bolívar Zapata, Francisco, *La genética moderna: horizontes, discurso*, México, El Colegio Nacional, 1995, 79 p.

*Obra científica IV, la Genética moderna: fundamentos y horizontes*, México, El Colegio Nacional, 2000, 109 p.

Buela-Casal, Gualberto, “Evaluación de la calidad de los artículos y de las revistas científicas: Propuesta del factor de impacto ponderado y de un índice de calidad”, en *Psicothema*, 2003, Vol. 15, Núm. 1, pp. 23-35. ([www.psicothema.com](http://www.psicothema.com))

Cohen, Bernard, I., *Revolución en la ciencia*, España, Gedisa, 1989, 561 p.

Cortés Miranda, Ofelia, *La genética en los planes y programas de estudio de la Escuela Secundaria de 1964 a 1993*, Tesis de Licenciatura en Biología, UNAM: Facultad de Ciencias, 1998, 101 p.

- Cuadernos del Núcleo Interdisciplinario en Salud y Derechos Humanos, *Vid.*, <http://www.juridicas.unam.mx/publica/salud/>
- Davis, Richard A., "Creativity in Neurosurgical Publications", en *Neurosurgery*, Estados Unidos, vol. 20, núm. 4, 1987.
- De la Fuente, Juan Ramón, "Consorcio promotor del Centro de Medicina Genómica. La Universidad Nacional y la medicina genómica", [www.inmegen.org.mx/pdfs/DelaFuente.PDF](http://www.inmegen.org.mx/pdfs/DelaFuente.PDF)
- Diccionario enciclopédico ilustrado de medicina*, 26 ed., México, Nueva Editorial Interamericana, 1986, 6 V.
- Enzensberg, Hans, "La nueva utopía, sobre la más reciente revolución científica", en *Nexos*, México, julio 2001, p. 89-94.
- Fernández del Castillo, Francisco, *Bibliografía general de la Academia Nacional de Medicina 1836-1956*, México, Academia Nacional de Medicina, 1959, 397 p.
- Fischer, Stanley, *et. al.*, *Economía*, 2 ed., México, Mc Graw Hill, 1990, 1005 p.
- Gamboa Ojeda, Ivanhoe, *et. al.*, *Asociación Mexicana de Genética Humana*, México, Asociación Mexicana de Genética Humana, 2000, 107 p.
- Gaona Robles, Ana Lilia, *La introducción de la genética en México*, Tesis de Licenciatura en Biología, UNAM: Facultad de Ciencias, 1998, 55 p.
- Guizar-Vázquez, Jesús, *Genética clínica*, 2 ed., México, Manual Moderno, 1994, 830 p.
- Hodara, Joseph, *Científicos vs. Políticos*, México, UNAM: Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, 1969, p. 98.
- Jiménez Sánchez, Gerardo, "En el umbral de la medicina genómica", en *Este país*, México, vol., 139, septiembre 2002, p.17-23.
- "La medicina genómica en México", en *Este país*, México, vol. 139, octubre 2002, p. 21-30.
- "El Instituto Nacional de Medicina Genómica", en *Este país*, México, diciembre 2002, p.50-56.
- Kuhn, Thomas S., *La estructura de las revoluciones científicas*, 4 ed., México, Fondo de Cultura Económica, 1980, 319 p.
- Lajous Alejandra, "Los premios nacionales en Ciencias y Artes: la consagración de una sociedad establecida", en Camp A. Roederic, *et al.*, *Los intelectuales y el poder en México*, México, El Colegio de México, 1991, p. 607-624.

Latour, Bruno, *Ciencia en acción, cómo seguir a los científicos e ingenieros a través de la sociedad*, Barcelona, Labor, 278 p.

*Ley General de Salud*, vid, <http://www.cddhcu.gob.mx/leyinfo/pdf/142.pdf>

*Ley de los Institutos Nacionales de Salud*, Vid  
<http://www.cddhcu.gob.mx/leyinfo/pdf/51.pdf>

Lisker, Rubén, “Medicina genómica. Mitos y realidades”, en *Revista de Investigación Clínica*, vol. 56, núm. 4, julio-agosto, 2004, p. 554-560.

“IV Genética clínica”, en Soberón, Guillermo, *et. al.*, *La salud en México IV: Especialidades médicas en México*.

Lisker, Rubén, y Salvador Armendares, *La genética y usted*, México, Siglo XXI, 1982, 110 p.

Merton, R. K., “Los colegios invisibles en el desarrollo cognitivo de Kuhn”, en *Del Núcleo a la periferia*.

Muñoz Hernández, Onorofe y Juan Garduño Espinosa, “La investigación médica hacia el nuevo siglo”, en *Gaceta Médica de México*, Academia Nacional de Medicina, 1999, vol. 135, núm. 6, 1999, p. 635-639.

Newell, John, *Manipuladores de genes*, Madrid, España, Pirámide, 1989, 230 p.

Nisbert, Robert, *Historia de la idea de progreso*, Barcelona, Gedisa, 1998, p. 438-494.

Olea Franco, Adolfo, *One Century of Higher Agricultural Education and Research in México (1850s-1960s), with a Preliminary Survey on the Same Subjects in the United States*, Tesis de Doctorado en Filosofía en el área de Historia de la Ciencia, Harvard University, Cambridge, Massachusetts, 2001.

Ondaranza, Raúl, N., “El ADN, la clave de la vida, antes y después de la doblehélice”, en *Gaceta Médica de México*, Academia Nacional de Medicina, vol. 132, núm. 3, 1996, p. 314-326.

“Los inicios de la bioquímica y la biología molecular en México”, en *México en el siglo XX*, México, Archivo General de la Nación, vol. 1, 1999, p. 639-662.

Pérez-Miravete, Adolfo, *50 años de investigación en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas 1934-1984. Una valoración crítica a la luz de su evolución histórica*, México, Instituto Politécnico Nacional: Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, 1984, 336 p.

Pérez Tamayo, Ruy, “La mitología del genoma humano”, en *Los universitarios*, México, UNAM, Nueva época, núm. 9, junio 2001, p. 44-46.

- “Programa de acción en pro de la ciencia: Marco General de Acción”, adoptado por la Conferencia Mundial sobre la Ciencia en Budapest en julio de 1999 y posteriormente aprobado por la Asamblea General del Consejo Internacional para la Ciencia (ICSU) y la Conferencia General de la UNESCO. Publicado en *Ciencia, Revista de la Academia Mexicana de Ciencias*, México, Academia Mexicana de Ciencias, vol. 51, núm. 4, diciembre 2000, p.40-53, Vid, [www.unesco.org/science/wcs](http://www.unesco.org/science/wcs)
- Reich, Jens, “Sobre las consecuencias sociales de la biología genética”, en *Deutschland, Foro de política, cultura, economía y ciencias*, Alemania, Berlín, Societäts-Verlag, Francorf del Meno, núm. 2, abril/mayo 2001, p. 58-60, Vid. [www.magazine-deutschland.de](http://www.magazine-deutschland.de)
- Ridley, Matt, *Genoma, la autobiografía de una especie en 23 capítulos*, España, Taurus, 2000, 387 p.
- Rivera de, Laura, “El conocimiento del genoma humano es un arma muy poderosa”, en *Milenio Semanal*, Vid. [www.milenio.com/semanal/159/ar3.htm](http://www.milenio.com/semanal/159/ar3.htm)
- Robertis y Robertis, *Biología celular y molecular*, 10 ed., Argentina, El Ateneo, 1981, 613 p.
- Rodríguez de Romo, Ana Cecilia, “Medicina y Salud”, en *Ciencia y Desarrollo*, México, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Vol. 29, núm. 172, septiembre-octubre 2003, p. 24-26.
- Roy, Ina, “De divisiones y temores”, en *Deutschland, Foro de política, cultura, economía y ciencias*, Alemania, Berlín, Societäts-Verlag, Francorf del Meno, núm. 2, abril/mayo 2001, p. 64, Vid., [www.magazine-deutschland.de](http://www.magazine-deutschland.de)
- Saavedra, Diana, “Piden investigadores reformas al SNI”, en *Comunicación y Divulgación*, Academia Mexicana de Ciencias, [www.amc.unam.mx/comunicación/medios/cyd-med-12ago04-ref.html](http://www.amc.unam.mx/comunicación/medios/cyd-med-12ago04-ref.html)
- Salamanca Gómez, Fabio, “El primer cromosoma secuenciado”, en *Gaceta Médica de México*, Academia Nacional de Medicina, vol. 136, núm. 1, 2000, p. 81, 82.
- “La secuencia del genoma humano”, en *Gaceta Médica de México*, México, Academia Nacional de Medicina, vol. 137, núm. 3, 2001, p. 267, 268.
- Salamanca, Fabio y Salvador Armendares, “The Development of Human Genetics in Mexico”, en *Achieves of Medical Research*, México, Instituto Mexicano del Seguro Social, vol. 26, 1995, p. 55-62.
- Salcedo Vallejo, María Eugenia, *Ingeniería genética: historia, importancia, aplicaciones y controversias*, Tesis de Licenciatura en Biología, UNAM: Facultad de Ciencias, 2000, 118 p.

- Shiva, Vandana, “¿Se puede patentar la vida?”, en *Deutschland, Foro de política, cultura, economía y ciencias*, Alemania, Berlín, Societäts-Verlag, Francorf del Meno, núm. 2, abril/mayo 2001, p. 63, *Vid.*, [www.magazine-deutschland.de](http://www.magazine-deutschland.de)
- Stock, Gregory, “¿El hombre a la medida?”, en *Deutschland, Foro de política, cultura, economía y ciencias*, Alemania, Berlín, Societäts-Verlag, Francorf del Meno, núm. 2, abril/mayo 2001, p. 60-63, *Vid.*, [www.magazine-deutschland.de](http://www.magazine-deutschland.de)
- Sternberg, Robert, y Tamara Gordeeva, “The anatomy of impact: what makes an article influential?”, *Psychological Science*, Estados Unidos, vol. 7, núm. 2, marzo, 1996.
- Sturtevant, A. H., *A History of Genetics*, New York, Cols Spring Harbor Laboratory Press, 2000, 174 p.
- Suárez Díaz, Edna María, *Orígenes y repercusiones sociales de la ingeniería genética*, Tesis de Licenciatura en Biología, UNAM: Facultad de Ciencias, 1989, 126 p.
- Thompson, John, B., “El concepto de ideología”, en *Ideología y cultura moderna México*, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, 1998, p. 45-80.
- Vázquez Ruiz, Wilphen, *Porfirio Parra y Alfonso Luis Herrera en la transformación de las ciencias naturales en México, comentarios a la recepción del Darwinismo*, Tesis de licenciatura en Historia, UNAM: Facultad de Filosofía y Letras, 2000, 126 p.
- Winnacker, Ernest-Ludwig, “Genoma humano; El plano de construcción de la vida”, en *Deutschland, Foro de política, cultura, economía y ciencias*, Alemania, Berlín, Societäts-Verlag, Francorf del Meno, núm 2, abril/mayo 2001, p. 54-57, *Vid.*, [www.magazine-deutschland.de](http://www.magazine-deutschland.de)

### **Investigadores entrevistados y dependencias a las que pertenecen**

Elisa Alonso Vilatela, Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía Manuel Velasco Suárez

Salvador Armendares Sagrera, Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM

Hugo Barrera Saldana, Asociación Mexicana de Genética Humana

Sonia Canún Serrano, Consejo Mexicano de Genética, A. C.

Susana Kofman Epstein, Hospital General de México

Rubén Lisker Yourkowsky, Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán

Marcia Muñoz de Alba (q.e.d.), Instituto de Investigaciones Jurídicas, UNAM

Emilio Pimientel Peñaloza, Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares

Fabio Salamanca Gómez, Centro Médico Nacional

## Glosario y siglas

ADN	Ácido Desoxirribonucleico
AMGH	Asociación Mexicana de Genética Humana
Amitosis	Proceso de división de las células procarióticas o carentes de núcleo
ARN	Ácido Ribonucleico
ARNm	ARN mensajero
ARHCyT	Acervo de recursos humanos en ciencia y tecnología
BAT	Bienes de alta tecnología
Biología molecular	Disciplina que estudia la organización submicroscópica o a ultraestructura de la célula, así como sus procesos funcionales y fisicoquímicos
CB	Colegio de Bioética
CINVESTAV	Centro de Investigaciones Avanzadas del Instituto Politécnico Nacional
Citogenética	Disciplina encargada de estudiar las bases cromosómicas y moleculares de la herencia con aplicaciones en la agricultura, veterinaria y medicina
CMG	Consejo Mexicano de Genética, A.C.
CNB	Comisión Nacional de Bioética
CNEN	Comisión Nacional de Energía Nuclear
CNGH	Comisión Nacional del Genoma Humano
CNMG	Centro Nacional de Medicina Genómica
CNRMCS	Centro Nacional de Referencia de Malformaciones Congénitas en Salud
CONACYT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

Enzimas de regulación	Moléculas relacionadas con la activación o proceso de reproducción del material genético de la célula
ENA	Escuela Nacional de Agricultura
ENCB	Escuela Nacional de Ciencias Biológicas
Farmacogenética	Rama del conocimiento especializada en estudiar los efectos que tienen ciertos productos sobre el individuo los cuales son controlados por un solo gen
Farmacogenómica	Rama del conocimiento que estudia a los individuos con una patología particular que permita una medicación personalizada
Funsalud	Fundación Mexicana para la Salud
Genes	Partículas que contienen el material genético de las células y las instrucciones para su replicación
Genética	Ciencia que estudia los mecanismos de herencia de caracteres
Genética clínica	Rama de la genética que se encarga de la atención al paciente
Genética médica	Rama de la genética que estudia los posibles factores genéticos que influyen en la frecuencia de una patología
Genómica	(definiciones varias p.p.59-61)
Haplotipo	Conjunto de marcadores genéticos asociados a la mutación a partir de la combinación de los alelos, es decir las formas varias de un gen que ocupan una posición determinada en un cromosoma y de la cual dependen las variaciones en las características hereditarias.
IFI	Índice de Factor de Impacto
IIA	Instituto de Investigaciones Agrícolas
INIA	Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas
IIN	Instituto de Investigaciones Nucleares

INEGI	Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática
INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
INMEGEN	Instituto Nacional de Medicina Genómica
ISCED	Clasificación internacional Normalizada de la Educación (siglas en inglés)
Medicina genética	(definiciones varias p.p. 59-61)
Meiosis	Proceso de reproducción de las células germinales (ovogonias y espermatogonias)
Mitosis	Proceso de reproducción de las células eucarióticas (con núcleo) no germinales
NEDS	Núcleo de Estudios en Salud y Derecho
OEE	Oficina de Estudios Experimentales
Operón	Grupo de genes de expresión coordinada por un perador: gen estructural y gen regulador que incluyen al ARNm
PAM	Programa Agrícola Mexicano
PGH	Proyecto Genoma Humano
PGR	Programa de Genética y Radiobiología
Proteoma	Conjunto de proteínas expresadas por una célula u organismo en un momento concreto y bajo determinadas condiciones
Proteómica	Estudio a gran escala de las proteínas, usualmente mediante métodos bioquímicos
RYVEMNCE	Registro y Vigilancia Epidemiológica de Malformaciones Congénitas Externas
SMG	Sociedad Mexicana de Genética
SNI	Sistema Nacional de Investigadores

SOMEGEN	Sociedad Mexicana de Medicina Genómica
Transcriptoma	Conjunto de genes que forman el ARN
Transgénicos	Organismos en los que el material genético ha sido modificado al incorporar información proveniente de otras formas de vida no relacionadas directamente con la primera

## **Cronología básica en el desarrollo de la genética humana**

1900

Redescubrimiento de las Leyes de Mendel (Gregor)

1902

Walter S. Sutton propone que los genes estaban contenidos en los cromosomas

1904

Theodor Boveri llega a las mismas conclusiones que Sutton con respecto a los genes y los cromosomas. Alfonso Luis Herrera hace una mención de las leyes de la herencia de caracteres propuesta por Mendel

1906

William Batenson acuñó el término genética y demostró que los principios de Mendel también eran aplicables a los animales

1908

Thomas Hunt Morgan inicia los estudios con la mosca de la fruta, los cuales daría pauta al desarrollo de los principios fundamentales de la genética. Descubriría que ciertos caracteres estaban asociados a más de un gen y que varios genes afectaban a un solo carácter

1909

Wilhelm Johansen acuñó los términos gene, genotipo y fenotipo

1910

Los trabajos realizados por Morgan con la mosca de la fruta trajeron como consecuencia la aceptación prácticamente universal de la genética mendeliana

1901-1910

Aceptación de la Teoría de la mutación propuesta por Hugo de Vries.

El régimen de Porfirio Díaz creó las primeras estaciones experimentales agrícolas y modernizó la Escuela Nacional de Agricultura

1912

Los estudios en la *Drosophila* refutan la teoría de Hugo de Vries al mostrar que las mutaciones múltiples se presentan en poblaciones reducidas sin que ello implique un cambio de especie

Alfred H. Sturtevant produjo el primer mapa de cromosomas

1918

Ronald Fischer concilia los lineamientos de la Teoría de la Selección Natural de Charles Darwin con los principios de la herencia descubiertos por Gregor Mendel

1911-1920

El estallido de la revolución detuvo los proyectos auspiciados por el régimen de Porfirio Díaz con relación a la investigación agrícola

1921

Se propone el concepto de genoma, entendido como el material genético de un organismo

1928

Se establece el primer Laboratorio de Entomología en la Escuela de Bacteriología, Parasitología y Fermentaciones, que daría lugar a la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas en 1934

1929

Emilio Portes Gil hace referencia a investigaciones en el campo de la genética durante su informe de gobierno

1921-1930

Desde mediados de la década, en México se habla de un “mejoramiento vegetal”. En el mundo se gesta la unión de la teoría de la Selección Natural de Darwin con las Leyes de Mendel

1933

Se crean los primeros campos experimentales en la Secretaría de Agricultura para el mejoramiento de cultivos

1934

Edmundo Taboada, uno de los primeros agrónomos egresados de la Escuela Nacional de Agricultura, regresa a México tras estudiar genética aplicada en los Estados Unidos e inicia sus primeras prácticas al seleccionar variedades de maíz y trigo en Sonora.

Se funda la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB) del Instituto Politécnico Nacional

Oswald Theodore Avery demostró que el ADN es la molécula encargada de la herencia

1935

Max Delbrück intenta explicar la dualidad, estabilidad y el cambio del gene

T. Dobzhansky realiza una estancia de investigación en México a invitación de la Fundación Rockefeller sobre la mosca de la fruta, con la cual establece líneas de estudio en la genética de poblaciones. Dobzhansky regresaría a México en la década de los 60 a participar en el Programa de Genética y Radiobiología

1936

Edmundo Taboada es designado como director de la Escuela Nacional de Agricultura. En ella se ofrecieron las primeras materias de genética, empero fue hasta 1966 que se estableció una cátedra formal

1937

Se creó el Instituto de Investigaciones Agrícolas, con la Taboada en la Dirección; se controló el material genético y se capacitó a los jefes técnicos de los campos experimentales en el marco del Programa de Mejoramiento Genético del Maíz del Gobierno Mexicano

1938

Edmundo Taboada escribe primer libro para la enseñanza de la genética en México

1940

George Wells Beadle y Edward Lawrine Tatum descubrieron que los genes dirigen la formación de enzimas a través de las unidades que los constituyen

1931-1940

El Presidente Lázaro Cárdenas impulsó las investigaciones agrícolas.

Instituciones como la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y principalmente la ENCB se ven beneficiadas con el arribo de científicos españoles exiliados. Aparecen las primeras publicaciones de científicos mexicanos referentes a la genética.

Hacia 1940 en el mundo se gesta una nueva etapa en el desarrollo de la biología que incluiría a la física y que derivaría en la Biología Molecular.

1941

Se funda el Instituto de Investigaciones Biomédicas en la UNAM

1943

Se funda el Programa Agrícola Mexicano (PAM), con la participación del Gobierno de México y la Fundación Rockefeller

1944

Oswald Avery, Colin MacLeod y Maclyn McCarty, en la Universidad Rockefeller, descubrieron que el ADN es la molécula de la transformación.

Se logró el aislamiento del ADN de algunas bacterias y se mezcló con el material genético de otras.

En México surgió la Oficina de Campos Experimentales como parte del PAM

1947

La Oficina de Campos Experimentales se transformó en el Instituto de Investigaciones Agrícolas (IIA)

1949

Mario Salazar Mallén realiza los primeros trabajos de genética humana en México a partir de una investigación con grupos indígenas y mestizos

1950

Rosalind Franklin y Maurice Wilkins, en Inglaterra, realizaron estudios sobre las propiedades físicas del ADN

1941-1950

Con la llegada de Manuel Ávila Camacho a la Presidencia de la República comenzó un retroceso en los programas cardenistas de apoyo al agro, basados en prácticas comunales e impulsados por Edmundo Taboada.

En la ENCB Guillermo Carvajal investiga la síntesis orgánica. Sus investigaciones lo llevarían a buscar la creación de un virus artificial

A finales de la década la mejora genética se dirigía a la compra de insumos que respondieran a una mecanización creciente del agro

En el mundo, principalmente al término de la Segunda Guerra Mundial, la física jugó un papel decisivo en el desarrollo de la biología al buscar las bases químicas de la información genética

1951

Linnus Pauling descubrió la estructura secundaria de las proteínas.

En Cambridge, Inglaterra, se estableció la estructura del esqueleto del ADN en la que la unión fosfodiéster siempre está en la parte externa

1953

James Watson y Francis Crick descubren la estructura nuclear del ADN en forma de doble hélice

1955

Joe-Hin Tuyo descubre que el número total de cromosomas en el ser humano es de 46 y no de 48 como se pensaba hasta entonces

1956

En la ENCB se creó el Departamento de Microbiología, el cual impulsaría más tarde el surgimiento de otros como el de Genética microbiana en 1962

Se fundó la Comisión Nacional de Energía Nuclear

1957

Surge la Sociedad Mexicana de Bioquímica con el fin de conseguir financiamientos y formar recursos humanos en esta área, misma que tendría una estrecha relación con los estudios de genética

1959

Se crea el Colegio Nacional de Posgraduados, donde se realizaron los primeros estudios de posgrado en genética, suelos, entomología, fitopatología y fitotecnia

1960

Se funda el Programa de Genética y Radiobiología como parte de la CEN

Se fusionan el IIA y la OEE del PAM al fundarse el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Esta institución uniría los esfuerzos del grupo de investigadores encabezados por Edmundo Taboada con el de la Fundación Rockefeller

La Fundación Rockefeller se retira como parte del acuerdo. Se impulsó el Programa de Genética y Radiobiología, dirigido por Alfonso León de Garay, en la Comisión Nacional de Energía Nuclear más tarde Instituto de Investigaciones Nucleares

A partir de este año, en la UNAM se imparte una cátedra de biología molecular.

En Francia Frans Jacob y Jacques Monod descubren los represores genéticos (Teoría del operón)

1951-1960

Linnus Pauling; Maurice Wilkins y Rosalind Franklin; James Watson y Francis Crick, estudian por método de cristalografía de rayos X la estructura del AND.

En México la UNAM y la Universidad Autónoma de Puebla imparten las primeras cátedras de genética no vegetal

1961

ENCB: Inician los trabajos en citogenética. Durante ese año y el siguiente el PAM desarrolló los llamados trigos “enanos”

Jacques Monod, Francis Jacob y André Lwoff descubren el operón

1962

ENCB: surge el Laboratorio de Genética Microbiana de ese mismo departamento.

Surge el CINVESTAV.

Dentro del Programa de Genética y Radiobiología de la CNEN se abarca los campos de genética humana, biología animal, medicina y agricultura

1963

Se publica el primer trabajo experimental de genética en el área de microbiología. Se inicia la enseñanza de la genética en la Escuela de Medicina de la Universidad de Puebla

1964

En la ENCB se estableció el Laboratorio de Genética Molecular y una sección del Departamento de Botánica, dedicada a los estudios en Fisiología vegetal. La Secretaría de Educación Pública introduce la enseñanza de la genética a nivel secundaria

1965

Rodolfo Félix imparte la asignatura de genética en la Facultad de Ciencias de la UNAM. En el Sanatorio Español, Mario González Ramos aplica por vez primera técnicas de estudio en pacientes con posibles cromosopatías, ello gracias a los avances logrados en el campo de la citogenética

1966

Se instrumenta el curso de genética, ya de manera formal, en la ENA.

Surge la Sociedad Mexicana de Genética, dentro de la CNEN

En la UNAM, dentro de la Facultad de Medicina, la materia de genética se imparte en el Programa de Doctorado

Surge la Sociedad Mexicana de Genética

1968

Surge la Asociación Mexicana de Genética Humana

1969

Se establece el primer programa de Genética médica en el Departamento de Genética de la Unidad de Investigación Genética, del Hospital Pediátrico del Centro Médico Nacional, programa certificado por la UNAM, dirige Salvador Armendares

1970

Aber, Smith y Hamilton descubrieron las encimas de regulación o restricción.

Smith y Wilcox aislaron la enzima de restricción y la llamada ligasa

En México la ENCB desplegó una actividad importante en relación con las investigaciones genéticas las cuales a su vez serían impulsadas en el CINVESTAV

Creación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

1961-1970

Inician los programas de investigación genética en México que derivarían en la “Revolución Verde” y en el impulso a otras áreas de la genética

T. Dobzhansky realiza varias estancias de investigación en México a invitación de Alfonso de Garay entre finales de la década de los 60 y comienzos de la siguiente

Jacob, Monod y Lwoff descubren en operón

1971

En Japón inició un plan para mejorar la tecnología de la secuencia del ADN humano

1972

Olga Olvera formalizó el curso de citogenética en la División de Estudios de Posgrado en la Facultad de Ciencias de la UNAM

Paul Berg estudia y produce híbridos de genes bacterianos

1973

Stanley Cohen y Herbert Boyer introducen el ADN de una rana en una bacteria, con lo que surge la ingeniería genética

En México, se establece el Laboratorio de Ecología Vegetal en la ENCB

1974

Se funda el Laboratorio de Genética del Departamento de Biología, en la Facultad de Ciencias de la UNAM.

Tiene lugar el I Congreso de Genética, en Mazatlán, Sinaloa

En la ENCB se establece el Laboratorio de Ecología Microbiana.

En Estados Unidos surge el Proyecto Genoma Humano

1975

A partir de este año la AMGH auspicia anualmente el Congreso Mexicano de Genética Humana

1976

Surge el área de la Biotecnología cuando las tecnologías de clonación del ADN convergieron en un único experimento en el que una proteína humana fue expresada a partir de ADN sintético, usando técnicas de ADN recombinante; el producto de este experimento fue la insulina humana a partir del plásmido PBR322, proyecto en el cual participó Francisco Bolívar Zapata

V Congreso Internacional de Genética Humana (México)

Se crea el Consejo Nacional de Especialistas en Genética Humana A. C.

1977

Surge el Consejo Nacional de Especialistas en Genética Humana, afiliado a la Academia Nacional de Medicina. A partir de ese año, en México se establece un programa de Registro y Vigilancia Epidemiológica de Malformaciones Congénitas Externas RYVEMCE (en 1984 cambia a Centro Nacional de Referencia de Malformaciones Congénitas en Salud)

1979

ENCB: Se funda el Laboratorio de Ácidos Nucléicos en el Departamento de Bioquímica. La CNEN se transforma en el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; el Programa de Genética y Radiobiología se transformó en el Departamento de Radiobiología del Programa Biomédico Nuclear, conservándose cuatro laboratorios de genética: animal, microbiana, humana y de drosophila

1980

Se establece el primer Protocolo para la generación de animales transgénicos

1971-1980

Los estudios de ingeniería genética y molecular dejan de enfocarse únicamente en problemas netamente biológicos para comenzar a enfocarse en aspectos aplicados

1983

ENCB: Se establece el Departamento de Inmunología Inmunoquímica

1984

Se crea el Proyecto Genoma Humano en Estados Unidos con la participación de diferentes países

En México surge el Sistema Nacional de Investigadores

El RYVEMCE es transformado por la hoy Secretaría de Salud, en el Centro Nacional de Referencia de Malformaciones Congénitas de la Secretaría de Salud

1986

A partir de este año la AMGH organiza cursos de educación médica continua

1987

La PPL Therapeutics del Reino Unido, cría a Tracy, la primera oveja transgénica que genera proteínas humanas en su leche

1988

En México se legisla para que se aplique un tamiz en los recién nacidos a fin de conocer si padecen enfermedades hereditarias. La práctica de esta resolución ha sido muy limitada

En España se establece que la creación de seres humanos por clonación es pasible de sanciones penales

1989

En Estados Unidos comienzan a practicarse ensayos de terapia genética

En México existen 120 plazas en el sector salud para el área de genética médica

1990

El PGH cuenta ya con la colaboración de diferentes países

Anderson y Michel Blease realizan la primera terapia génica

En Alemania se establece que la creación de un embrión genéticamente idéntico a otro embrión, a un feto o cualquier persona viva o muerta es un delito

El Reino Unido establece que la clonación humana está prohibida y que la investigación en embriones estará severamente controlada

En México la población asciende a 86 millones de habitantes; sólo hay 120 especialistas en genética

1981-1990

El PGH coordina la investigación que se realiza en diferentes países (E.U., Japón y algunos países de Europa Occidental, principalmente y ningún país latinoamericano)

En México se aislaron los primeros genes en el hoy Instituto de Biotecnología de la UNAM, creado en 1982 como centro y transformado en instituto en 1991

1991

El Consejo Nacional de Especialistas en Genética Humana cuenta con 131 miembros

1992

Creación del Núcleo Interdisciplinario de Salud y Derechos Humanos, más tarde Núcleo de Estudios Interdisciplinarios en Salud y Derecho

Surge el Comité Internacional de Bioética de la UNESCO; se declara al genoma como patrimonio de la humanidad

En México se cancela el Programa de diagnóstico genético para mujeres de alto riesgo llevado a cabo por el Instituto Nacional de Pediatría; esta práctica queda limitada a unos cuantos hospitales privados

1994

La enseñanza de la genética es incorporada al Programa de Maestría de la Facultad de Medicina de la UNAM

1995

Alfonso de Garay y Manuel Velasco Suárez fundan la Academia Mexicana de Bioética

1996

Se prohíbe la clonación con fines reproductivos

En Estados Unidos la existencia y comercialización de alimentos transgénicos es dada a conocer al público

1997

En Argentina se prohíbe la clonación de células humanas para producir seres humanos, Chile guarda una postura semejante

China prohíbe las investigaciones sobre la clonación humana

En Estados Unidos se establece un proyecto de ley que prohíbe la clonación humana.

Francia guarda una posición análoga

Nace la oveja Dolly, el primer animal clonado

1998

En Reino Unido Consultiva de Genética Humana y la Autoridad de Fertilización Humana y Embriología, publicaron conjuntamente un reporte para la prohibición de la clonación reproductiva, no así la médica.

En Estados Unidos Craig Venter renuncia a su puesto de dirección en el PGH y funda la compañía privada CELERA, con el fin de conocer la secuencia del genoma humano

1999

La Revista *NATURE* publica un artículo acuñado por más de 200 autores, en el cual se describe la secuencia casi completa del cromosoma humano número 22. Se estima que en el genoma humano existen alrededor de 61, 000 genes

2000

Las revistas *SCIENCE*, de Estados Unidos, y *NATURE*, del Reino Unido, dan a conocer los resultados de investigación de dos secuencias completas de ADN, llevadas a cabo por el PGH y la Compañía CELERA

Se crean las comisiones nacionales de Bioética y del Genoma Humano

Surge la Sociedad Mexicana de Medicina Genómica, SOMEGEN

2001

Se crea el Centro Nacional de Medicina Genómica en la UNAM

2002

Se estima que el 60% de los alimentos en Estados Unidos son transgénicos

En México se descubre maíz transgénico en los Estados de Chiapas y Guerrero

2003

Surge el Colegio de Bioética

En la UNAM da inició la Licenciatura en Ciencias Genómicas, en el Instituto de Biotecnología

En Inglaterra, muere la oveja Dolly por complicaciones de salud

2004

Entra en vigor el Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología

Surge en México al Instituto Nacional de Medicina Genómica

En Europa el Reino Unido autoriza el primer ensayo de clonación terapéutica en Europa

En Francia se logra la creación de neuronas humanas a partir de células troncales