

5
24.

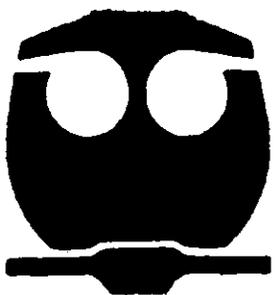


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

LA DIVULGACION DE LA QUÍMICA DE ALIMENTOS

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
QUÍMICA DE ALIMENTOS
P R E S E N T A :
FLORYMEN / ARANDAY VAZQUEZ



MEXICO, D. F. EXAMENES PROFESIONALES 1998
FAC. DE QUÍMICA

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

260889



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.

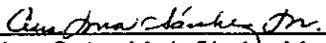
Jurado asignado:

Presidente Prof. Barzana García Eduardo
Vocal Prof. Iturbe Chinas Francisca
Secretario Prof. Sánchez Mora Ana Maria
1er. Suplente Prof. Gómez Ríos María de Lourdes
2º. Suplente Prof. Cornejo Barrera Lucia

Sitio donde se desarrolló el tema:

Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia. UNAM

Asesor:


M. en C. Ana Maria Sánchez Mora

Sustentante:


Florymen Aranday Vázquez

Para mis padres:

A quienes debo todo lo que soy.

Gracias por cada minuto de amor y apoyo incondicionales

Para Uriel:

Por brindarme su apoyo, cariño y la dosis de realidad para mis proyectos.

Para Paulina:

Por su amistad incondicional y su invariable alegría, impulso en muchos momentos.

Para Ana María

Gracias por compartir sus experiencias como divulgadora y como mujer.

Para Enrique:

Por su compañía y generosidad, por compartir a Benedetti.

A mis amigos (por orden de aparición): Rigel, Ivonne, Perla, Gerardo y Claudia.

A la Universidad Nacional Autónoma de México

Que me brindó la oportunidad de ser lo que ahora soy

A la Facultad de Química

Donde forjé anhelos que hoy son realidades

A mis maestros

En especial a Carlos Mauricio Castro Acuña

“La verdadera prueba de una inteligencia superior es poder conservar en la cabeza dos ideas opuestas y seguir funcionando; admitir, por ejemplo, que las cosas no tienen remedio, y continuar, sin embargo, decidido a cambiarlas.

Scott Fitzgerald

LA DIVULGACIÓN DE LA QUÍMICA DE ALIMENTOS

CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	3
1.1 Química y alimentación	6
1.2 La química de alimentos	13
2. PROBLEMAS DE LA CULTURA ALIMENTARIA	
2.1 La malnutrición, un fenómeno común	21
2.1.1 Tipos de problemas nutricionales	22
2.1.2 Enfermedades crónicas relacionadas con la dieta	23
2.1.3 Consecuencias de una mala nutrición	24
2.1.4 Factores que influyen en la situación nutricional	25
2.2 La situación alimentaria en México	26
2.2.1 Causas de los excesos y deficiencias en la alimentación	27
2.2.2 Producción de alimentos	30
2.3 La persistencia de los mitos	32
2.4 Modas y consumismo	34
3. LA EDUCACIÓN ALIMENTARIA	
3.1. Lo que se enseña en la escuela	38
3.2 Los medios masivos de comunicación	44
3.3 Importancia de la química de alimentos en la educación	45

4. LA DIVULGACIÓN DE LA QUÍMICA DE ALIMENTOS	
4.1.Importancia de la divulgación de la ciencia	47
4.2 La situación nacional	48
4.3 Características de la divulgación de la ciencia	51
4.4 La divulgación escrita	54
5. ANÁLISIS DE TEXTOS DE DIVULGACIÓN DE QUÍMICA DE ALIMENTOS	
5.1 Panorama histórico	56
5.2 Textos actuales	61
6. PROPUESTAS PARA DIVULGAR LA QUÍMICA DE ALIMENTOS	
6.1 Temas	70
6.2 Público	71
6.3 Medios	72
6.4 Museos de ciencia	74
7. ALTERNATIVAS PARA LA DIVULGACIÓN DE LA QUÍMICA DE ALIMENTOS	
7.1 Talleres	78
8.CONCLUSIONES	81
9. BIBLIOGRAFÍA	84

I. INTRODUCCIÓN

La alimentación ha sido y es una de las necesidades fundamentales del hombre y uno de los factores determinantes en la formación y el progreso de las sociedades. Los hombres primitivos dependían para su alimentación de la caza, de la pesca y de la recolección de productos vegetales silvestres; vivían en forma nómada y organizados en pequeños grupos para poder efectuar más eficazmente esas actividades. Las primeras organizaciones sociales sedentarias fueron posibles cuando el hombre aprendió a domesticar animales y a cultivar plantas para obtener sus alimentos.

En lo esencial, la evolución de muchos aspectos del comportamiento humano se ha realizado mediante interacciones entre los comportamientos alimentarios y las instituciones culturales. La alimentación trasciende la pura necesidad de nutrirse, convirtiéndose en uno de los elementos más importantes de cohesión dentro de una sociedad.

Incluso en la sociedad actual, en la que supuestamente sólo se reconoce el aspecto bioquímico de la nutrición, la comida es una parte importante de la identidad sociocultural.

Si una de las funciones fundamentales de los alimentos es de índole social, es obvio que todo lo relativo a los alimentos trasciende socialmente. En el acto de la alimentación, el hombre biológico y el hombre social están íntimamente ligados, lo que convierte a este acto en una situación compleja que hace tomar en cuenta cuestiones de carácter biológico, económico, social, político e ideológico. Esa complejidad se debe en buena medida a las particularidades de la especie humana en materia alimentaria. En primer lugar, el hombre es omnívoro, lo que significa que tiene libertad de elección. La selección de alimentos que realiza una determinada sociedad de entre los diferentes recursos accesibles y comestibles se basa en razones técnicas y económicas; en otras, también intervienen cuestiones de gusto

o sabor y, en ocasiones, sus creencias relativas a la calidad del alimento o a su estatus dentro de los sistemas de organización en las comunidades.

La alimentación está ligada tanto a la biología de la especie humana como a los procesos de adaptación empleados por el hombre en función de sus condiciones de existencia, variables, por otra parte, en el espacio y el tiempo. Conocer las formas de obtención de los alimentos y quién y cómo los prepara aporta una cantidad considerable de información sobre el funcionamiento de una sociedad.

Por la enorme importancia del tema dentro de la sociedad, se requiere que la información emitida por los científicos del área alcance a la mayoría de la población, con el objetivo de mejorar no sólo sus hábitos alimentarios sino también su concepción de la ciencia, sus medios y objetivos. Para alcanzar estas metas es necesario recurrir a la divulgación de la ciencia, a las actividades de “explicación y de difusión de los conocimientos, la cultura y el pensamiento científico y técnico, dirigidas a la gran mayoría del público” (Le Lionnais, 1958).

En este trabajo se exponen brevemente las condiciones que hacen necesaria y urgente la divulgación de la ciencia de los alimentos (química, tecnología y nutrición) en nuestro país, así como algunas de sus características y posibles alternativas para esta actividad.

En el primer capítulo se presenta la importancia de los alimentos en la sociedad, los componentes más importantes de los mismos y la trascendencia de los avances científicos en la química y tecnología de alimentos como factores de cambio en la alimentación.

El segundo capítulo, *Problemas de la cultura alimentaria*, se inicia con el tema de la malnutrición, exponiendo brevemente sus causas, los tipos de problemas nutricionales, las enfermedades relacionadas con la dieta, las consecuencias de una mala nutrición y los

factores que influyen en la situación nutricional. Posteriormente se abordará la situación alimentaria en México, exponiendo las posibles causas de los excesos y deficiencias en la alimentación, y la problemática de la producción de alimentos. En la parte final de este capítulo se trata la persistencia de los mitos en la sociedad así como la influencia de las modas alimentarias provocadas comúnmente por la publicidad de diversos productos.

En el tercer capítulo, *La educación alimentaria*, se presentan inicialmente los objetivos relacionados con alimentos y nutrición incluidos en los contenidos programáticos de la enseñanza básica del sistema educativo nacional; posteriormente se aborda la importancia de los medios masivos de comunicación para la enseñanza de los temas relacionados con la ciencia de los alimentos. Para finalizar el capítulo se hace énfasis en la necesidad de integrar en la educación la química de alimentos y la nutrición como posibles agentes de cambio en los hábitos alimentarios.

El cuarto capítulo, *La divulgación de la química de alimentos*, introduce inicialmente la definición y la importancia de la divulgación científica, importancia que se justifica al presentar la situación educativa nacional; se abordan también las características de la divulgación científica.

En el quinto capítulo, *Análisis de textos de química de alimentos*, se presenta el panorama histórico de los textos de divulgación científica, exponiendo una revisión de la frecuencia de los temas alimentarios en los artículos en diversas publicaciones científicas. Para finalizar, se analizan los textos actuales de divulgación científica, haciendo una selección de aquéllos que están disponibles para la mayoría de la población.

Las propuestas actuales para divulgar la química de alimentos se presentan en el capítulo VI, *Propuestas para divulgar la química de alimentos*; primeramente se tratan los temas y objetivos, para continuar con el público potencial al que se dirigen estas

propuestas. En la parte final se presentan los medios de difusión más importantes que actualmente realizan actividades de divulgación de química de alimentos.

En el capítulo VII se ofrecen alternativas para la divulgación de la química de alimentos, especialmente talleres cuyo público potencial se pretende que abarque no sólo al público asistente a centros de ciencia sino a prácticamente cualquier persona interesada en el tema.

1.1 Química y alimentación

El hombre se ha preocupado a lo largo de su historia por protegerse y alimentarse. Después de lograr la domesticación de animales y plantas, ha buscado que los alimentos obtenidos sean duraderos, es decir, que tengan una vida útil extendida. La conservación de alimentos surgió como una necesidad y de ella, las diferentes tecnologías de conservación, las cuales se han ido refinando y adecuando con base en las necesidades y avances de las diferentes sociedades y sus consumidores. El grado de complejidad de los nuevos productos y procesos se ha incrementado cada vez más, como consecuencia lógica de la necesidad de productos cada vez más específicos en sus atributos nutricionales y otros aspectos que no necesariamente determinan la calidad alimenticia de un producto, como olor, color, sabor, textura y tipo de envase, pero que son relevantes en la aceptabilidad del producto.

Existe un gran número de definiciones de lo que es un alimento; a continuación se presentan tres de ellas: 1) “Los alimentos son mezclas de sustancias conocidas como nutrientes o nutrimentos. Cada nutriente tiene un tipo particular de composición química y lleva por lo menos una función específica” (Gramman, 1990). 2) “Son alimentos los organismos vegetales o animales, o sus partes, que cumplan cinco requisitos: contener nutrimentos, ser inocuos en las circunstancias normales de consumo, ser accesibles, ser atractivos para los sentidos y ser aceptados por la cultura” (Badui, 1994). 3) “Los alimentos

son material de origen biológico necesario para el funcionamiento de los organismos vivos, compuestos de cantidades variables de agua, proteínas, carbohidratos, lípidos, vitaminas, minerales y otros compuestos, incluyendo los que imparten aroma, sabor y color” (Badui, 1988).

Existen varias clasificaciones de los alimentos basadas en sus características. Se considera que las clasificaciones por grupos y por sustituciones posibles son las más completas: las primeras, al incluir a los productos alimenticios de los que se parte para la obtención de los diferentes derivados, y las segundas, por incluir a los alimentos naturales y productos sintéticos que pueden ser empleados para sustituirlos en relación con sus propiedades funcionales. En la Tabla 1 se presenta la clasificación de los alimentos por grupos según el Instituto Nacional de Nutrición (Pacheco, 1996).

Tabla 1

Clasificación y ejemplos de los alimentos por grupos según el Instituto Nacional de la Nutrición (INN)
1. Cereales: maíz, arroz, trigo
2. Leguminosas y oleaginosas: frijol, haba, cártamo
3. Verduras: calabaza, apio, jitomate
4. Frutas: manzana, naranja, melón
5. Carnes: res, pescado, pollo
6. Leches y lácteos: leche, queso, yogurt
7. Huevos
8. Grasas y aceites: manteca, aceites de cártamo, girasol, colza
9. Azúcares y mieles: azúcar refinada, piloncillo, miel de abeja
10. Alcohol: vino, cerveza, vodka
11. Otros

Independientemente de la forma de clasificar a los alimentos, se debe de tomar en cuenta que aportan diferentes proporciones de nutrimentos a la dieta; dichos nutrimentos están clasificados por las funciones que cubren dentro del organismo, desde el punto de vista energético.

Desde el punto de vista químico los nutrimentos pueden clasificarse en orgánicos e inorgánicos. Los nutrimentos **orgánicos** comprenden a los carbohidratos, lípidos y sustancias nitrogenadas.

- Los carbohidratos son compuestos con estructura de polihidroxialdehído o de polihidroxicetona. Su estructura química determina su funcionalidad y las características que repercuten principalmente en el sabor, la viscosidad, la estructura y el olor de los alimentos. Es también su estructura química la que permite clasificar a estos compuestos de la siguiente manera:

Monosacáridos: Pentosas Hexosas:aldohexosas cetohehexosas
Oligosacáridos: Disacáridos Trisacáridos Tetra y pentasacáridos
Polisacáridos: Homopolisacáridos Heteropolisacáridos

La función principal de los carbohidratos en el cuerpo es la de proveer energía: el 50-60% de la energía total de la alimentación es suministrada por los carbohidratos. La función plástica la realizan la hexosa y la ribosa, así como los heteropolisacáridos, al formar parte de tejidos fundamentales del organismo. Algunos de los alimentos ricos en carbohidratos son pan, papas, azúcar, entre otros (Cervera y Clapes, 1993).

- Los lípidos se definen comúnmente como sustancias insolubles en agua pero solubles en disolventes orgánicos. Son un grupo de compuestos generalmente constituidos por carbono, hidrógeno y oxígeno, que integran cadenas hidrocarbonadas alifáticas o aromáticas y que pueden contener fósforo y nitrógeno. Es posible clasificarlos en función de su estructura química:

Lípidos simples. Ésteres de ácidos grasos y alcoholes 1. Grasas y aceites 2. Ceras
Lípidos compuestos. Lípidos simples conjugados con moléculas no lipídicas 1. Fosfolípidos 2. Glucolípidos
Compuestos asociados 1. Ácidos grasos 2. Pigmentos 3. Vitaminas liposolubles 4. Esteroles 5. Hidrocarburos

La función primordial de los lípidos en el organismo es la de suministrar energía, los fosfolípidos realizan funciones de tipo estructural en las membranas celulares y el colesterol desempeña el papel de precursor de hormonas y vitamina D. Algunos de los alimentos que contienen una proporción importante de lípidos son: mantequilla, margarina, queso, aceites, manteca, entre otros.

- Las sustancias nitrogenadas incluyen los 21 aminoácidos, la colina, la carnitina, las purinas (adenina, guanina e hipoxantina), las pirimidinas (citosina, uracilo y timina); la tiamina, la riboflavina, la nicotinamida y el ácido nicotinámico; el piridoxol, el piridoxal y la piridoxamina; el ácido pantoténico, la biotina, el ácido fólico y las cobalaminas.

El aporte más importante de las sustancias nitrogenadas lo constituyen las proteínas, cuyas funciones principales son: función plástica, función de control genético, función inmunitaria y función biorreguladora. Algunos alimentos considerados como fuente de proteínas son carne, huevos, queso, leche, soya, entre otros.

Los nutrientes **inorgánicos** comprenden primeramente al agua, oxígeno y alrededor de 36 elementos de la tabla periódica, entre ellos aluminio, antimonio, arsénico, azufre, bario, boro, bromo, cadmio, calcio, cinc, cloro cobalto, cobre, cromo, estaño, estroncio, flúor, fósforo, galio, hierro, litio, magnesio, manganeso, mercurio, molibdeno, níquel, plata, plomo, potasio, rubidio, selenio, silicio, sodio, titanio, vanadio y yodo. En la Tabla 3 se agrupan los 15 elementos de los que no hay duda de su calidad como nutrientes (Badui, 1994):

Tabla 3

Elemento	Función
Calcio	Constituyente de huesos y dientes
Fósforo	Constituyente de huesos, fosfolípidos, ácidos nucleicos, fosfoproteínas, ATP.
Magnesio	Activador de enzimas, transmisión del impulso nervioso.
Hierro	Transporte de oxígeno, presente en hemoglobina.
Flúor	Resistencia a caries, evita desmineralización ósea.
Yodo	Síntesis de hormona tetrayodotironina.
Cinc	Su carencia produce lesiones en piel, defectos de crecimiento e hipogonadismo.
Selenio	Constituye enzima glutatión peroxidasa, su carencia tiene repercusión es hepática y cardíaca.
Cobre	Forma parte de enzimas, su carencia produce anemia.
Potasio	Necesario para metabolismo celular, síntesis protéica y de glúcidos, excitabilidad neuromuscular.
Manganeso	Forma parte de enzimas, no se conoce carencia.
Molibdeno	Forma parte de enzimas xantino-oxidasa.
Cloro	Anión del líquido extracelular, mantiene presión osmótica, componente de jugo gástrico.
Oxígeno	Esencial en procesos metabólicos

1.2 La química de alimentos

Se dice que los orígenes de la química de alimentos son algo inciertos; algunos autores (Fennema, 1985) estiman que los descubrimientos significativos se inician a fines de la última década del siglo XVIII.

Se considera que a partir de 1780 se empezaron a hacer descubrimientos que se relacionan directa o indirectamente con la química de alimentos. Los orígenes de la química de alimentos moderna se fundamentan en las aportaciones de Scheele, Lavoisier, Gay Lussac, Thenard, Davy, Berzelius, Thomson, Beaumont y Liebig.

Los experimentos de Lavoisier demostraron que la respiración es un proceso químico que consume oxígeno y es por tanto una oxidación. Mediante experimentos en los que medía la cantidad de oxígeno inhalado y de bióxido de carbono exhalado, concluyó que la oxidación dentro del cuerpo es una fuente de calor y energía. Este fue el principio de la calorimetría misma que condujo a la medición del valor calórico de los alimentos.

El siglo XX fue la época del descubrimiento acelerado de los diversos elementos en los tejidos animales, incluyendo al hombre. La necesidad de estos elementos en el desarrollo de la salud quedó demostrada con diversos experimentos desarrollados por Magendie, quien propuso que el nitrógeno presente en los tejidos animales provenía de animales.

La química de la formulación, procesado y almacenamiento de los alimentos debe estudiarse con un método que permita utilizar los resultados derivados del examen del alimento o de un sistema modelo para comprender el deterioro de otros productos alimentarios. Fennema (1985) propone un método que consta de cuatro etapas: a) determinar las propiedades que constituyen las características importantes de los alimentos considerados como inocuos y de gran calidad; b) establecer reacciones químicas y

bioquímicas que tienen influencias marcadas sobre las pérdidas tanto de calidad como de salubridad de los alimentos; c) integrar ambos aspectos de forma que se comprenda cómo influyen en la calidad y en la seguridad de las reacciones clave, tanto químicas como bioquímicas y d) aplicar este conocimiento a las distintas situaciones que encontramos durante la formulación, almacenamiento y procesado de alimentos. A continuación se trata con más detalle cada una de estas etapas.

A. Atributos de calidad e inocuidad. Es necesario reiterar que el requisito fundamental de cualquier alimento es su inocuidad o sanidad; en su sentido más amplio significa que en el momento de su consumo esté libre de cualquier contaminante químico o microbiano. Los principales atributos de los alimentos son textura, sabor, color y valor nutritivo.

B. Reacciones químicas y bioquímicas. Muchas reacciones determinan el deterioro de la calidad o disminuyen su inocuidad. En cada reacción pueden estar implicados distintos sustratos, dependiendo del alimento específico y de las condiciones particulares del procesado y almacenamiento. Un ejemplo de estas reacciones es la oxidación lipídica que consiste en la oxidación de los ácidos grasos con dobles ligaduras y que involucra a los fosfolípidos y triacilglicéridos, entre otros.

C. Efectos de las reacciones en la calidad e inocuidad del alimento. Las reacciones llevan al deterioro de los atributos y en ocasiones disminuyen la inocuidad del alimento. El deterioro de un alimento consiste generalmente en una serie de fenómenos fundamentales, cada uno con una serie de consecuencias que, a su vez, se manifiestan como cambios macroscópicos en el alimento. Ejemplos de las reacciones que provocan deterioro y disminuyen la inocuidad son la desnaturalización protéica y la hidrólisis lipídica, que producen cambios en la textura y generación de olores extraños, además de disminuir el valor nutritivo.

D. Análisis de las condiciones encontradas durante el almacenamiento y procesado de los alimentos. Conocidos los atributos de los alimentos inocuos y de gran calidad, las reacciones químicas más significativas implicadas en el deterioro de los alimentos, y las relaciones entre unos y otras, se puede comenzar a pensar en cómo aplicar tales conocimientos a las situaciones que se encuentran durante el almacenamiento y procesado de alimentos. Algunas de las variables más importantes que es necesario controlar para reducir las alteraciones en los alimentos son la temperatura, el tiempo, pH y actividad de agua. (Fennema, 1985).

En términos generales, la tecnología alimentaria mejora las propiedades sensoriales, prolonga la conservación, modifica la composición y la apariencia, y elimina algunas características indeseables de los alimentos; también incrementa el inventario alimentario descubriendo nuevos alimentos o rescatándolos del olvido y satisface demandas -reales o creadas artificialmente- de productos especiales como son los de imitación, los formulados, los que se comercializan “listos para servirse”, etc. De manera indirecta, la tecnología tiene una gran influencia en el transporte y comercio de alimentos, en su disponibilidad y precio, y en la educación del consumidor.

Históricamente, los avances de la tecnología alimentaria han seguido la siguiente secuencia:

A. Mejorar las propiedades sensoriales de los alimentos. La aceptación de un alimento por el consumidor depende en gran parte de las propiedades sensoriales y cada componente del producto influye en estas propiedades. La tecnología alimentaria ha logrado incrementar la aceptación de los alimentos desarrollando los aditivos alimentarios, definidos como sustancias o mezcla de sustancias ajenas al alimento que se adicionan intencionalmente para mejorar no sólo las propiedades sensoriales sino

también para evitar el deterioro, aumentar el valor nutritivo, facilitar el proceso de producción entre otros. Las propiedades sensoriales de los alimentos y algunos aditivos relacionados se describen a continuación.

- **Apariencia:** color, tamaño, forma, conformación, uniformidad. El uso de aditivos como clarificantes, blanqueadores, colorantes, emulsificantes, antiaglomerantes, antiespumantes, mejoran esta propiedad al impartir o acentuar color, evitar cambios fisicoquímicos, mantener en suspensión los componentes del alimento, proteger las emulsiones, evitar la cohesión de alimentos, disminuir la formación de espumas, etc.
- **Olor:** miles de compuestos volátiles que constituyen el aroma. Los saborizantes y aromatizantes proporcionan o intensifican esta propiedad.
- **Gusto:** dulce, amargo, salado y ácido. Los saborizantes, acidulantes, edulcorantes y potenciadores se utilizan para impartir sabor, exaltarlo y eliminar algún sabor indeseado, con el fin de aumentar considerablemente la aceptación del consumidor.
- **Textura:** propiedades físicas como dureza, viscosidad, granulosidad. Emulsificantes, agentes antihumectantes, espesantes, entre otros, logran modificar la viscosidad, proteger la emulsión, disminuir las propiedades higroscópicas, etc.
- **Sonido:** se relaciona con textura, crujido, efervescencia.

B. Conservar los alimentos. El ser humano posee la capacidad distintiva de producir más de lo que consume; los excedentes alimentarios, en especial de los productos estacionales y los perecederos, serían inútiles si no se pudieran conservar durante cierto tiempo. Conservar alimentos es tarea difícil ya que la mayor parte son inestables por naturaleza. En la búsqueda de respuestas a estos problemas se han desarrollado técnicas que con éxito logran

la conservación de un alimento, lo que constituye un estímulo para la producción de excedentes.

Los principios básicos para la conservación de alimentos son pocos, pero muy eficaces: rodear a los alimentos de barreras contra el paso de otros organismos y eliminar en forma completa o parcial, selectiva o indiscriminada, temporal o definitiva, a los microorganismos y otros factores de deterioro, mediante alguna de las siguientes técnicas o combinación de ellas:

- almacenamiento a bajas temperaturas
- desecación
- altas temperaturas
- fermentación y curación
- concentración en presencia de alta acidez
- uso de conservadores químicos
- radiación
- empacado
- enlatado
- congelación (mejores resultados si se empaca al vacío)
- conservas azucaradas y encurtidos (combinan el uso de conservadores, temperatura y envasado)

Como consecuencia de su capacidad para conservar alimentos, la tecnología alimentaria influye en el transporte y comercio de éstos y en varios aspectos de la cultura del consumidor, cumpliendo así varias funciones derivadas (que dependen de la función

básica de conservación). Estas funciones se refieren sólo a la tecnología industrial; cabe destacar las siguientes:

1. Facilitar el transporte y distribución de los alimentos y reducir así su costo. Muchos de los procedimientos utilizados para prolongar la conservación de los alimentos dan lugar a productos que pueden manipularse con más facilidad, eliminándose también la inversión en instalaciones especiales, con un menor espacio y con la mínima pérdida.
2. Estabilizar la disponibilidad y el precio de venta de alimentos de producción estacional. Los alimentos que se producen sólo en cierta época del año tienen un precio que oscila en función de la oferta. La conservación de esta clase de alimentos mediante las técnicas apropiadas permite absorber la oferta excesiva de la estación, reducir en gran medida las pérdidas y mantener una disponibilidad estable durante el resto del año.
3. Contribuir al intercambio de productos entre regiones. Conservar mejor los alimentos y distribuirlos más ampliamente permite disfrutar de alimentos propios de otras regiones y países, lo que favorece entre otras cosas una diversificación de la dieta y un benéfico intercambio entre culturas diferentes.
4. Educar a la población orientando su consumo. Se puede lograr que el consumidor se vuelva consciente de ciertos principios alimentarios y de las diferencias en aporte nutritivo entre los productos.

C. Modificar la composición química de los alimentos. La ciencia de los alimentos ha logrado reunir conocimientos que permiten modificar tecnológicamente la composición de los alimentos en favor de la nutrición y de las preferencias del consumidor. Destacaremos dos funciones derivadas:

1. Ampliar el aporte nutritivo de los alimentos. La composición de un alimento puede modificarse de tal forma que su valor nutritivo aumente; esto se puede lograr

agregándole uno o más nutrimentos aislados, eliminando algunos componentes para mejorar el balance nutricional o bien combinándolo con otros alimentos que tengan características complementarias.

2. Disminuir el contenido de algunos nutrimentos en los alimentos. Esta función es común en países industrializados, como por ejemplo la reducción del aporte energético de los alimentos y las restricciones de sodio.

D. Eliminar o reducir algunas propiedades indeseables de los alimentos. Esta función obedece básicamente a motivos de mejoramiento sensorial, como en el caso de leguminosas que por su extrema dureza o mal sabor no pueden consumirse sin transformar. También se presenta el caso de alimentos que deben ser transformados para evitar posibles riesgos a la salud del consumidor, como la leche que requiere de pasteurización para destruir microorganismos patógenos como *Mycobacterium tuberculosis* y *Coxiella burnetti*; la carne, que requiere también de un tratamiento térmico para eliminar microorganismos como *Salmonella* sp., *Clostridium perfringens*, *Staphylococcus aureus*; o algunos vegetales que contienen factores tóxicos como polifenoles y oxalatos, entre otros.

E. Explorar el posible uso de alimentos nuevos y retomar algunos. Un ejemplo de los posibles alimentos “nuevos” lo constituyen la proteína unicelular y las proteínas de origen vegetal. Para retomar algunos alimentos como los insectos y las algas es también necesario utilizar los conocimientos tecnológicos.

F. Facilitar la preparación de alimentos en el hogar. Por su propia naturaleza, la tecnología alimentaria supone la preparación de alimentos en forma conveniente y uno de los componentes de la conveniencia es la facilidad, como es el caso de los productos “listo para servirse” que se ofrecen cada día en mayor número.

G. Satisfacer demandas superfluas o caprichosas. La tecnología alimentaria tiene la capacidad de responder a este tipo de demandas, que son frecuentes entre un sector de la población que tiene aseguradas sus necesidades básicas; tal es el caso de los productos dietéticos que tienen gran demanda y de productos que comúnmente son causa de consecuencias indeseables como la obesidad.

H. Disfrazar alimentos. La tecnología alimentaria, capaz de logros más complejos, no tiene dificultad para disfrazar un alimento; tal es el caso de la proteína de soya que se presenta al consumidor como "carne" y que aumenta su aceptación. Sin embargo, disfrazar alimentos puede prestarse a manipulaciones ilícitas o perjudiciales, que son consideradas como una mala práctica por parte de los productores de alimentos.

I. Imitar alimentos. Se piensa en esta operación cuando ya no se dispone de un alimento, su costo es demasiado alto, o su ingestión no es aconsejable debido a algún padecimiento, lo cual es excepcional. Lo anterior puede observarse claramente en algunas personas para las que es muy difícil evitar el consumo de determinado alimento y son compradores potenciales de un producto que lo imite.

Partiendo de lo expuesto anteriormente, es evidente la enorme trascendencia que la tecnología alimentaria tiene en la vida diaria. Es claro también que hay un amplio horizonte que debe explorarse y que en el futuro habrá nuevas técnicas y caminos para mejorar la calidad de vida.

Es posible observar que existe un paralelismo entre la calidad de la alimentación y la tecnología alimentaria disponible en un hogar o comunidad. Donde sólo se dominan una o dos técnicas, es difícil que se pueda acceder a una alimentación diversificada y atractiva, especialmente en aquellas comunidades donde la carencia de recursos limita no sólo el acceso a la tecnología sino a una variedad amplia de alimentos.

2. PROBLEMAS DE LA CULTURA ALIMENTARIA

2.1 La malnutrición, un fenómeno común

La nutrición es al mismo tiempo resultado y factor del desarrollo nacional. En un país como México, la malnutrición, carencia de la cantidad mínima necesaria de cualquier nutriente (Cameron y Fox, 1992), se debe principalmente a la pobreza. El estado nutricional depende del acceso a los alimentos, la ingestión alimentaria, la salud y la atención al individuo; el estado nutricional de una población es reflejo del desarrollo nacional y de la manera en que se asignan los recursos.

La mejora de la nutrición ha pasado a ser uno de los grandes temas de importancia en todos los países, tanto de bajos como de altos ingresos. En muchos países en desarrollo, a los problemas de malnutrición, existentes sobre todo entre niños de poca edad, se suman los problemas nutricionales y sanitarios provocados por dietas excesivas y desequilibradas y por estilos de vida inadecuados, problemas de salud pública que son también significativos en países desarrollados. Además, existe una considerable superposición de los problemas: la malnutrición y las enfermedades carenciales siguen siendo una realidad entre los sectores más pobres de la población de los países desarrollados, mientras que las enfermedades crónicas relacionadas con la dieta, hasta hace poco características de las sociedades opulentas, se están difundiendo rápidamente en los estratos de ingresos medios y bajos de muchos países tanto desarrollados como en desarrollo. La urbanización, en cuanto fenómeno mundial, está también creando nuevos problemas de nutrición y ejerciendo presión sobre las políticas alimentarias y los servicios públicos, lo mismo que la persistencia del crecimiento demográfico representa una nueva carga sobre el medio ambiente, los servicios sociales y los suministros locales de alimentos. Aunque los problemas nutricionales sus causas y remedios son diversos, se está difundiendo una

determinada concepción de los problemas de la nutrición y de las maneras de actuar ante ellos. En todos los países se presta atención creciente a la nutrición como clave para una planificación más eficaz del desarrollo, sobre todo en lo que respecta a la generación de ingresos en favor de los más pobres, a los programas sanitarios preventivos y a la producción, elaboración y comercialización de los alimentos.

2.1.1 Tipos de problemas nutricionales

Los problemas nutricionales se pueden clasificar en tres grandes grupos.

El primero de ellos está directamente relacionado con la malnutrición protéico-calórica, indicada por el crecimiento, peso y altura de los niños, y el peso y altura de los adultos en relación con criterios establecidos.

El segundo grupo se refiere a las deficiencias de vitaminas y minerales, denominadas carencias de micronutrientes, y diagnosticables por varios síntomas clínicos específicos.

La carencia tanto de energía como de nutrientes puede tener también relación con el trastorno de algunas funciones, incluyendo la disminución de la resistencia a las infecciones, la menor productividad en los adultos y el bajo rendimiento escolar en los niños. La ingesta de energía y nutrientes en relación con los criterios establecidos es también otro importante indicador de la nutrición, tanto a escala individual como de la población en general.

En tercer lugar, la prevalencia de varias enfermedades crónicas está estrechamente asociada con dietas desequilibradas, caracterizadas muchas veces por el excesivo ingreso de energía, grasas (en especial saturadas) y azúcar, y el bajo consumo de fibra.

2.1.2 Enfermedades crónicas relacionadas con la dieta

Como en otras regiones, en América Latina hay países prósperos y con dietas comparables a las de los países industrializados, y países donde la insuficiencia alimentaria y la desnutrición constituyen un importante problema. Prácticamente en todos los países hay grupos que consumen dietas semejantes a las de los países industrializados y, por lo tanto, hay cierta forma de transición, en la que se pueden observar ambos tipos de problemas. Entre la población pobre de las grandes ciudades de América Latina, el consumo excesivo de energía barata (carbohidratos y grasas) lleva a la obesidad. Las enfermedades crónicas relacionadas con la dieta, que son importantes causas de mortalidad en los países desarrollados, son cada vez más frecuentes en los países en desarrollo. Entre ellas figuran las enfermedades cardiovasculares, la *diabetes mellitus*, la obesidad y algunas formas de cáncer.

La información sobre la incidencia de otras enfermedades crónicas en América Latina no es completa y se basa generalmente en encuestas sobre un pequeño grupo de individuos. El cáncer es una de las tres principales causas de muerte en el grupo de personas en edad productiva (11-55 años) tanto en los países en desarrollo como en los desarrollados. Tres de las formas comunes de esta patología –de estómago, colon y mama– tienen relación con la dieta, aunque hay muchos otros factores distintos que parecen influir en estas formas de cáncer (FAO 1992). El descenso de la mortalidad por cáncer de estómago en los últimos 30 años parece deberse a los cambios en los hábitos alimentarios y a las mejoras en las técnicas de preparación y conservación de los alimentos.

2.1.3 Consecuencias de una mala nutrición

Hay amplia evidencia de que la mala nutrición tiene importantes consecuencias sobre actividad, crecimiento, reproducción, estado de salud, capacidad de aprendizaje, rendimiento laboral, calidad general de vida y bienestar. Además, la malnutrición disminuye la capacidad individual para combatir las enfermedades infecciosas, por lo que las personas mal alimentadas están más expuestas a las enfermedades.

Varias discapacidades temporales y permanentes son causadas por el hambre, la malnutrición, las carencias nutricionales y otras enfermedades relacionadas con la alimentación. La malnutrición grave de lactantes y niños está directamente asociada a altos niveles de mortalidad infantil. La anemia debida a la carencia de hierro provoca un descenso de la actividad física y reduce la resistencia a la enfermedad, y cuando se da en los lactantes y niños suele estar asociada con una pérdida significativa de capacidades cognitivas.

La carencia de yodo durante el embarazo es causa de abortos espontáneos, mortalidad infantil y cretinismo, y limita el desarrollo cerebral del feto. La carencia de vitamina A es la causa más frecuente de ceguera infantil evitable; aparece también asociada al retraso en el crecimiento, a un mayor número de infecciones y a unos niveles más altos de mortalidad infantil.

Entre las enfermedades degenerativas crónicas asociadas a una alimentación escasa o inadecuada figuran las enfermedades cardiovasculares, ciertas formas de cáncer, la diabetes, la obesidad y la hipertensión arterial.

Los costos y las consecuencias de la malnutrición, en lo que respecta a los sufrimientos humanos y al desarrollo socioeconómico, son altos y se traducen en enormes pérdidas de potencial humano. Además, la malnutrición y la pobreza favorecen con

frecuencia prácticas agrícolas insostenibles debido a los desesperados esfuerzos de la población pobre por obtener alimentación suficiente. La malnutrición puede ser fruto de la ineficacia de las iniciativas de desarrollo económico y social, pero paradójicamente, la malnutrición generalizada representa también un obstáculo para el futuro desarrollo humano, social y económico.

2.1.4 Factores que influyen en la situación nutricional

La FAO (Food and Agriculture Organization, Organización para la Agricultura y Alimentación) ofrece un planteamiento basado en tres niveles de causas de malnutrición: inmediatas, subyacentes y básicas, que deben considerarse en la planificación de iniciativas para mejorar el bienestar nutricional.

Los determinantes inmediatos son los factores que afectan al individuo y están relacionados con la suficiencia de la ingestión alimentaria en relación con las necesidades y el estado de salud. El ingreso insuficiente de energía y de nutrientes figura entre los factores más importantes que repercuten en el estado nutricional.

Los determinantes subyacentes influyen en la capacidad de los individuos y sus hogares de adquirir y utilizar eficazmente suficientes alimentos sanos y de buena calidad y otros artículos y servicios necesarios para el bienestar nutricional. Estos determinantes se refieren a la seguridad alimentaria, las prácticas alimentarias y los servicios sanitarios y sociales.

El tercer grupo de factores son los determinantes básicos, relacionados con el entorno histórico y sociocultural de la sociedad, la estructura y el funcionamiento del sistema político, sus recursos (tierra, agua y población) y factores externos (clima). Los factores básicos se consideran fijos en lo que respecta a su impacto real o potencial sobre la

nutrición, especialmente a corto plazo. Se pueden agrupar en tres categorías: condiciones macroeconómicas; situación sociocultural, política y administrativa; clima y recursos naturales.

2.2 La situación alimentaria en México

México es un mosaico cultural y geográfico en el que, de una región a otra, pueden encontrarse grandes diferencias de clima, origen étnico, creencias, idioma, recursos y costumbres. La dieta suele, por tanto, variar mucho de una población a otra. No obstante, de acuerdo con el doctor Héctor Bourges (1980), puede clasificarse a las dietas en tres grandes tipos:

- a) las marginales
- b) las intermedias
- c) las opulentas

Las dietas marginales son aquéllas basadas en el maíz -habitualmente en forma de tortilla- casi siempre acompañado de frijol en cantidades insuficientes, de chile y algunas verduras. Sólo esporádicamente aparecen alimentos de origen animal. Este tipo de dieta es pobre en proteínas de alta calidad, en hierro, en retinol, en riboflavina, en ácido ascórbico y en cobalamina, aunque es rica en energía.

Las dietas intermedias son aquéllas que, basadas en los mismos alimentos de la dieta marginal, cuentan con otros cereales —productos de trigo como pastas y galletas, arroz—, con otras leguminosas, una mayor variedad de frutas y verduras y productos de origen animal con mayor frecuencia. Este tipo de dietas son biológica y psicológicamente mejores que las marginales y aunque son también pobres en proteínas, hierro, retinol, riboflavina, ácido ascórbico y cobalamina, no lo son en el mismo grado.

Las dietas opulentas son aquéllas, aún basadas en los dos tipos anteriores, a las que se agrega una gran variedad de productos de todos los grupos de alimentos, preparados en forma más o menos compleja, siguiendo técnicas culinarias de origen nacional o extranjero. Este tipo de dietas no son pobres en ningún nutrimento; por el contrario, son a veces demasiado ricas en grasas saturadas y colesterol.

Las dietas marginales son de autoconsumo, es decir, basadas en la producción familiar o cuando mucho en la producción comunal, y predominan en la mayor parte de la población rural de México. Las dietas intermedias son propias de poblaciones con mayores recursos económicos y mejor disponibilidad de alimentos, y predominan en la población urbana, salvo los sectores más ricos. Las dietas opulentas predominan en las capas socioeconómicamente más altas de la población urbana. En consecuencia, es evidente que la población rural tiene un mayor riesgo de padecer deficiencias nutricionales en comparación con la población urbana.

Del 10 al 15% de los mexicanos que ingieren dietas opulentas tienen el peligro de incurrir en riesgos nutricios (Bourges, 1980).

2.2.1 Causas de los excesos y deficiencias en la alimentación

La causa inmediata de cualquier exceso es el establecimiento de un balance positivo patológico (anormal). El balance positivo de nutrimentos es normal durante el crecimiento, el embarazo y la convalecencia, pero es anormal en el adulto sano. El balance positivo anormal ocurre con relativa facilidad en el caso de nutrimentos “acumulables” (energía, retinol, calciferol y nutrimentos inorgánicos: calcio, hierro, fósforo), pero ocurre más difícilmente en el caso de los nutrimentos “no acumulables” (proteínas, vitaminas

hidrosolubles, agua y algunos nutrimentos inorgánicos: 22 elementos restantes de la tabla 1.3).

El balance positivo de energía se debe a una ingestión exagerada, a un gasto reducido o, desde luego, a una combinación de ambos factores. En general el obeso es sedentario e ingiere más de lo que precisa. El exceso de ingestión suele deberse a varios factores simultáneos, entre los que se mencionan:

- la confusión de una serie de señales (la hora, la angustia) con la sensación de hambre.
- la presencia de trastornos metabólicos como *diabetes mellitus*, hipotiroidismo, etc.
- el funcionamiento incorrecto de los sistemas fisiológicos que regulan el peso y la ingestión.
- la creencia errónea de que ser obeso es ser sano y de que no serlo es estar “desmejorado”.

La desnutrición o balance negativo puede ser leve o muy intensa, pasando por toda una gama intermedia. La desnutrición secundaria se debe a enfermedades previas; la desnutrición primaria tiene causas socioeconómicas; ambas ocurren mediante el establecimiento de balance negativo o insuficientemente positivo si se trata de niños y mujeres embarazadas.

En la desnutrición secundaria es fácil entender que toda enfermedad que ocasione pérdidas exageradas de nutrimentos, que reduzca el apetito o que interfiera con la digestión, absorción y utilización celular de nutrimento, producirá un balance negativo.

La situación es mucho más compleja en la desnutrición primaria, ya que suelen coincidir numerosos factores.

Las zonas rurales donde prevalece la desnutrición se caracterizan porque la disponibilidad comunal de alimentos es reducida en virtud de una producción escasa, de un intercambio mínimo y de inadecuados medios de conservación. La producción es escasa por la pobreza de recursos y de demanda. Grandes porciones de la producción se pierden por falta adecuada de conservación. El intercambio con otras regiones, aun con las cercanas, se dificulta por obstáculos geográficos.

Además de la pobre disponibilidad comunal de alimentos, en las áreas donde abunda la desnutrición se agregan el limitado poder de compra de la población, la motivación mínima para comprar productos no habituales, una técnica culinaria muy primitiva, grandes desperdicios domésticos y los tabúes.

Para ilustrar los problemas mencionados basta recordar (Bourges, 1980):

- Que hay en México casi cien mil comunidades de menos de 500 habitantes que están muy dispersas e incomunicadas y que no son atractivas para el complejo sistema de distribución de alimentos.
- Que de los 30 millones de hectáreas cultivables no todas se cultivan.
- Que la agricultura eficiente se está dedicando cada vez más a la producción de cultivos no alimentarios o de escaso valor nutritivo pero de alto rendimiento económico (azúcar, tabaco) y con destino a la exportación.
- Que gran parte de la producción se pierde por ataques de hongos, insectos, aves y roedores. Las instalaciones disponibles para almacenamiento son escasas y las más de las veces inadecuadas.
- Que la industrialización de alimentos, que podría conservarlos, mejorarlos y abaratarlos, es incipiente en el país y, cuando opera, lo hace para el mercado urbano.

- Que la estructura del mercado de alimentos no es eficiente, ocasionado que muchos productos tengan precios prohibitivos.
- Que el poder adquisitivo de la mitad de la población es mínimo y la de otro 25% es bajo, lo cual limita el consumo y contrae la demanda.
- Que en el medio rural la mayoría de los hogares carecen de medios de conservación de alimentos.
- Que gran parte de la población ignora las características de una buena dieta, tiene creencias incorrectas respecto a la alimentación, domina sólo técnicas culinarias primitivas y limita la nutrición de los niños.

Todos estos datos explican ampliamente la desnutrición del sector rural y en buen grado la del sector urbano.

2.2.2 Producción de alimentos

Aunque México es un país productor potencialmente autosuficiente, la escasa capacidad de compra y las dificultades para convertir la disponibilidad nacional de alimentos en disponibilidad regional y comunal dan lugar a que la producción no se aproveche, sino que se exporte o desperdicie. El problema es pues de consumo más que de producción.

La producción tiene gran potencial de crecimiento porque:

- El área cultivable no se aprovecha completamente.
- No toda el área cultivada se dedica a producir alimentos.
- La captura pesquera anual es muy inferior a la captura posible y la acuicultura no se ha explotado.

- El desarrollo de nuevas y mejores variedades puede aun elevar los rendimientos.

La disponibilidad de alimentos puede también elevarse aun sin un aumento de la producción ya que:

- Se pierden grandes cantidades de alimentos ya producidos.
- La distribución es deficiente y debe mejorarse.
- La industrialización de alimentos es deficiente.

Las técnicas desarrolladas que permiten producir alimentos no tradicionales podrían solucionar en gran medida la necesidad de nutrimentos, en especial proteínas; sin embargo, a pesar de que estos alimentos pueden producirse en cantidades superiores, tienen como principal obstáculo su costo relativamente alto, y ya que su uso fundamental es como ingredientes de alimentos industrializados, exigen una industria alimentaria grande, centralizada y cuyos productos tengan amplio consumo.

Por otra parte, se han desarrollado técnicas que hacen más eficiente el uso de muchos alimentos, como la complementación de proteínas de baja calidad, la adición de vitaminas y elementos inorgánicos, el mezclado de proteínas baratas pero pobres en diferentes aminoácidos, y la extensión o ampliación de productos de origen animal, de alto costo, con productos de bajo costo de tal manera que el precio final disminuya.

La tecnología de alimentos, con todo su acervo de conocimientos, debe utilizarse para aportar algo a la mejor conservación y distribución de alimentos, a su mejoramiento nutritivo y a la reducción de sus costos; se debe aprovechar la tecnología alimentaria que aporta ventajas y diferenciarla de aquélla que produce alimentos menos nutritivos y más costosos, que dificulta la conservación y distribución o que genera falsas necesidades, fomentando entre la población conceptos equivocados.

2.3 La persistencia de los mitos

Como se mencionó anteriormente, la selección de alimentos que realiza una determinada sociedad se basa principalmente en razones técnicas y económicas; pero también se consideran cuestiones de gusto o sabor y a menudo se tienen creencias relativas a la bondad o maldad atribuidas al alimento. Ejemplos de lo anterior los encontramos desde siglos atrás, como en Egipto, donde los obreros de la gran pirámide consumían ajos, considerados como fuente de fortaleza (Sebrell, 1972).

Las elecciones alimentarias están condicionadas muy a menudo por todo un conjunto de creencias religiosas, prohibiciones de diverso tipo y alcance y concepciones dietéticas relativas a la salud. Algunas creencias han sobrevivido hasta nuestro días y no pueden considerarse del todo falsas; un ejemplo es la costumbre de tomar aperitivos antes de cada comida con el objeto de aumentar el apetito. Actualmente se sabe que cualquier bebida alcohólica ingerida antes de la comida estimula la secreción de jugos gástricos y también el apetito.

La palabra *natural*, utilizada con múltiples connotaciones tanto en la publicidad de los alimentos tradicionales como de los alimentos dietéticos, parece haber perdido su significado. El término *natural* se utiliza en publicidad de cuatro formas diferentes. La primera, para designar un alimento obtenido directamente de la tierra, del mar o de la granja y que no ha sido procesado. Un segundo uso de la palabra está destinado sencillamente al propósito comercial de pretender que un producto parezca mejor que sus rivales destacando alguna característica del mismo. Un tercer uso de la palabra se refiere al caso en que un alimento ha sido menos procesado que su rival, por ejemplo el azúcar morena y el azúcar refinada. El cuarto uso de la palabra está relacionado con la distinción entre lo natural y lo artificial.

Puesto que la mayor parte de los alimentos están pasteurizados, esterilizados, enlatados, embotellados, homogenizados procesados de formas muy diversas, así como conservados, aromatizados e incluso coloreados químicamente, resulta muy comprensible que la gente se muestre preocupada al respecto y es entonces cuando surge la pregunta de si estos alimentos son seguros para consumir y si los alimentos “naturales” no procesados son mejores.

Durante el procesado de los alimentos se añaden productos químicos por varias razones. Existen miles de aditivos químicos que se añaden a los alimentos, y es necesario crear conciencia en la población de que los organismos de salud ejercen control sobre los alimentos procesados y no permiten el uso de aditivos químicos a menos que sean considerados inocuos. El número de personas alrededor del mundo que pudiera sufrir daño alguno como consecuencia de los aditivos es prácticamente cero, siempre y cuando los productores acaten la legislación alimentaria vigente en cada país.

El hecho de que muchos aditivos hayan sido prohibidos pone de manifiesto el cuidado de expertos en toxicología en este tema. La población debe tener conocimiento de que las prohibiciones son resultado de estudios realizados con animales, en los que las dosis utilizadas del aditivo son elevadas y como consecuencia de esto pueden provocar alteraciones en el animal, y por supuesto antes que se presente un efecto adverso en la población se prohíbe su uso.

Las palabras *producto químico* tienen connotaciones negativas para los consumidores, a pesar de que todos los alimentos son productos químicos. Los alimentos naturales no procesados contienen gran cantidad de productos químicos que proporcionan sus características, sabor, color, textura.

Las tiendas de alimentos “naturales” (también conocidos como “naturistas”) fomentan la creencia de que cualquier alimento o proceso tradicional es preferible a los alimentos o métodos modernos. Descalifican los productos procesados con el argumento de que contienen una elevada cantidad de compuestos tóxicos, sin considerar que casi todos los alimentos naturales, principalmente los de origen vegetal, contienen sustancias perjudiciales aunque en pequeñas cantidades. Por ejemplo hay ácido oxálico (que interfiere con la absorción de hierro en el organismo) en las espinacas; avidina (que reduce la biodisponibilidad de la biotina provocando su carencia) en la clara de huevo; inhibidores de tripsina y quimotripsina (que al formar un complejo sin actividad catalítica con las enzimas tripsina y quimotripsina reduce la digestibilidad de la proteína) en la soya; glucósidos cianogénicos a partir de los cuales se produce ácido cianhídrico se encuentran presentes en frijol, chícharo y tapioca; miristina en la nuez moscada y la pimienta negra. Se genera temor en la población al referirse a las hormonas administradas al ganado con el fin de aumentar la producción de carne, desconociendo que los estrógenos se encuentran de forma natural en la semilla de soya, las papas y las cerezas, entre otros, y que si los productores respetan las dosis e indicaciones establecidas en la legislación alimentaria, no existe tal riesgo.

2.4 Modas y consumismo

En las modernas sociedades industriales, llamadas también de consumo, la preocupación por la dieta y la salud ha adquirido formas muy particulares y, en cierta medida, opuestas a las concepciones de épocas anteriores.

En las sociedades de consumo se padece una serie de problemas debidos a la sobrealimentación y como consecuencia de ello, las enfermedades o trastornos peligrosos

han aparecido directa o indirectamente ligados a un excedente en el balance energético (se absorben más calorías de las que se queman) o a un desequilibrio cualitativo del régimen (exceso de grasas saturadas y de azúcares de absorción rápida). Debido a los malos hábitos alimenticios, más del 70% de las defunciones anuales en los Estados Unidos se deben a enfermedades como hipertensión, ataques cardíacos, diabetes, afecciones coronarias y enfermedades cardiovasculares. Todo esto ha provocado una preocupación por la salud y la condición física que se proyecta en dos manifestaciones diferentes pero complementarias: el régimen alimentario para cuidar la línea y el ejercicio para mantener la forma. Así han ido proliferando centros de dietética especializados en aplicar, “bajo vigilancia médica”, dietas para perder peso; gimnasios y comercios que ofrecen productos dietéticos, (como “healthy food”).

El público encuentra muchas razones para comprar alimentos dietéticos: el interés por la salud, el miedo a los productos químicos desconocidos en la alimentación, las recomendaciones de ciertos movimientos ideológicos, la esperanza de una vida larga, y los anhelos de conseguir una salud óptima y curar enfermedades.

En la tabla 2 se presentan algunos productos cuyas características reales difieren de las utilizadas para su promoción. Muy pocos fabricantes de productos dietéticos, de alimentos cultivados orgánicamente y de diversos remedios, aportan pruebas de la utilidad de tales productos. Las afirmaciones acerca de su valor no constituyen evidencias.

Aun en contra de la lógica, la mayoría de las personas creen lo que quieren creer y llega a aceptar anuncios inverosímiles, como es el caso de la mágica crema que al quemar la grasa reducirá centímetros, o el suplemento que permite eliminar por completo las grasas de los alimentos si se consume antes de cada comida.

Tal parece que se debiera aprender a vivir con el hambre, razón por la cual se consumen masivamente fármacos para disminuir el apetito y sustitutos alimentarios sin calorías, destinados a eliminar el hambre sin alimentar.

Se sugiere que la estética de la línea delgada y la dietética pueden constituir una respuesta a la crisis del régimen alimentario provocada por la sobrealimentación y por los desequilibrios alimentarios. Fischler sostiene que “la preocupación por la línea y por la forma podría responder a un proceso de ajuste adaptativo, en respuesta a los trastornos provocados por la abundancia” (Fischler, 1986).

La difusión de la dietética entre la mayoría de las personas ha logrado alcanzar la conciencia alimentaria. La dietética moderna no está ligada como anteriormente a valores como sabiduría o pureza; hoy parece constituir una inversión. Actualmente la belleza y la búsqueda de la salud son dos de los principios fundamentales y recurrentes al servicio de los cuales queda subordinada la alimentación en ciertos sectores de la sociedad.

TABLA 2

Producto	Cualidades que se le atribuyen sin comprobación científica
Aloe vera	Disminuye la artritis, se recomienda como suplemento alimenticio.
Vinagre de sidra	Elimina toxinas, acelera el metabolismo, elimina la grasa del cuerpo.
Enzimas	Restituyen las enzimas perdidas durante el procesado de los alimentos.
Ajo	Antibiótico natural, mejora la digestión y asimilación de los alimentos.
Ginseng	Reconstituye y estimula el organismo.
Miel	Elimina el consumo de grasa y mantiene el peso correcto.
Inositol	Evita la calvicie y elimina el exceso de grasa.
Vitamina B17	Combate el cáncer.
Lecitina	Acelera la pérdida de peso, proporciona energía, ayuda a mejorar la memoria.
Polen	Tiene propiedades revitalizantes.
Sal de mar	Se digiere más fácilmente que la sal refinada.
Espirulina	Disminuye el apetito.
Vitamina B15	Evita la fatiga y enfermedades cardiacas.

3. LA EDUCACION ALIMENTARIA

3.1 Lo que se enseña en la escuela

Para alcanzar el principal objetivo de la educación científica, la adquisición de una actitud científica, es necesario que los estudiantes sean expuestos a diversos problemas que requieran solución. Durante la resolución del problema, los estudiantes deben aprender a buscar información y verificar su confiabilidad. Lo anterior puede lograrse si los estudiantes pueden realizar experimentos que les permitan hacer observaciones, registrar datos e interpretarlos, y esto debe llevar a una conclusión que pueda validarse por experimentos posteriores. En este proceso los problemas seleccionados son más un medio que una meta.

Diversos estudios han comprobado que los cursos centrados en los alumnos son los más motivantes. La nutrición y la ciencia de los alimentos son temas ideales alrededor de los que puede desarrollarse un curso de ciencia.

Enseñar sobre nutrición y ciencia de los alimentos puede presentar problemas. El primer problema es que la comida es un tema frecuentemente emotivo. Esto puede entenderse dado que la importancia de los alimentos se extiende más allá de las funciones biológicas, tales como el crecimiento, la reparación celular y las necesidades metabólicas; se extiende a las estructuras sociales de cada comunidad y es parte de las tradiciones religiosas y folclóricas en todo el mundo. Si la educación nutricional va a ser exitosa, debe tomar en cuenta las complejas interacciones que gobiernan los hábitos alimentarios incluyendo factores económicos; esto desde luego no es fácil. Las limitantes bajo las que trabajan los maestros incluyen falta de tiempo para cubrir los programas, debido a actividades de tipo administrativo que no se consideran dentro del calendario, falta de información actualizada y de materiales apropiados y en ocasiones carencia de apoyo por

parte de las autoridades escolares. Dichas limitaciones frecuentemente inhiben el desarrollo de enfoques innovadores que son necesarios para que materias como nutrición y ciencias de los alimentos se enseñen de una forma eficiente. En muchos casos el éxito en la educación depende de las iniciativas locales que van más allá de la adquisición de información, por lo que debe estimularse el desarrollo de habilidades como la formulación de preguntas, la interpretación de resultados y la aplicación a la vida diaria de lo aprendido en el salón. También debe permitir un mayor conocimiento de las razones por las que se adoptan ciertos hábitos alimentarios y los factores socioeconómicos detrás de la distribución y disponibilidad de los alimentos.

Es imposible aislar lo que tiene lugar en el salón de clases del resto de la comunidad, por lo que las escuelas son parte de las comunidades y los eventos comunitarios pueden influir en el sistema educativo. Una posible explicación para el fracaso de los programas educativos de nutrición y alimentos podría ser el insuficiente reconocimiento a la importancia de las relaciones entre los diferentes sectores de la educación así como entre los especialistas en nutrición y los maestros. Por lo anterior es necesario considerar proyectos que involucren actividades comunitarias y extracurriculares, tales como visitas a fábricas y centros de investigación.

Para determinar el lugar donde será colocada la educación sobre nutrición y alimentos en el curriculum escolar es importante definir las razones para enseñar acerca de nutrición y alimentos. Cuando fracasan los proyectos educativos pueden presentarse varias explicaciones que incluyen objetivos alejados de la realidad o materiales escolares inadecuados. Los objetivos que incluyen cambios en actitudes y comportamiento son más difíciles de alcanzar que aquéllos sólo concernientes a la simple adquisición de información o de habilidades básicas. El logro de un objetivo que ayude a los alumnos a tomar

decisiones relacionadas con su salud mediante un incremento del conocimiento y el esclarecimiento de sus creencias y valores, requiere maestros preparados en diversas áreas.

Al planear programas educativos es necesario estar constantemente consciente de los conocimientos que los alumnos han adquirido antes de llegar al salón de clases. El efecto de la educación en el interior de las escuelas debe ser visto en relación con la experiencia total del alumno, ya que el tiempo en el salón de clases es una fracción pequeña de esta experiencia total. El conocimiento sobre la forma en que los alumnos aprenden y en particular entienden ideas sobre alimentos y nutrición es un área donde tenemos información limitada.

Es muy raro encontrar a la nutrición y a la ciencia de alimentos como una materia separada del resto en la mayoría de los países en cualquier parte del mundo; es ampliamente aceptado que los alimentos y la nutrición deben incorporarse a otras áreas de estudio. La educación sobre nutrición y alimentos en México se encuentra inmersa en los programas de Ciencias Naturales de la educación básica y media básica.

En los programas de Ciencias Naturales de la enseñanza primaria se establece que “el estudio de las Ciencias Naturales en este nivel no tiene la pretensión de educar al niño en el terreno científico de manera formal y disciplinaria, sino la de estimular su capacidad de observar y preguntar, así como de plantear explicaciones sencillas de lo que ocurre en su entorno” (SEP 1993).

La organización de los programas responde a los siguientes objetivos:

1. Vincular la adquisición de conocimientos sobre el mundo natural con la formación y la práctica de actitudes y habilidades científicas.
2. Relacionar el conocimiento científico con sus aplicaciones técnicas.

3. Otorgar atención especial a los temas relacionados con la preservación del medio ambiente y la salud.
4. Propiciar la relación del aprendizaje de las ciencias naturales con los contenidos de otras asignaturas.

Los contenidos de Ciencias Naturales se han organizado en cinco ejes temáticos que se desarrollan simultáneamente a lo largo de los seis grados de la educación primaria. Estos ejes son:

- Los seres vivos
- El cuerpo humano y la salud
- El ambiente y su protección
- Materia, energía y cambio
- Ciencia, tecnología y sociedad

En el programa de primer grado de la educación primaria, dentro de la sección *ciencia, tecnología y sociedad*, se aborda la alimentación como una de las necesidades básicas para el hombre y se propone seguir una secuencia de la elaboración de algunos productos familiares al niño como podría ser el caso de una conserva casera.

Para el segundo grado, en el programa dentro de la sección *el cuerpo humano y la salud* se estudia la importancia de la alimentación y se les presentan a los alumnos los alimentos considerados como básicos: carne, leche, frutas, cereales y verduras, además de la importancia de la higiene de los alimentos. En el mismo programa, pero en la sección de *ciencia, tecnología y sociedad*, se estudian los alimentos de origen agrícola y ganadero para posteriormente clasificar a los alimentos en naturales, procesados, industrializados, e identificar la *ventaja* de los alimentos naturales.

Para los alumnos de tercer grado, dentro de la sección *el cuerpo humano y su salud* se presentan los tres grupos de alimentos de acuerdo con el nutrimento que contienen, clasificándolos en cereales y tubérculos; frutas y verduras; leguminosas y alimentos de origen animal. Se aborda también la importancia de la combinación de alimentos en cada comida, los productos de consumo común que son de escaso valor alimenticio y las manifestaciones de las enfermedades más frecuentes del sistema digestivo. En la sección de *materia, energía y cambio* se estudian los alimentos crudos y su transformación mediante diferentes formas de cocción.

En el programa de cuarto grado el único acercamiento al tema de los alimentos se encuentra dentro de la sección *materia, energía y cambio*, al considerar los alimentos como fuente de energía.

En el programa de quinto grado, en la sección *el cuerpo humano y la salud* se aborda la importancia de la alimentación; primeramente se trata la alimentación equilibrada, en segundo lugar se analiza la repercusión de una dieta inadecuada para el organismo y finalmente la importancia del aprovechamiento de los alimentos propios de la región.

En el programa de sexto grado, en la sección *el cuerpo humano y la salud* se presentan las consecuencias de una alimentación inadecuada, el consumismo y los alimentos de escaso valor nutricional.

Para la enseñanza media básica, los temas relacionados con la química de alimentos se incluyen dentro del programa de biología. Uno de los objetivos del programa es "promover el conocimiento sobre el mundo viviente y estimular el interés por la actividad científica"(SEP 1993).

Para cubrir los dos cursos de biología que se imparten en este nivel se presentan dos grandes temáticas. En el primer curso se estudian básicamente los procesos microbiológicos tales como evolución, ecología y genética. En el segundo grado se estudiarán las particularidades de la organización de los seres vivos y su funcionamiento, analizando su fisiología y anatomía.

En el programa de segundo grado, en el que se incluyen los aspectos relacionados con alimentación, dentro de la sección *niveles de organización de la materia*, se aborda el tema de las biomoléculas y su función dentro de la célula, iniciando con los carbohidratos, lípidos, proteínas incluyendo enzimas y ácidos nucleicos. En la sección *salud* se presenta la alimentación como base de la salud; el tema se divide en cuatro puntos: la importancia de una dieta equilibrada, calorías, los tres grupos de alimentos y por último la alimentación de los mexicanos.

Para tratar aspectos sobre nutrición y alimentos, el acercamiento a estos temas depende del tipo y localización de la escuela. Las necesidades de los alumnos de las escuelas primaria y secundaria son diferentes y es importante desarrollar cursos apropiados para cada nivel. Como se mencionó anteriormente, la mayoría de los maestros se enfrentan a limitantes como la falta de tiempo y materiales apropiados, que sin embargo son superadas con una gran variedad de recursos, incluso representaciones teatrales para los alumnos, trabajos de artes plásticas y canciones sobre nutrición y alimentos, entre muchos otros. El acercamiento práctico a los temas de nutrición y alimentos que involucre una experiencia directa es de gran valor; este acercamiento incluye utilizar el ambiente local como base para actividades que estimulen la curiosidad de los niños sobre sus alrededores, para observar, explicar, experimentar y comunicar sus ideas y descubrimientos.

3.2 Los medios masivos de la comunicación

La radio, la televisión, la prensa y las computadoras inundan los hogares logrando obtener un lugar indiscutible en la vida cotidiana de millones de personas.

Las noticias negativas acerca de la ciencia y la tecnología afectan el comportamiento del consumidor, especialmente si hay productos alternativos disponibles. De este modo, como consecuencia de la polémica sobre diversos aditivos en el caso particular de los edulcorantes, la población norteamericana disminuyó el consumo de alimentos endulzados artificialmente, específicamente de ciclamatos durante 1969 y sacarina en 1977. Asimismo, después de la amplia información que dieron los medios sobre los estudios que relacionaban los alimentos que promueven la síntesis de colesterol con las enfermedades del corazón, declinó el consumo de carnes rojas, huevos y productos a base de leche entera, lo que fue benéfico para la población en riesgo. Del mismo modo, la información sobre los riesgos de un consumo excesivo de sodio se reflejaron en un aumento del consumo de alimentos sin sal.

Sin embargo, los esfuerzos deliberados por usar la prensa para influir en el comportamiento no necesariamente tienen el efecto esperado. Aunque la población busque información de los medios para guiar sus decisiones más personales, fundamentalmente la pone en práctica cuando coincide con sus intenciones previas (Nelkin, 1990).

Un efecto más general de la información de los medios es establecer un marco de expectativas, de modo que hechos aislados adquieren carácter de temas públicos, como en el caso de estudios toxicológicos sobre aditivos. Los medios establecen de este modo una agenda de prioridades públicas y en definitiva influye en las decisiones políticas.

Al convertir ciertos hechos en asuntos de interés público, los medios pueden obligar a instituciones gubernamentales a reaccionar simplemente por la preocupación sobre su

imagen. Un ejemplo de lo anterior es el siguiente: a los cuatro días de los primeros informes de prensa sobre los experimentos que comprobaron efectos cancerígenos en la vejiga de ratas que habían ingerido grandes dosis de ciclamatos en 1969, funcionarios de la FDA (Food and Drug Administration) los prohibieron. Sin duda este fue un récord de rapidez de respuesta administrativa a los resultados de un estudio técnico.

La cobertura de los medios puede influenciar el apoyo financiero a la investigación, así como condicionar las decisiones de los directivos de las empresas cuando los temas se encuentran fuera su esfera habitual de competencia. Al funcionar como fuente de información, los medios sirven de base para establecer la credibilidad del presupuesto.

El efecto potencial de los medios de comunicación en el público y en las decisiones políticas es materia de preocupación, tanto para los periodistas como para los científicos. Ambos admiten su responsabilidad al momento de informar correctamente al público sobre los temas científicos, y ambos ven los problemas de los actuales modelos de comunicación. Pero ambos enfocan el problema desde sus propias perspectivas profesionales y desde sus propios marcos culturales.

3.3 Importancia de la química de alimentos en la educación

Por su efecto en la disponibilidad y el precio de los alimentos, es inevitable que la tecnología alimentaria influya de manera poderosa en los patrones de consumo y, a través de ellos, a largo plazo, en los hábitos alimentarios de la población. En términos generales, esta influencia ha sido desordenada y determinada casi sólo por propósitos comerciales que no necesariamente coinciden con el interés público y pueden promover hábitos indeseables.

La información que comúnmente se hace llegar no sólo a los alumnos del sistema educativo, sino a la población en general, es en sí misma un factor que influye poco en la

conducta alimentaria de la mayoría de los individuos. No obstante, es posible lograr que gradualmente el consumidor se vuelva consciente de ciertos principios alimentarios y de las diferencias en aporte nutritivo entre los productos. Muchos productos elaborados por la industria tienen etiquetas o empaques con la información adecuada sobre sus características químicas y las reglas fundamentales para lograr una buena nutrición. La transmisión de información por esta vía sólo será útil enmarcada en una política clara de interés social y en un reglamento estricto que evite desviaciones, abusos e interferencias de otros intereses, y que corresponde elaborar a las autoridades gubernamentales.

Si se pretende que la información transmitida a la población sea clara y objetiva, es fundamental que en su elaboración intervengan expertos en ciencias de los alimentos. Sin embargo, es necesario considerar los siguientes factores: la actitud negativa de la mayoría de la población hacia los temas científicos, ya que considera a la ciencia como algo lejano y complejo; la presencia de diversos mitos; y el efecto de la publicidad, entre otros, que podrían representar una barrera para la difusión de esta información.

Sin embargo, con ayuda de estrategias de divulgación de la ciencia y dentro de una programación basada en los verdaderos intereses de la sociedad, la tecnología alimentaria puede ser un efectivo instrumento educativo.

4. LA DIVULGACIÓN DE LA QUÍMICA DE ALIMENTOS

4.1 Importancia de la divulgación de la ciencia

Es indiscutible que la ciencia es parte de la cultura. Sin embargo, en general se tiene la imagen falsa de que la ciencia es una labor ajena a las demás actividades humanas. Las personas que tienen interés en acercarse a la ciencia lo hacen con miedo frente a la dificultad que presenta el lenguaje superespecializado de la ciencia moderna.

La divulgación de la ciencia pretende, dejando por el momento de lado el cómo, hacer accesible ese conocimiento superespecializado. No se trata de una traducción en el sentido del traslado de un idioma a otro, sino de tender un puente entre el mundo de la ciencia y otros mundos. Si aceptamos que es incuestionable la importancia de la ciencia, la importancia de su comunicación al público general no es menor, pues es el canal que le permite integrar el conocimiento científico a su cultura.

Luis Estrada, del Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia de la UNAM, sostiene en "Acerca de la divulgación de la ciencia" (Estrada, 1985) que ya que la ciencia afecta a todos los países, es necesario tener una opinión y una posición frente al avance científico. La información científica no solamente debe estar al alcance del público especializado como científicos e ingenieros, sino también para el público no especializado que al acceder a ella puede entender y aprovechar bien el mundo en que vive.

El problema de la divulgación de la ciencia es de gran complejidad. Para unos, divulgar sigue siendo traducir; para otros, enseñar de un manera amena, o informar de manera accesible; se dice también que divulgar es tratar de reintegrar la ciencia a la cultura.

En este trabajo optaremos por una definición operativa: divulgar es recrear de forma *placentera* el conocimiento científico, logrando también transmitir la experiencia de quienes lo construyen, de tal forma que el público participe de la ciencia y la deje de

percibir como algo completamente ajeno. Es necesario mostrar que la ciencia no es algo acabado sino que se encuentra en proceso de formación con avances, retrocesos, limitaciones; que es producto de un esfuerzo perseverante y colectivo como cualquier otra actividad social.

4.2 La situación nacional

Con una superficie de 1,697,183 km², México cuenta con una población aproximada de 90 millones de habitantes, de los cuales alrededor de 15 millones se concentran en su capital y área conurbada. En los estados de la república, las ciudades de Guadalajara, Monterrey y Puebla tienen poblaciones cercanas a los dos millones cada una y once ciudades medianas cuentan con poblaciones próximas al medio millón. De las 100,000 localidades de la república, 97,000 tienen menos de 20,000 habitantes. En suma, la población muestra una gran dispersión geográfica, siendo la de la zona urbana del orden de 63 millones y la de la rural de 27.

El gasto educativo en la década de los setenta tuvo un crecimiento lento pero sostenido hasta el año de 1982. A partir de esta fecha sufre un descenso drástico en 1988, cuando empieza una lentísima recuperación, hasta 1992 en que llega al 5.1% del PIB (Producto Interno Bruto) nacional, cifra que apenas iguala al presupuesto de 1977. Afortunadamente, en 1993 se invirtió el 5.7 % en este rubro y para 1994 se anunció un gasto mayor al 6%.

Sin embargo, el descenso de la inversión educativa en los últimos diez años ha tenido repercusiones serias que se reflejan en el analfabetismo creciente, estimado actualmente en más del 12% (para personas mayores de 15 años); en el nivel promedio de escolaridad de la población, que se calcula en el 5° grado; y en el descenso de la inscripción

a la enseñanza superior en 1996, a pesar de que el grupo de jóvenes de 15 a 23 años de edad ha estado creciendo en la última década. La matrícula actual de estudiantes en los programas posbachillerato es menor al 14% del total de ese grupo de población, lo cual deja fuera a más de 10 millones de jóvenes. En otros países el número de educandos en este nivel es dos o tres veces mayor, a pesar de tener más o menos la misma proporción que México de estudiantes en educación básica (Zamarrón, 1994).

Este decremento en la matrícula podría asociarse con varios factores: una gran deserción escolar en la primaria, del 52%; el fuerte índice, del orden del 30% de reprobación; el decrecimiento en 1.3 % del PIB para 1994 (con respecto a 1992) y la baja del poder adquisitivo del salario mínimo, situación que hace necesaria la contribución de los jóvenes al sostén familiar (Méndez, 1994).

Otro indicador importante es el gasto en ciencia y tecnología en relación con el PIB, que disminuyó en los últimos 12 años de 0.5 % a 0.27% en 1988, y que a partir de esta fecha tiene una lenta recuperación al 0.3% en 1997.

Al igual que la educación y el desarrollo científico, el gasto en divulgación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología bajó del 12.6 % de su presupuesto en 1980, al 1.60 % en 1995. (Conacyt, 1996).

El financiamiento de las actividades de divulgación proviene hasta ahora, casi en su totalidad, de fondos gubernamentales a través de las secretarías de estado, los gobiernos estatales y las instituciones de educación pública, principalmente las universidades, cuyos presupuestos disminuyeron como consecuencia de la disminución del gasto educativo y en ciencia del país.

Como puede observarse por los datos expuestos hasta aquí, se prevé que aun cuando el gasto en educación se está incrementando sustancialmente, y el de ciencia y tecnología

tiene un ligero aumento, recuperar doce años de deterioro tomará bastante tiempo si no se establecen otros programas paralelos que aceleren la recuperación educativa, científica y tecnológica del país.

Uno de estos programas puede ser el de divulgación de la ciencia que, por no constreñirse a la educación escolarizada, tiene la posibilidad de avanzar en varias direcciones y niveles, así como la de acortar los tiempos para sensibilizar a diversos públicos y crear atmósferas propicias para el desarrollo de la ciencia.

Por otro lado, así como ha sido fructífero para el desarrollo de la ciencia el establecimiento de políticas gubernamentales en el área, es urgente contar con una política gubernamental que apoye a la divulgación de la ciencia en toda la nación. En el Programa Nacional de Ciencia vigente sólo se menciona un párrafo que señala: "Realizar campañas de concientización y difusión que alcancen a toda la sociedad y divulguen la importancia del avance científico y de la modernización tecnológica del entorno actual".

De lo anterior podemos concluir que en México el problema del insuficiente apoyo a la ciencia produce, entre otros efectos, que existan pocos medios de divulgación de la ciencia y una educación pobre en este sentido. En cuanto a la divulgación de la ciencia que se ha hecho en el país, puede decirse que no basta con informar sobre nuevos descubrimientos o difundir aspectos aislados del conocimiento -lo que a menudo se hace a través de los medios de comunicación masiva-; por el contrario, la tarea del divulgador debe consistir en dar a conocer cómo se lleva a cabo el quehacer científico; cuáles son sus métodos; en qué forma se llega a un descubrimiento; qué importancia tiene un determinado avance de la ciencia para la sociedad y de qué manera se diferencia la ciencia de otras formas de conocimiento.

4.3 Características de la divulgación de la ciencia

Sobre cuál es la finalidad de la divulgación de la ciencia y cómo debe realizarse, hay casi tantas opiniones como divulgadores. Estas opiniones además se han ido transformando con el tiempo; aquí se presentan algunas de ellas:

- **Mostrar una visión integrada de cómo la ciencia se relaciona con los problemas de la sociedad y su impacto con la naturaleza.**
- **Proveer al público general de información para el análisis, de manera que se acorten las distancias entre los expertos y éste.**
- **No tener por finalidad formar especialistas.**
- **Presentar una descripción del desarrollo científico y tecnológico en un contexto social. Esta descripción deberá incluir su impacto en la cultura de los diferentes grupos que viven en nuestro país.**
- **Integrar un análisis crítico acerca de las implicaciones éticas, políticas, ecológicas y sociales de la introducción de las nuevas tecnologías.**
- **La explicación y difusión del pensamiento científico y técnico deben realizarse preferentemente fuera de la enseñanza formal.**
- **Integrar elementos conceptuales importantes para la educación de los jóvenes. Reforzar la imagen del divulgador de la ciencia como elemento importante en la vida cultural de nuestro país.**
- **Servir como un medio para integrar, entre otros factores, la ética al quehacer científico y el conocimiento de los pueblos indígenas al conocimiento científico.**

La divulgación debe estar dirigida a todo el mundo. F. Le Lionnais (1960) establece

5 “escalones” de ese público:

1. el experto
2. el hombre que ya tiene cierta información científica
3. el autodidacta aficionado a la ciencia
4. el profano instruido
5. el hombre de la calle, que constituye la mayoría del público

De acuerdo con este autor, no se podrían calificar como divulgadoras a las actividades que limiten a propósito su público a los 4 primeros escalones. Esto no quiere decir que el sabio o el hombre instruido estén excluidos de ese público, por el contrario; tampoco quiere decir que las actividades de divulgación no puedan ser diversificadas en función de la extrema diversidad de su público. Lo que quiere decir es que la ciencia concierne al conjunto de la población; así, las actividades de divulgación de la ciencia lo serán en la medida que contemplen a ese conjunto de población. Debe corresponder al interés del público. Es posible utilizar una analogía entre el deporte no practicado y la ciencia no sabida. Nadie podría imaginar a un periodista deportivo “transmitir” el deporte o “traducirlo”. Es precisa otra cosa: que ese deporte constituya la realidad de su público.

En el caso de la ciencia, la situación se presenta más compleja, porque el saber parece poder estar “contenido” en un discurso y, por consiguiente, “transportado” en y por el discurso. Sin embargo, el discurso que transmite el saber fuera de toda práctica, funciona de hecho como espejo y no como vehículo de una auténtica transferencia del saber objetivo. Ese “efecto espejo” no constituye ni una transferencia ni una traducción, sino que realiza otra cosa: como en el caso del deporte, hace de la ciencia la realidad del público.

P. Roqueplo sostiene que “Toda actividad pedagógica que pretenda conducir al saber objetivo propiamente dicho debe actuar sobre esa alterabilidad y, de modo efectivo, plantear el saber en ruptura respecto de todas sus representaciones culturales. Y esto supone la colaboración de una expresión lingüística y de una manipulación.

El divulgador no dispone de esa colaboración, porque está circunscrito al discurso: no puede plantear la ruptura de que se trata ni explicar claramente la diferencia entre el saber y sus representaciones. Sólo puede modificar las representaciones. Pero al hacerlo lo que así modifica es la realidad de todos y cada uno. Considerada desde este punto de vista, su acción es en verdad poética. Es en todo caso creadora. Por lo demás, basta oír a numerosos periodistas científicos: “el informador científico, sea periodista, escritor, cineasta, hombre de la televisión o de laboratorio, no puede considerarse como un simple altavoz. Debe poder utilizar su competencia profesional para hacer nacer...” (Roqueplo, 1983).

En este caso de acuerdo con P. Roqueplo, se trata de una actitud: “el sentido de la responsabilidad pública ante los hechos científicos y los hombres de ciencia”.

“Más creadores que traductores” es una conclusión que deberían meditar aquellos que tanto se inquietan por las “distorsiones de la información” efectuadas por los divulgadores y que con tanta facilidad les reprochan traicionar a la ciencia con su sensacionalismo.

La cuestión de la fidelidad permanece; pero no se debería medir la actividad de los divulgadores con esa medida falsamente objetiva. Hay que juzgarla a través de lo que esa misma actividad crea: aquello que realiza, que opera en el público.

4.4 La divulgación escrita

La distinción entre el texto científico y el de divulgación no es tajante; hay puntos en que ambos discursos se tocan y hasta se confunden. Pero su intención es distinta, por lo que los recursos de que deben disponer son distintos. Mientras la ciencia tiene para apoyarse y darle sentido a sus conceptos todo un acervo de técnicas, de metodologías teóricas y prácticas y diversos tipos de lenguaje, fundamentalmente el matemático, la divulgación debe en cierto sentido prescindir de ello y utilizar sólo las herramientas de lenguaje natural para recrear los conceptos de ciencia, reproducir imágenes, usar los modelos y rescatar el espíritu del conocimiento científico.

La divulgación de la ciencia puede o no hacer énfasis en el método científico, pero utiliza recursos que pertenecen más a la literatura que a la ciencia. Pero dado que la divulgación debe ser fiel al mensaje científico en el sentido de transformar sin desvirtuar, debe utilizar con cautela los recursos literarios.

Algunas de las características que se deben tener presentes al escribir un artículo de divulgación científica son abordadas por J.B.S. Haldane (1986); entre las más importantes destacan tener siempre presente al lector, ofrecer ejemplos de vida cotidiana y jamás escribir como si se tratara de dar respuesta a un examen.

Una idea que puede considerarse como constante es que la divulgación de la ciencia es una labor eminentemente creativa que recrea el conocimiento científico para formar y acrecentar la cultura científica del público.

Algunas características comunes a los buenos textos de divulgación de la ciencia propuestas por Ana María Sánchez Mora, del CUUC-UNAM, son las siguientes:

- Apoyo en la historia y la tradición
- Uso de ironía y humor
- Entretejimiento de arte y ciencia
- Uso de analogías y metáforas
- Recurso a lo cotidiano
- Un lugar para la metafísica y la religión
- Referencia a la cultura popular
- Reconocimiento de errores humanos
- Desacralización de la ciencia

Puede afirmarse que el valor de estas características “radica en que despiertan placer en el lector” (Sánchez, 1996), objetivo inherente a un buen texto de divulgación científica.

La divulgación de la ciencia es una actividad poco desarrollada en México, y las experiencias más importantes en los años recientes tienen que ver con las publicaciones.

Los medios impresos pueden desempeñar un papel primordial en la labor de divulgación, aunque ciertamente habría que prestar mayor atención (lo que después se hará en este trabajo) a otro tipo de canales de comunicación masiva que permiten mayor cobertura y penetración que los medios escritos.

5. ANÁLISIS DE TEXTOS DE DIVULGACIÓN DE QUÍMICA DE ALIMENTOS

5.1 Panorama histórico

Para hacer un análisis de las publicaciones científicas en nuestro país es necesario tomar en cuenta el contexto de los problemas de la industria editorial. Con frecuencia se hace referencia a la crisis en la que se encuentra dicha industria, no sólo en el ámbito nacional sino también en el mundial. En México, los problemas económicos y técnicos en esta área de la producción se agravan por una serie de circunstancias históricas, como el gran rezago educativo y la falta del hábito de la lectura en todos los niveles, a lo que se ha sumado una fuerte dependencia de la televisión y las dificultades para distribuir libros y revistas. En México existen alrededor de 400 librerías para servir a una población de noventa millones de mexicanos. De esta población, 20 % corresponde a gente joven en edad escolar y sólo 2% de ellos son lectores constantes (Cetto, 1995).

A este panorama hay que agregar que, en los dos últimos años, los libreros nacionales se han quejado de la baja generalizada en sus ventas e incluso muchas librerías han cerrado por incosteabilidad.

La mayor parte de la gente no puede comprar libros. Lo hacen sólo cuando es necesario, para actividades escolares o profesionales. Además del problema económico, la población mexicana no acostumbra leer libros a menos que sea absolutamente necesario. Varias estimaciones sugieren que los mexicanos leen, en promedio, medio libro al año.

Resulta sorprendente que los editores de revistas semanales e historietas son de los más activos en América Latina. Las revistas femeninas y los comics son particularmente exitosos.

Algunas revistas políticas o culturales han tenido tradición en México; sin embargo, las publicaciones culturales no consideran a la ciencia como un elemento de la cultura y

rara vez publican artículos de este campo, además de que sus tirajes y éxito en ventas jamás podrán compararse con las publicaciones de corte comercial.

A pesar de que desde el siglo pasado se editaban en México algunas revistas de divulgación de la ciencia, no puede decirse que exista una tradición amplia en este campo. De los años setenta al presente, ligados al crecimiento de instituciones de apoyo a la ciencia, se han editado diversos tipos de publicaciones. En el caso de nuestro país, en particular en el Distrito Federal, se han producido las siguientes revistas: *Chispa*, *Información Científica y Tecnológica*, *Geografía Universal*, *Naturaleza*, *Avance y Perspectiva*, *Ciencia y Desarrollo*, *Contactos*, *Ciencias*, *Elementos*, *Ahí*, *Prisma Científico*, *Tiempos de Ciencia*. De las publicaciones mencionadas, cuatro han desaparecido: *Naturaleza*, *Ahí*, *Prisma Científico*, *Información Científica y Tecnológica*.

Una de las principales limitaciones de la labor de difusión científica en forma escrita es la selección y definición del público al cual se dirige la publicación. En los últimos años han salido al mercado algunas publicaciones editadas inicialmente en España (*Muy interesante*, *Saber Más*, *Conozca Más*, etc.) que ofrecen información científica, en ocasiones de una manera poco seria que ha llegado a los extremos del esoterismo, como se puede apreciar hojeando cualquiera de ellas. Aparentemente, estas revistas han tenido una buena aceptación en México, lo que significa que existe un público interesado en esta temática. La manera de llegar a éste sin perder seriedad constituye un reto para cualquier publicación que busque tener amplia difusión.

En las siguientes tablas se presentan los resultados de una muestra de los artículos que se publicaron en seis revistas distribuidas en la ciudad de México entre 1991 y 1993. Las revistas analizadas son: *Avance y Perspectiva*, publicación del CINVESTAV del IPN,

Conozca Más, *Scientific American*, y *Ciencias*, esta última publicación de la Facultad de Ciencias de la UNAM.

La clasificación de los artículos se realizó de acuerdo a las áreas más importantes del pensamiento científico y es la siguiente: biología (B), física (F), matemáticas (M), filosofía de la ciencia (FC), historia de la ciencia (HC), salud (S), política científica (PC), tecnología (T), computación (C), problemas ambientales (PA), geología (G), química (Q), enseñanza (E), astronomía (A), divulgación de la ciencia (DC). Cifras redondeadas, por lo tanto el total no siempre da 100 %.

Avance y Perspectiva

B	F	M	FC	HC	S	PC	T	C	PA	G	Q	E	A	DC	TOT
33	30	9	4	8	0	33	6	2	1	0	9	10	0	0	145
23%	21%	6%	3%	6%	0%	23%	4%	1%	1%	0%	6%	7%	0%	0%	

Como se puede observar, los rubros dominantes en *Avance y Perspectiva* son biología, política científica y física. El resto de los temas se presentan con menos del 10%.

Conozca Más

B	F	M	FC	HC	S	PC	T	C	PA	G	Q	E	A	DC	TOT
42	3	0	2	20	70	0	42	14	32	0	7	9	24	33	298
14%	1%	0%	1%	7%	23%	0%	14%	5%	11%	0%	2%	3%	8%	11%	

En la revista *Conozca Más*, el tema que mayor espacio ocupa es la salud, seguido con porcentajes iguales (14%) por biología y tecnología. Los siguientes temas en orden decreciente son problemas ambientales y divulgación de la ciencia, con 11% cada uno.

Scientific American

B	F	M	FC	HC	S	PC	T	C	PA	G	Q	E	A	DC	TOT
34	25	3	8	17	39	2	20	13	10	7	21	10	13	29	251
14%	10%	1%	3%	7%	16%	1%	8%	5%	4%	3%	8%	4%	5%	12%	

En *Scientific American* la distribución de temas es más homogénea y ninguno de ellos rebasa el 20%. Es en esta publicación que la química ocupa el más alto porcentaje, 8%.

Ciencias

B	F	M	FC	HC	S	PC	T	C	PA	G	Q	E	A	DC	TOT
24	11	9	15	15	13	0	0	2	11	0	0	2	12	2	116
21%	9%	8%	13%	13%	11%	0%	0%	2%	9%	0%	0%	2%	10%	2%	

En *Ciencias*, la situación es similar a *Scientific American*, con la salvedad de que química, geología, tecnología y política científica no se presentaron durante el periodo analizado.

Como se puede observar, el área en la que más se publica, en casi todas las revistas, es biología, incluyendo las ciencias de la salud. El área probablemente menos difundida es matemáticas. El resto de las áreas se encuentran de manera similar por debajo de 10%, con excepción de *Avance y Perspectiva*, que presenta porcentajes ligeramente mayores en política científica y tecnología.

En lo referente a los libros, analizaremos de la misma forma el caso de una de las colecciones más importantes: "La ciencia desde México", publicada por el Fondo de Cultura Económica con más de 120 títulos y más de 1,300,000 ejemplares vendidos en

México, Latinoamérica, España y los Estados Unidos. Creada en 1986 por la física Alejandra Jaidar, conjunta temas de todas las ciencias y sus aplicaciones. Está escrita por los propios especialistas de todo el país con objeto de divulgar el conocimiento a una gran variedad de públicos.

“La ciencia desde México” es una coedición de la Secretaría de Educación Pública (SEP), el Consejo Nacional de ciencia y Tecnología (Conacyt) y el Fondo de Cultura Económica. La aportación de la SEP y el Conacyt consiste en la compra, con descuento de librero, de determinado número de ejemplares de la primera edición de cada título para su distribución en la red de bibliotecas de la SEP y en las librerías del Conacyt.

Para ser publicadas en esta colección, las obras deben reunir los siguientes requisitos: estar escritas originalmente en español, que su autor radique en México, que su enfoque sea estrictamente científico (para lo cual se efectúan uno o más dictámenes por expertos que un comité designa) y que el nivel sea de divulgación, de suerte que pueda ser comprendida en buena medida por el público no especializado en ciencia.

De 1986 a 1994 se ha publicado el siguiente número de obras:

La ciencia desde México: producción editorial 1986-1994

1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	TOTAL
17	30	23	11	12	10	6	9	17	135

La distribución de los 111 títulos publicados por el FCE hasta 1993 es la siguiente:

La ciencia desde México

B	F	M	FC	HC	S	PC	T	C	PA	G	Q	E	A	DC	TOT
28	28	2	2	12	1	0	7	0	1	5	15	0	10	0	111
25%	25%	2%	2%	11%	1%	0%	6%	0%	1%	5%	14%	0%	9%	0%	

Puede observarse que biología y física predominan con 25% cada una, el siguiente lugar lo ocupa química con 14% y después historia de la ciencia y astronomía.

Esta colección ha dado origen al concurso nacional "Para leer La Ciencia desde México" que coordina la casa editorial, dirigido a jóvenes entre 12 y 25 años de edad y que consiste en escribir reseñas y críticas sobre las diversas obras de la serie.

Para fines del concurso, los títulos de esta colección se dividen en 8 áreas temáticas; el siguiente cuadro presenta el número de títulos publicados en cada una de ellas:

La ciencia desde México: títulos por áreas temáticas 1986-1994

Astronomía	Biología	C. Tierra	Física	Ingeniería	Matemática	Química	Varia
12	40	12	48	2	2	14	5

Las cifras presentadas permiten formarnos una idea clara de las publicaciones de divulgación científica que brindan espacio para tratar temas relacionados con la química. Aun dentro de estas publicaciones es posible apreciar que el número de artículos relacionados con física y biología supera considerablemente al número de artículos relacionados con química, situación que no deja de ser sorprendente si consideramos el interés que podría despertar en los jóvenes los avances de esta ciencia.

5.2 Textos actuales

En el área de química de alimentos y nutrición, la única publicación periódica disponible es *Cuadernos de Nutrición*, que cuenta con más de diez años de experiencia en divulgar conocimientos sobre alimentación y nutrición. Su director, el Dr. Héctor Bourges,

recibió en 1993 el premio nacional de divulgación de la ciencia otorgado por la SOMEDICYT (Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica).

La Revista del Consumidor, editada por la Procuraduría Federal del Consumidor, incluye de manera esporádica información y estudios sobre alimentos.

Por parte de la colección "La ciencia desde México" se han dedicado al área de las ciencias de alimentos las siguientes obras: *La Química y la Cocina*, de José Luis Córdova Frunz (1990) y *El colesterol: lo bueno y lo malo*, de Victoria Tudela (1996).

La Química y la Cocina es una obra en la que se abordan diversos temas de química y fisicoquímica ilustrándolos con hechos cotidianos como los que ocurren en una cocina, como en la sección *Ácidos y bases en la cocina*: "Otra forma de mantener el color verde brillante de los vegetales es cocerlos en una olla de cobre o de aluminio; se evita así que se pongan café debido a la formación de $\text{Cu}(\text{OH})_2$ o $\text{Al}(\text{OH})_3$ que neutraliza al ácido responsable de la pérdida del magnesio de la clorofila". Trata la composición fundamental de los alimentos, las reacciones que sufren estos componentes al ser sometidos a diversos procesos como cocción y horneado: "...para cocer huevos conviene poner un poco de sal en el agua. Si bien ese poco de sal aumenta la temperatura de ebullición del agua la principal razón de la sal es que funciona como catalizador para coagular la albúmina que sale del cascarón". También se presentan elementos de tecnología alimentaria tales como liofilización y enlatado, entre otros, de una manera amena y poco especializada. El público potencial de esta obra son adolescentes de secundaria y preparatoria.

Victoria Tudela en *El colesterol: lo bueno y lo malo* aborda al inicio de esta obra las características químicas y las funciones fisiológicas del colesterol: "Además de servir como elemento estructural de muchas membranas, el colesterol es importante precursor de muchos otros esteroides biológicamente activos, como los ácidos biliares, numerosas

hormonas y la vitamina D3”; posteriormente establece la diferencia entre el llamado colesterol “bueno” y el colesterol “malo”, sus fuentes en la alimentación y los riesgos a la salud provocados por un alto nivel de colesterol “malo” en la sangre. En los siguientes capítulos se advierte al lector sobre la importancia de ciertos factores que podrían contribuir al desarrollo de problemas como la aterosclerosis e infartos, entre ellos la dieta: “Diferentes estudios epidemiológicos han indicado que la alimentación se relaciona en buena medida con la concentración de colesterol en la sangre, cuanto más colesterol se consume mayor es su nivel en la sangre”. La autora explica la razón para preferir algunos alimentos sobre otros y proporciona tablas del contenido promedio de colesterol en alimentos comunes, que el lector puede consultar fácilmente. A lo largo de la obra se utiliza un lenguaje sencillo y directo, evitando en lo posible términos especializados, razón por la cual el lector no requiere conocimientos previos sobre bioquímica o nutrición.

Por parte de la colección “Viaje al centro de la ciencia”, dirigida por Juan Tonda y editada por ADN y el Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, dos de los títulos relacionados con ciencias de los alimentos son: *Alimentos: del tianguis al supermercado*, de Agustín López-Munguía Canales (1995) y *Biotecnología: la lámpara de Aladino* de Horacio García Fernández (1994).

En la primera obra, se abordan de una manera poco convencional las perspectivas de la biotecnología para la producción de alimentos en un futuro. Agustín López-Munguía inicia el relato en la época actual, siendo su protagonista Pablo, un estudiante de preparatoria interesado en temas científicos y con un amplio conocimiento de química de alimentos y biotecnología, por influencia de su padre, un químico retirado. Durante un sueño Pablo es transportado a la Gran Tenochtitlán, donde es huésped del cocinero principal de Moctezuma, Tonahuac. Durante su estancia Pablo tiene oportunidad de

compartir con su anfitrión sus conocimientos sobre la función de diversas enzimas y los cambios que se han operado en el futuro gracias al manejo de procesos biotecnológicos: “Ahora, con la nueva biotecnología, se introdujo un gene totalmente nuevo en la bacteria *Escherichia coli* y ésta produce, al crecer, la enzima renina que es igual a la de la ternera”.

El protagonista explica la función de los diversos microorganismos responsables de la producción de alimentos como el pulque y el pozol: “Sin embargo, el pulque es un bello ejemplo de bebidas producidas por fermentación... Como te he contado para otros casos, los microorganismos propios del fruto, otros del medio ambiente y otros agregados con el pulque que se deja en el tinacal cuando llega el aguamiel, son los causantes”. De forma paralela en el texto se aborda la opción alimentaria que representan en nuestra época insectos, algas y proteína unicelular.

En la segunda obra, *Biotecnología: la lámpara de Aladino*, Horacio García Fernández aborda la historia y las aplicaciones de la biotecnología en la alimentación y la salud. Los capítulos son independientes entre sí, presentan una aplicación diferente, y principian con diálogos entre el autor y otros personajes: sus alumnos, sus vecinos, para que posteriormente el autor trate el tema de manera más profunda.

La biotecnología en la industria alimentaria se presenta como una herramienta capaz de producir proteína unicelular, que proporcione una fuente económica y nutritiva de alimentos y logre el mejoramiento de las diversas cepas de microorganismos utilizadas en la producción de alimentos: “Ya existe, sin embargo, una proteína unicelular consumida como alimento por seres humanos. Esta proteína es producida con el moho *Fusarium*, que contiene 45% de proteínas y 13% de grasas, por la empresa inglesa Rank Horis McDougall. Sí, la lámpara maravillosa de la biotecnología nos permitirá disfrutar de tortas y tacos de nutritivos microbios en el siglo XXI”.

La estructura del ADN y las diversas técnicas genéticas son tratadas con rigor sin que por ello se descuide el estilo de la obra, que logra ser ameno. El público al que está dirigido lo constituyen estudiantes de bachillerato y de los primeros semestres de licenciatura, con conocimientos básicos sobre biología.

El Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia editó en la década pasada una colección de divulgación científica dirigida por el Dr. Luis Estrada, Premio Kalinga de la UNESCO y pionero de la divulgación en México. Dentro de la serie "Ciencias de la vida" de esta colección, destaca el libro *Vida y Nutrición* de María del Carmen Sánchez Mora (Sánchez, 1989).

En esta obra se presentan de manera sencilla y amena los conceptos básicos sobre nutrición y metabolismo, además de las características más sobresalientes de cada uno de los grupos de alimentos. Resulta muy interesante que en la parte final de la obra se aborden los mitos y modas alimentarias exponiendo su falsedad, para lo cual se recurre a los conceptos tratados previamente: "Muchas personas consumen miel y vinagre en abundancia en la creencia de que tienen propiedades curativas extraordinarias. Piensan que el vinagre "quema la grasa" y que la miel concede vitalidad, a pesar de que no hay explicaciones médicas que lo comprueben".

A diferencia de otros textos, esta obra no precisa que el lector tenga información previa sobre los temas tratados, ya que los conceptos son expuestos de manera clara, evitando términos especializados; incluso es posible que el lector realice cálculos de requerimientos energéticos, ya que se proporcionan ejemplos sencillos de ellos.

En 1992 se inició en la UNAM el Proyecto de Integración de la Docencia y la Investigación (PIDI), creándose posteriormente los Núcleos de Docencia e Investigación (NIDI), grupos de trabajo que realizan investigación educativa en su disciplina académica.

El libro *La Química en la Sociedad* (Fernández, 1994), es producto del NIDI de química con sede en la Facultad de Química. De acuerdo con el Dr. Rafael Fernández Flores editor de la obra, no se trata de un libro de texto ni de un libro de divulgación, sino de “ una antología pensada en primera instancia para apoyar cursos de formación de profesores de química para el bachillerato”. Sin embargo, a lo largo de la obra los temas se exponen de una manera accesible al lector no especializado en temas científicos. En el capítulo *Química y transformación de los alimentos* se presenta la composición de alimentos comunes a la mayoría de la población y la incursión de la ingeniería en los procesos de transformación: refrigeración, liofilización, deshidratación y enlatado, finalizando con las perspectivas de la industria alimentaria.

El lenguaje es directo y evita al máximo el uso de términos especializados; un ejemplo se encuentra al explicar que la refrigeración consiste: “en disminuir la temperatura de un producto mediante un fenómeno de transferencia de calor”. Las ilustraciones y diagramas facilitan la comprensión de los temas.

En el idioma inglés los textos de divulgación de química de alimentos son más abundantes, e incluyen trabajos de autores como Isaac Asimov, Arnold E. Bender y P. W. Atkins.

En la obra *Hasta donde alcanza el ojo* (1994), Asimov presenta tres ensayos sobre la historia y función de diversas vitaminas. Sin profundizar en la química de éstas ofrece al lector una visión clara y general de las investigaciones que llevaron al descubrimiento de las vitaminas: “El gran tamaño y la complicada estructura de la B₁₂ hacía muy difícil descubrir los detalles. Hasta ocho años después de su aislamiento no pudo conocerse su exacta fórmula estructural. Esta victoria la consiguió una bioquímica inglesa, Dorothy Crowfoot Hodgkin”. Paralelamente expone los posibles efectos que pueden presentarse por

la carencia de las mismas: "Todavía podemos morir por enfermedades causadas por deficiencias a causa de la perversidad de nuestros gustos o por la total insuficiencia de cantidad y variedad de alimentos, que nuestro entorno, o nuestra situación económica, nos permite. Pero sabemos, por lo menos, lo bastante para evitar tal destino si somos tan afortunados como racionales".

Arnold E. Bender en su libro *¿Salud o Fraude?* (1987) responde de manera directa a las preguntas del lector sobre los efectos fisiológicos de diversos alimentos y la seguridad del uso de aditivos: "Hasta donde sabemos, ninguno de los aditivos alimentarios - colorantes, aromas, conservadores y todos los demás- son perjudiciales, o de otro modo estarían prohibidos". Además explica la falsedad en las afirmaciones de los medios publicitarios en torno a las dietas y productos considerados como "milagrosos": " No es difícil comprender la razón por la que la gente se deja convencer para comprar productos; después de todo, esto es obra de la propaganda. Es relativamente fácil inventar productos y, de hecho, casi cualquier idea insólita puede parecer convincente". El público al que está dirigida esta obra no requiere conocimientos previos sobre el tema.

En la obra *Moléculas*, de P.W. Atkins (1987), el lector puede conocer cuáles son las moléculas responsables de sabores, olores y colores. En el capítulo referente a sabores se expone una teoría sobre los mecanismos de percepción gustativa para el gusto dulce; además de presentar la estructura molecular de la sacarosa, el aspartame, la sacarina y los ciclamatos, se relatan las condiciones en las que se realizó el descubrimiento. Aunque se hace referencia directa a las fórmulas y estructuras químicas, la lectura del texto es accesible y despierta el interés del lector, que no necesita conocimientos previos sobre química.

En la colección científica de *Time Life* editada en los años 70, se dedica un volumen a los alimentos, *Alimentos y Nutrición* (Sebrell y Haggerty 1972). En esta obra se abordan desde una perspectiva histórica: los estudios científicos sobre alimentos; las fuentes de alimentos en el mundo, básicamente agricultura y ganadería; el procesado de alimentos, como una alternativa para suplir la demanda; la fisiología del proceso digestivo; los estudios que llevaron al descubrimiento de las vitaminas; las causas y consecuencias de la obesidad y los mitos, modas y fraudes en la alimentación, finalizando con las perspectivas que 20 años atrás se ofrecían para alimentar a la población mundial.

Esta obra está dirigida a todo público, ya que el lenguaje es directo y el estilo es muy ameno. La edición incluye excelentes ensayos gráficos en cada capítulo que refuerzan y permiten visualizar los temas.

La revista *Scientific American*, dentro de la serie "Selecciones de *Scientific American*", publicó en 1978 el volumen *Los Alimentos. Cuestiones de bromatología* (Scientific American, 1978). La obra se divide en tres partes principales: Nutrición y Malnutrición, Fuentes y Recursos Convencionales y El Futuro: ¿festín o hambre? En la primera se tratan aspectos fisiológicos como olfato y gusto, energía muscular, los mecanismos de la inanición; también se presentan estudios sobre componentes alimentarios: proteínas, biotina, lactosa, y aspectos relacionados con la malnutrición.

En la segunda parte de la obra se presenta el panorama histórico, composición, industrialización y perspectivas de diversos alimentos considerados como convencionales: la leche, el vino, productos del mar, el trigo, y se dedica un capítulo a los aditivos. En la tercera parte se aborda la problemática alimentaria mundial, y las posibles soluciones a ésta: el consumo de soya, el desarrollo de especies de maíz rico en lisina, el

aprovechamiento de recursos marinos, la creación de un plan agrícola mundial y las proteínas obtenidas a partir del petróleo, entre otras.

En Internet destaca el espacio que la FDA dedica al consumidor promedio para informar sobre los diversos aditivos, como los sustitutos de grasa o los edulcorantes. En estos artículos se expone la posición de los expertos de ese organismo sobre el metabolismo, los estudios toxicológicos, y las posibles aplicaciones comerciales de los aditivos. Además se presentan los argumentos de las empresas que promueven su producto.

Los textos anteriores son una muestra de trabajos de divulgación que transmiten con fidelidad el mensaje científico y ofrecen al público no especializado una lectura amena. Sin embargo, la proporción de textos de divulgación sobre química, y especialmente sobre química de alimentos, accesibles a la población mexicana, es muy reducido, por lo que es necesario que los científicos y divulgadores redoblen esfuerzos para que estos conocimientos lleguen a un mayor número de personas.

Los artículos de divulgación en publicaciones comerciales en México no se consideran en esta revisión, ya que en su gran mayoría carecen de rigor científico, mientras que los artículos en publicaciones periódicas de divulgación como *Scientific American* tampoco son considerados porque son poco conocidos y poco consultados debido al idioma y al costo al público general, a pesar de que está a la venta la versión en español de esta última publicación bajo el nombre de "Investigación y Ciencia".

6. PROPUESTAS PARA DIVULGAR LA QUÍMICA DE ALIMENTOS

6.1 Temas

Como se mencionó anteriormente, los alimentos constituyen un elemento preponderante de cohesión dentro de la sociedad; el acto de alimentarse trasciende la pura necesidad de nutrirse, pues está ligado a circunstancias y acontecimientos que nada tienen que ver con la estricta necesidad fisiológica. Es por ello que la química y la tecnología de alimentos se encuentran en ventaja, ya que sus temas de estudio siempre son de interés por su contenido mismo. No depende del grado de especialización sino de los vínculos que las afirmaciones que se hacen tienen con la vida y con la curiosidad general de las personas.

Una área de interés la constituyen aquellos temas que conciernen a la educación del consumidor, que tiene como objeto proporcionar información científica y accesible sobre los alimentos. Tarea difícil si por otra parte consideramos la extrema complejidad de la alimentación.

Uno de los temas más polémicos es quizás el uso de aditivos alimentarios, que como ya mencionamos ha provocado en ocasiones un verdadero temor por los productos químicos (llamado "quimifobia"). Es necesario proporcionar información accesible sobre el mecanismo de acción de estos aditivos y hacer énfasis en la seriedad de los estudios toxicológicos realizados antes de la aprobación de los aditivos. También se requiere divulgar el contenido nutricional de los alimentos, la cantidad real de vitaminas, proteínas y fibra, para evitar que el público se vea sorprendido por la comercialización de alimentos "milagrosos", que se anuncian con una cantidad "sorprendente" de nutrientes.

La nutrición es también uno de los temas que generan gran interés en la población. Muchos de los productos y dietas que prometen una solución casi mágica para adelgazar se

aprovechan de la falta de información sobre los procesos metabólicos en el organismo; para abordar mejor este tema es necesaria la cooperación de expertos en nutrición.

Es necesario también erradicar mitos sobre los efectos fisiológicos del consumo de algunos alimentos, mitos que en ocasiones son fomentados por los mismos productores, y presentar la química de alimentos como una opción de desarrollo profesional para los jóvenes de bachillerato.

6.2 Público

De un examen general de la composición de la población de México podemos sugerir que el público potencial para actividades de divulgación de la ciencia está compuesto en primer término por los 25 millones de estudiantes del sistema educativo mexicano, desde educación preescolar hasta educación superior, y por el público urbano que tiene acceso a la prensa, televisión, radio, publicaciones periódicas y libros.

Los niños constituyen hoy, sin duda alguna, un importante mecanismo de cambios en la alimentación, en tanto son receptores de un complejo código de actitudes alimentarias que provienen de diversos agentes, la escuela y la televisión, por ejemplo. Y a través de los niños, esos cambios se introducen en sus respectivas familias. A los niños, además, se les permite un mayor grado de desviación a la hora de aceptar hábitos alimentarios nuevos y extraños.

Los adolescentes son también un público potencial para la divulgación de la química de alimentos, especialmente si consideramos que uno de sus principales intereses lo constituye su imagen y por consiguiente las dietas, que por lo general son proporcionadas por revistas comerciales. Estos temas podrían ser el vehículo para proporcionar información sobre nutrición, alimentos bajos en calorías y el funcionamiento

de aditivos como los edulcorantes artificiales. Si se considera la adolescencia como una etapa en la que se experimenta una transición que podría provocar cambios en los hábitos, entonces es un buen momento para proporcionar información científica que pueda incorporarse a la cultura de este sector de la población.

Los adultos son el público que podría considerarse como el más difícil, ya que poseen hábitos firmes que difícilmente cambiarían, además de una actitud (por lo general negativa) hacia la información científica. Dentro de este sector, los grupos de mayor interés para las actividades de divulgación son los maestros, quienes ejercen influencia en los escolares, y los profesionistas, sector relacionado en diversos grados con la toma de decisiones. Las amas de casa representan también un grupo de gran importancia porque tienen a su cargo, prácticamente por completo, la formación de hábitos alimentarios en una familia.

6.3 Medios

Los medios empleados para la divulgación de la ciencia comprenden las publicaciones periódicas, los libros, la radio, la televisión, el cine, el video, las actividades públicas como conferencias, y los museos.

En el capítulo anterior abordamos la situación de la divulgación en los medios escritos en nuestro país. Es clara la tendencia de las publicaciones periódicas y colecciones a incluir primordialmente temas relacionados con física y biología, dejando de lado temas de química, incluida la química de alimentos. Siendo esta área de gran interés para la población por su influencia en la vida cotidiana, debería ser un tema programado con regularidad en las publicaciones.

En televisión la mayoría de las estaciones no incluyen temas de ciencia en su programación habitual. La televisión pública tiende a reducir sus espacios manteniendo canales de poca cobertura. Las emisiones culturales, que generalmente han estado a su cargo, siguen reduciéndose y ocupando los tiempos (12.5%) que le corresponden por ley al gobierno en los canales comerciales. Esta tendencia se manifiesta en la reducción de los tiempos para programas televisivos de ciencia hechos en el país. Una alternativa es la producción de videos de ciencia y su comercialización.

Al igual que en otros medios, las radiodifusoras excluyen los temas de ciencia, salvo las emisoras de la Universidad Nacional Autónoma de México, Radio Educación y las del Instituto Mexicano de la Radio. Para incluir temas de química de alimentos en la programación creo que es necesario acercarse a estas radiodifusoras y a los productores con temas de interés y trabajar conjuntamente en la realización de guiones. Una muestra de este trabajo en conjunto es el programa "Buen Provecho" que se transmite por Radio UNAM, conducido por Ma. Eugenia Mendoza del CUCC-UNAM. El objetivo de este programa es difundir no sólo los aspectos estrictamente científicos de la alimentación sino también los aspectos sociales de la misma. Los temas que trata el programa son en su mayoría propuestos por el público y son abordados por expertos; los temas polémicos son tratados con objetividad, en palabras de la conductora "para evitar el terrorismo alimentario".

La producción de cine y video científico se hace generalmente en instituciones del gobierno y en las de educación superior del país. La UNAM, además de hacer el rescate y la conservación de películas antiguas de ciencia, cuenta además con un acervo de filmes de ciencia de otros países en su filmoteca. Esta institución ha participado también con la Asociación Mexicana de Recursos Audiovisuales Científicos en la organización de festivales anuales de cine científico.

Las actividades públicas incluyen ciclos de conferencias y coloquios; son organizadas por instituciones de investigación superior y por organizaciones como la Academia Mexicana de la Investigación Científica, hoy Academia Mexicana de Ciencias, o la Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica (SOMEDICYT), entre otras. Para estas actividades se invita a expertos en el área a preparar una conferencia de divulgación dirigida principalmente a jóvenes del nivel medio básico y medio superior.

6.4 Museos de ciencias

La semilla original de los museos de ciencias, como los conocemos en la actualidad, germinó en la mente de Frank Oppenheimer, quien en 1968 propuso la creación de un museo de ciencia y tecnología “controlando y observando el comportamiento de los aparatos y maquinaria de laboratorio”. Un año después fue fundado el primero de muchos museos de ciencia sobre ese principio: el *Exploratorium* de San Francisco, California.

Desde entonces, los museos diseñados bajo el concepto “prohibido no tocar” han proliferado: en Estados Unidos a partir del *Exploratorium*, en Europa con la reapertura del *Palais de la Découverte*, en París, y en América Latina en esta década. El “boom” de popularizar la ciencia se hace evidente en nuestro país en 1992 con la creación de *Universum*, en el DF y el Museo de la Ciencia y Tecnología en Xalapa, Veracruz, aunque años atrás fue construido el Museo Tecnológico de la Comisión Federal de Electricidad, primer museo interactivo del país.

A partir de 1993, el deseo de propagar y promover el conocimiento científico se hace generalizado a través del surgimiento del Centro Cultural Alfa, en Monterrey, Nuevo León; el Museo de Ciencia y Tecnología en Aguascalientes; la Casa de la Ciencia en Cuernavaca, Morelos y *Explora*, de León, Guanajuato, entre otros.

Los museos de ciencia -que en su mayoría están destinados a un público infantil- podrían ser considerados como un complemento a los conocimientos que se adquieren en la escuela.

Pese a los esfuerzos realizados, sólo el 0.67% de la población de los países latinoamericanos visita museos de ciencia, situación que es preocupante si consideramos que en países como Estados Unidos y Canadá el 27% de sus habitantes asisten a este tipo de museos (Audiffred, 1997).

En México desde la exposición *Ciencia y Deporte*, organizada por el Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia de la UNAM, de diciembre de 1990 a junio de 1991, se mostraron al público conceptos básicos sobre nutrición basándose principalmente en los siguientes aspectos:

- I. El cuerpo humano consume energía.
- II. Cambios en el metabolismo debidos a factores como la actividad, edad y sexo.
- III. Recuperación energética mediante la alimentación .
- IV. Los tres grupos de alimentos.

Parte de esta exposición se encuentra actualmente en la sala de Energía de *Universum*, el Museo de las Ciencias de la UNAM.

En el museo *Explora* de la ciudad de León Guanajuato, el público tiene a su disposición equipamientos multimedia que le permiten conocer el aporte calórico de su dieta y a partir de su características físicas y actividad, determinar si este aporte es el adecuado.

En relación con los aspectos químicos de los alimentos, es muy reducido el número de exposiciones dentro de los museos de ciencia. En *Universum*, en la sala Cosechando el Sol, se encuentra un equipamiento llamado la "rueda de la biosíntesis", en el que a través de

un juego de ruleta se le mencionan al público los diferentes compuestos presentes en los alimentos: proteínas, ácidos grasos, carbohidratos y ácidos nucleicos.

En *Papalote Museo del niño*, cabe destacar la exposición dedicada a los alimentos, que se encuentra dividida en cinco secciones:

- Escoge tu comida, equipamiento multimedia que permite al visitante seleccionar su menú y determinar no sólo el aporte energético del mismo, sino también el porcentaje de grasas, carbohidratos y proteínas que ingiere en cada uno de los platillos, recibiendo finalmente una recomendación para mejorar el valor nutricional del menú.
- El taller de los sentidos, en el cual los visitantes utilizan los sentidos para describir los alimentos, se dirige principalmente a niños de 4 a 10 años. Las cédulas cercanas al lugar del taller recomiendan actividades que se pueden desarrollar en casa con la misma temática.
- Las persianas de los alimentos, en esta sección se presenta al visitante por medio de cédulas el concepto de gasto energético, las unidades en que se mide la energía y los alimentos que se ingieren para cubrir el gasto energético después de realizar diversas actividades durante 30 minutos.
- La pirámide de la alimentación; en este equipamiento los alimentos son clasificados en tres grupos: cereales y tubérculos, frutas y verduras, y proteínas; los visitantes deben colocar cubos de tres colores diferentes y que representan diversos alimentos en una de las tres secciones de la pirámide; el color del cubo coincide con una de las secciones.
- La lotería de los alimentos; con el juego de lotería se refuerza la clasificación de los alimentos en uno de los tres grupos de la pirámide nutricional y la importancia de una dieta balanceada.

Son diversos los medios que se encuentran disponibles para realizar la divulgación de la química de alimentos. Para crear un espacio dentro de estos medios, es necesario que los científicos se acerquen a los divulgadores y a los medios con propuestas de temas e ideas para abordarlos.

7. ALTERNATIVAS PARA LA DIVULGACIÓN DE LA QUÍMICA DE ALIMENTOS

7.1 Talleres

Una de las posibles alternativas es diseñar un plan de actividades centrado sobre la alimentación a nivel general y que puede cubrir adecuadamente los objetivos planteados. Algunas de las técnicas de trabajo comunes a cualquiera de los proyectos serían:

- análisis comparativos entre diversas marcas de un mismo alimento.
- entrevistas y encuestas sobre el consumo de ciertos alimentos: ventajas, mitos. En este caso sería recomendable contar con la colaboración de especialistas en ciencias de alimentos y nutrición.
- visitar plantas procesadoras de alimentos; en estos lugares es posible que el público observe además del proceso, elementos tales como materias primas, aditivos empleados, material de empaque y canales de distribución.
- trabajos de laboratorio; dado que este es un tema que genera amplias posibilidades para el trabajo experimental, sería interesante que el público o los alumnos pudieran analizar con técnicas sencillas los siguientes aspectos:
 - composición
 - presencia de ciertos aditivos como colorantes, saborizantes, féculas, etc.
 - niveles de acidez
 - frescura
- observar en tiendas de autoservicio aspectos como rotación y conservación del producto.

- actividades relacionadas con la conservación y manipulación de alimento: preparación de conservas, lectura de etiquetas, entre otras.
- recopilar información centrada en puntos como los siguientes:
 - qué es una dieta equilibrada
 - cuáles son los componentes fundamentales de los alimentos
 - dieta ideal y su relación con la edad y actividad
- encuesta sobre hábitos alimentarios de personas cercanas a los participantes de los talleres.

Son muchos y muy variados los talleres que pueden realizarse en torno al tema de la alimentación. Sugerimos algunas de las posibles líneas de trabajo:

Taller de la dieta equilibrada: consiste en elaborar menús equilibrados o que, después de aprender a utilizar las tablas correspondientes, los participantes analicen su propia dieta.

Los errores en la alimentación: el material base del taller lo pueden constituir cuentos o descripciones de situaciones de la vida de personajes ficticios que actúan tanto correctamente como incorrectamente cuando se trata de alimentarse.

Taller de etiquetado de alimentos: partiendo de las disposiciones legales del etiquetado de alimentos, en este taller se pretende comparar la legislación con la realidad del etiquetado y de esta forma, que el consumidor logre comprender su importancia.

Taller de cocina: este taller persigue no tanto la preparación culinaria sino que a través de la manipulación de los alimentos los participantes eliminen algunos mitos y se acerquen a los alimentos de una forma más objetiva.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

Taller sobre la frescura de los alimentos: la base del taller es una serie de experimentos sencillos para determinar el grado de frescura de algunos alimentos.

Taller de aditivos: es conveniente que los participantes reconozcan la existencia de aditivos en los productos y que entren en contacto con la lista de aditivos autorizados. Uno de los objetivos es lograr que al efectuar una compra el consumidor maneje información respecto a qué grupo pertenecen: emulsificantes, saborizantes, colorantes, etc.

Taller de los mitos en la alimentación: se pretende abordar bajo la dirección de un experto en ciencia de los alimentos, algunos de los mitos en la alimentación que son comunes en la actualidad y de ser posible incorporando experimentos sencillos que prueben la falsedad de los mitos.

Éstas son algunas de las actividades que podrían realizarse con grupos de personas interesadas en el tema. Al no requerirse instalaciones especiales para la mayoría de los talleres, es posible que éstos se desarrollen no sólo en museos de ciencias, sino también en escuelas o centros comunitarios, aunque inicialmente se pretende que sean los museos de ciencias los que apoyen y difundan estas actividades, que también podrían hacerse extensivas a escuelas y facultades.

Para elaborar el guión de cada uno de los talleres es necesaria la participación tanto de expertos en el área de la ciencia de alimentos como de divulgadores, con el objeto de obtener un producto que logre recrear fielmente el conocimiento científico y paralelamente despierte en el público el placer por la ciencia.

8. CONCLUSIONES

Para saber de qué se ocupan la ciencia y la tecnología, el público necesita conocer su contexto: las implicaciones sociales, políticas y económicas de la actividad científica, la naturaleza de las pruebas que dan pie a las decisiones, el poder y los límites de la ciencia en relación con los asuntos humanos.

La comunicación de la ciencia desempeña un papel fundamental en la cultura actual. Primero, porque es la principal fuente de donde se nutre el público autodidacta, no especializado en ciencias, para obtener conocimientos científicos. Segundo, porque es una de las principales responsables de la formación de la imagen de la ciencia tanto dentro de las propias comunidades científicas como hacia afuera de ellas, con el público amplio no especializado. Esa imagen es importante. Se trata de la idea misma que la gente tiene de la ciencia y de por qué es importante y puede confiarse en ella. Sin duda, actualmente la idea de lo que es la ciencia, así como el acceso al contenido de las ideas científicas y de lo que puede hacerse aplicando el conocimiento científico, para la mayoría de la gente proviene de las instancias encargadas de la difusión de la ciencia.

La institución más importante en el quehacer de la divulgación es la UNAM, con el CUCC (hoy Dirección General de Divulgación de la Ciencia). En México participan además varias dependencias oficiales para elaborar la política de desarrollo científico y tecnología. La instancia que le sigue en importancia a la UNAM en difusión de la ciencia es Conacyt, que reportó un gasto de 5 333 miles de pesos en 1990 para actividades de difusión y divulgación de la ciencia y la tecnología, presentándose un incremento gradual hasta 1994 cuando el gasto fue de 11 241 miles pesos (Conacyt, 1996). Sin embargo para 1995 la situación económica del país afectó de manera importante el presupuesto destinado a este

sector, ya que el gasto se redujo a 3895.3 miles de pesos, lo que significa un decremento del 65.35%.

Esta reducción del presupuesto fue notoria en todas las actividades de difusión a cargo de Conacyt: publicación de revistas, edición de libros, publicación de folletos y emisiones de radio y televisión.

La publicación de revistas para 1990 alcanzó un tiraje de 540 mil ejemplares mientras que para 1995 este fue de 111 mil ejemplares. En 1990 se publicaron 373 mil ejemplares de diversos folletos, en 1995 solamente se publicaron 7 mil. La publicación de libros se redujo un 77%, de 13 títulos publicados en 1990 a solo 3 en 1995. En 1990 las emisiones de radio y televisión patrocinadas por Conacyt fueron 1027 y 684 en 1995.

La creación de centros de ciencia, especialmente en el interior del país, en los últimos cinco años se ha mantenido constante a pesar de la reducción del presupuesto otorgado por Conacyt, en estos casos el financiamiento del gobierno de los estados, la iniciativa privada, y las instituciones educativas ha sido decisivo. Actualmente existen 12 centros de ciencia en el país que enfrentan nuevos retos entre los que destacan: experimentar ambientes museográficos diferentes a los actuales; lograr flexibilidad en exposiciones para lograr un pensamiento más intuitivo en los niños y reforzar la productividad del sistema educativo para enfrentar con éxito la globalización cultural y de mercado existente en el mundo.

En México donde solamente el 3.5 por ciento de la matrícula nacional está inscrita en áreas científicas y tecnológicas, el apoyo a las actividades de divulgación permitirá que la ciencia se asuma como un concepto de cultura y de vida cotidiana.

Para que la imagen que se comunica al público no especializado sea más acorde con lo que realmente es la ciencia, la difusión debe incluir no sólo los conocimientos científicos, los logros y aplicaciones de la ciencia, sino que de manera igualmente importante deberían difundirse ideas adecuadas sobre los procedimientos científicos para tomar decisiones, es decir, sobre lo que es el pensamiento científico.

Esto es particularmente importante en un país como México, donde problemas como la malnutrición afectan a gran parte de la población, es necesario emprender tareas de divulgación que, entre otras acciones, fomenten el aprovechamiento de recursos, eliminen mitos que llegan a entorpecer el consumo de alimentos nutritivos, ofrezcan información sobre los nuevos productos para evitar aquellos no nutritivos y costosos, desenmascaren la farsa publicitaria detrás de productos milagrosos que afectan la economía y salud del consumidor, y brinden un panorama amplio de la ciencia de alimentos y la importancia de ésta en el desarrollo de la sociedad.

La importancia de la química de alimentos es indiscutible; sus aportaciones inciden de forma casi inmediata en la población modificando hábitos y conductas. Los avances en esta área se relacionan directamente con las posibles soluciones a uno de los problemas más urgentes por resolver: la alimentación de millones de personas, especialmente en países como México.

La divulgación de la química de alimentos, así como la divulgación de cualquier disciplina científica, debe cumplir con las condiciones anteriores, por lo que requiere del trabajo de científicos especialistas en el área que desarrollen actividades de divulgación y cooperen con los divulgadores y periodistas científicos con el objeto de lograr recrear el conocimiento científico para transmitirlo en todas direcciones. De esta forma, el público no especializado puede acceder a él y entender y aprovechar el mundo en el que vive.

9. BIBLIOGRAFÍA

Asimov, Isaac, *Breve historia de la química* (México: Patria, 1989).

Asimov, Isaac, *Hasta donde alcanza el ojo* (España: RBA, 1994).

Audiffred, Miryam, *A los niños el control de la exploración* (México: Periódico Reforma, 1997).

Atkins, P, *Molecules* (USA: Scientific American Library, 1987).

Badui, Salvador, *Química de los Alimentos* (México: Alhambra Mexicana, 1994).

Badui, Salvador, *Diccionario de Tecnología de los Alimentos* (México: Alhambra, 1988).

Bender, Arnold, *Salud o Fraude. La verdad sobre los alimentos y las dietas* (España: Labor, 1987).

Bourges, Héctor, *Nutrición y Alimentos. Su problemática en México* (México: Compañía Editorial Continental, 1980).

Cameron, Allan y Fox, Brian. *Ciencia de los Alimentos, Nutrición y Salud* (México: Noriega, 1992)

- Carrillo, Cesar, "La Divulgación de la Ciencia en un mundo fragmentado", *Ciencias* num. 46, abril-junio, 1997.
- Cervera, Pilar y Clapes, Jaume, *Alimentación y dietoterapia* (México: Interamericana McGraw-Hill, 1993).
- Cetto, Ana María, *Publicaciones Científicas en América Latina* (México: Fondo de Cultura Económica, 1995).
- Conacyt. *Indicadores de Actividades Científicas y Tecnológicas 1995* (México:1996)
- Contreras, Jesús, *Antropología de la Alimentación* (España: Eudema, 1994).
- Córdova, José, *La Química y la Cocina* (México: Fondo de Cultura Económica, 1990).
- Estrada, Luis, "Acerca de la Divulgación de la Ciencia", *Prenci*, octubre 1985.
- FAO. *Evaluación y Análisis de los Problemas y tendencias actuales de la nutrición en el mundo. Reunión Subregional de la CIN. Ciudad de México, marzo 1992.*
- Fennema, Owen, *Introducción a la Ciencia de los Alimentos* (España: Reverté, 1985)
- Fernández, Rafael, *La Química en la sociedad* (México: UNAM, 1994).

Fischler, Claude, *Food, nutrition, customs and culture* (Inglaterra: Croom Helm, 1986).

García, Horacio, *Bioteología: la lámpara de Aladino* (México: ADN, 1994).

Haldane, J.B.S., Cómo escribir un artículo de divulgación científica, *Prenci*, enero 1986

Icaza, M, *Nutrición* (México: Interamericana, 1983).

Le Lionnais, F; debate de la Asociación de Escritores Científicos de Francia (AESF, febrero, 1958).

Le Lionnais, F; debate (AESF, mayo, 1960).

López-Munguía, Agustín, *Alimentos: del tianguis al supermercado* (México: ADN, 1995).

Méndez, Silvestre, *Problemas económicos de México* (México: McGraw-Hill, 1994).

Nelkin, Dorothy, *La ciencia en el escaparate* (España: Fundesco, 1990).

Pacheco, Daniel, *Bioquímica* (México: IPN, 1996).

Rao, A , *Food Agriculture and Education* (Singapore: Pergamon Press, 1987).

Roqueplo, Philippe *El reparto del saber. Ciencia cultura y divulgación* (Argentina: Gedisa, 1983).

Sánchez, Ana María, *La divulgación científica como literatura*. Tesis de maestría. Facultad de Filosofía y Letras. UNAM.(1996).

Sánchez, María del Carmen, *Vida y Nutrición* (México:Edit. Siglo XXI, 1989)

Sebrell, William y Haggerty, James, Colección Científica de Time Life, *Alimentos y Nutrición* (México: TIME LIFE 1972).

Selecciones de Scientific American, *Los Alimentos, Cuestiones de Bromatología* (España: H. Blume, 1978).

SEP. Plan y programas de estudio educación básica primaria. México 1993.

SEP. Plan y programas de estudio educación básica secundaria. México 1993.

Tudela, Victoria, *El colesterol: lo bueno y lo malo* (México: Fondo de Cultura Económica, 1996).

Zamarrón, Guadalupe, *La divulgación de la ciencia en México: una aproximación* (México: Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica, 1994).