

CIENCIA Y CULTURA elementos

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

No. 53 Vol. 11 marzo-mayo 2004 \$25.00



Origen del agua y el oxígeno molecular en la Tierra **Fontúrbel, Molina** Óxido
nitrítico: un héroe disfrazado de villano **Lira, Arredondo** La genética y la comunidad
de sordos **Morales** La naturaleza e importancia de los virus **Santos, Borraz, Reyes**

S U M A R I O



© Lorena Campbell, Bogotá, 2002.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

rector, Enrique Doger Guerrero

secretario general, Enrique Agüera Ibáñez

vicepresidente de Investigación y Estudios de

Posgrado, Pedro Hugo Hernández Tejeda

ELEMENTOS

www.elementos.buap.mx

revista trimestral de ciencia y cultura

número 53, volumen 11, marzo-mayo de 2004

director, Enrique Soto Eguibar

subdirector, Marcelo Gauchat

consejo editorial, Beatriz Eugenia Baca, María de la

Paz Elizalde, Enrique González Vergara, Francisco

Pellicer Graham, Leticia Quintero Cortés, José Emilio

Salceda, Raúl Serrano Lizaola, Enrique Soto Eguibar

Cristóbal Tabares Muñoz, Gerardo Torres del Castillo

edición, Marcelo Gauchat,

José Emilio Salceda, Enrique Soto Eguibar

asistente, María del Refugio Álvarez Tlachi

diseño y edición gráfica, Jorge López Vela

portada e interiores, Lorena Campbell

impresión, Lithoimpresora Portales S.A. de C.V.

redacción, 14 Sur 6301, Ciudad Universitaria,

Apartado Postal 406, Puebla, Pue., C.P. 72570

email: elemento@siu.buap.mx

Revista registrada en Latindex y miembro de la

Federación Iberoamericana de Revistas Culturales.

Certificados de licitud de título y contenido 8148 y 5770.

ISSN 0187-9073

Origen del agua y el oxígeno molecular en la Tierra: 3

efecto sobre la biodiversidad

Francisco **Fontúrbel R.**, Carlos **Molina A.**

Óxido nítrico: un héroe disfrazado de villano 11

Verónica **Lira Ruan**, Raúl **Arredondo Peter**

La genética y la comunidad de sordos 19

Estela **Morales Peralta**

La naturaleza e importancia de los virus 25

Gerardo **Santos L.**, María **Borraz A.**, Julio R. **Reyes L.**

Los museos de ciencia, promotores de la cultura científica 35

María del Carmen **Sánchez Mora**

La descentralización de los servicios de salud en México (1981-2000) 45

Guillermo **Fajardo Ortiz**

Notas

EL SORPRENDENTE VACÍO CUÁNTICO 52

José Salvador Ruiz Fargueta

EL RECICLADO DE PAPEL Y CARTÓN 54

Noé Aguilar Rivera

Libros 57



© Lorena Campbell, Bogotá, 2002.





© Lorena Campbell, Cartagena, 2002.

Origen del agua y el oxígeno

molecular en la Tierra:
efecto sobre la biodiversidad

Francisco
Fontúrbel R.
Carlos
Molina A.

Los procesos de generación del agua y del oxígeno molecular en la Tierra son los principales responsables de la amplia variedad de formas en la que se manifiesta la vida hoy en día. Estas dos sustancias son los principales reactivos metabólicos de los organismos vivos en todos sus niveles de organización y complejidad.¹

El agua es necesaria para la formación y combinación de las diferentes moléculas inorgánicas y orgánicas que dieron origen a los coacervados, los cuales posteriormente originaron las primeras células, a partir de las que se desarrollaron todas las demás formas de vida.

La vida se originó en ausencia de oxígeno molecular; en un medio con condiciones extremas de temperatura, radiación y potencial Redox, la atmósfera primitiva era fuertemente reductora² y los organismos eran heterótrofos,¹ pero el aporte de oxígeno molecular, producto de reacciones químicas y metabólicas, dio lugar a uno de los cambios más importantes en el planeta: una atmósfera oxidante rica en O₂. El oxígeno molecular, que es metabólicamente más eficiente como aceptor final de electrones, permitió aumentar la cantidad de energía obtenida, lo que posiblemente permitió pasar de las formas unicelulares más simples a formas pluricelulares tan complejas como un vertebrado o una angiosperma, a lo largo de millones de años de evolución orgánica.

Luego de la formación de los elementos químicos por procesos de fusión nuclear, que inicialmente dieron lugar a elementos livianos, y por nuevas fusiones a elementos pesados (los cuales se forman en los astros), fue posible la aparición del agua y del oxígeno molecular en la Tierra.

Las teorías planteadas para ambos casos aún tienen falencias y dejan algunos aspectos sin explicar, pero los últimos avances³ han podido hilvanar una teoría lo suficientemente coherente y clara sobre estos dos fenómenos, que apoya los planteamientos de Oparin⁴ y Haldane⁵ acerca de la influencia de estos elementos sobre el metabolismo y la diversificación evolutiva.

En la presente revisión se pretende dar un enfoque descriptivo-crítico de las teorías de origen del agua y el oxígeno molecular en la Tierra, a fin de relacionar su efecto e influencia sobre la biodiversidad pasada y actual.

TEORÍAS DEL ORIGEN DEL AGUA EN LA TIERRA

En la actualidad se plantean dos teorías sobre el origen del agua en la Tierra: la teoría volcánica^{6, 7} y la teoría extraterrestre de los meteoritos transportadores de agua.^{3, 6, 8} Ambas teorías siguen en tela de discusión por las escuelas de científicos que toman una u otra posición, aunque actualmente se ha visto que lo más razonable es aceptar ambas teorías⁶ ya que una complementa en gran manera las falencias y vacíos de la otra y viceversa.

La teoría volcánica^{6, 7} plantea que el agua se formó en el centro de la Tierra, por reacciones a altas temperaturas (800 °K) entre átomos de hidrógeno y oxígeno. Las moléculas formadas por esta reacción fueron expelidas a la superficie terrestre en forma de vapor (por la temperatura a la que se encontraban); algo de este vapor de agua pasó a formar parte de la atmósfera primitiva (esta atmósfera primitiva carecía de oxígeno molecular), y otra parte se enfrió y condensó para formar el agua líquida y sólida de la superficie terrestre. Este proceso tomó millones de años, pero las evidencias experimentales que se tienen actualmente plantean que el agua está presente en la Tierra hace unos 3,8 billones de años.⁷

La teoría más reciente atribuye el origen del agua a causas extraterrestres. Numerosos estudios realizados por la NASA³ apoyan los planteamientos de Tobias,⁶ Mojzsis⁹ y Scienceweek,⁸ quienes afirman que el agua llegó a la Tierra en forma de hielo, en el interior de numerosos meteoritos, que al impactar sobre la superficie terrestre liberaron este compuesto y llenaron los océanos (o al menos parte de ellos).

Cuando esta teoría fue planteada recibió una gran cantidad de críticas y censuras, pero estudios referidos por Mojzsis⁹ hablan de otros impactos de meteoritos sobre la Tierra, a



los cuales se atribuye el haber contribuido con concentraciones significativas de otros elementos y moléculas químicas a la “sopa” donde se originaron las macromoléculas orgánicas y los coacervados. Posteriormente, científicos de la NASA³ han comunicado algunos descubrimientos que constituyen la primera evidencia sólida para este suceso: análisis del cometa S4 LINEAR han mostrado una similitud muy grande entre la composición y estructura química de éste con el agua que actualmente existe en los océanos de la Tierra, así como estudios de presencia de deuterio (átomos de hidrógeno con un neutrón extra, característicos de este tipo de cometas) inclusive en las profundidades de los mares, siendo que el D₂O se encuentra en toda el agua –independientemente del tipo de cuerpo de agua o la profundidad– en una relación natural aproximada de 99.85% de H y 0.15% de D.

Si bien ambas teorías son muy distintas y tienen poco en común, ambas todavía dejan algunas dudas sobre su validez, ya que ninguna de ellas explica del todo el origen del agua en el planeta. La teoría volcánica habla de una hidrogénesis masiva en el centro de la Tierra, proceso que fue desarrollándose paralelamente a la formación de la atmósfera primitiva,⁶ por lo que una parte considerable del agua generada por las reacciones químicas tuvo que evaporarse hacia el espacio o reaccionar con otros compuestos de la atmósfera primitiva.

Por otro lado, si bien la presencia de hielo en algunos planetas, la luna y algunos cometas apoya la teoría extraterrestre, los niveles de xenón presentes en la atmósfera terrestre son diez veces mayores que los presentes en los cometas, aunque se debe considerar que esta variación puede estar influenciada por las condiciones de gravedad en la Tierra que son diferentes a las de los cometas, y que el xenón –como gas noble– no sufre reacciones químicas y no puede ser fijado como compuesto. En este caso la interpretación de la cantidad de xenón puede ser usada como prueba tanto para aceptar como para refutar la teoría extraterrestre, de acuerdo a cómo se interpreten estos hallazgos.

Las consideraciones anteriores sugieren, según Tobias,⁶ que el agua en la Tierra no fue originada por una sola causa, sino que más bien debería pensarse en un hipotético origen mixto, ya que de esta manera se complementan ambas teorías bajo un postulado lógico y coherente: parte del agua se originó en la Tierra por reacciones a elevadas temperaturas y erupciones volcánicas, y la otra parte provino de los come-



© Lorena Campbell, Bogotá, 2002.

tas. Esta idea concuerda también con el planteamiento de que la atmósfera y los océanos se desarrollaron juntos.

Sin embargo, tampoco existen pruebas contundentes para aceptar plenamente el origen mixto, y quedan abiertas las puertas al planteamiento de otras nuevas teorías.

TEORÍA SOBRE EL ORIGEN DEL OXÍGENO MOLECULAR EN LA TIERRA

Para este caso, existe una sola teoría general aceptada –aunquetodavía bajo discusión– entre los científicos, la cual plantea que el oxígeno molecular en la Tierra se originó a partir de la fotosíntesis de las cianobacterias ancestrales.^{9, 10}

Antes de desarrollar esta teoría es importante repasar el origen del elemento oxígeno en la Tierra. Lazcano-Araujo¹ habla de la evolución química en la Tierra y plantea la fusión de los átomos de hidrógeno a elevadas temperaturas para formar nuevos átomos: inicialmente dos átomos de hidrógeno más dos neutrones dieron lugar a un átomo de helio, y luego el carbono se originó a partir de helio y berilio (formado por dos átomos de helio), y posteriormente el oxígeno se forma a partir de átomos de helio y carbono (Tabla 1).

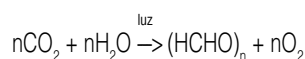
REACTIVOS	PRODUCTOS
$H + H + 2n^0$	$He^4 + \text{energía}$
$He^4 + He^4$	Be^8
$He^4 + Be^8$	$C^{12} + \text{energía}$
$He^4 + C^{12}$	$O^{16} + \text{energía}$

TABLA 1: Algunas reacciones de condensación nuclear a partir de átomos de hidrógeno, que dieron lugar al elemento oxígeno (según referencia 1).

El átomo de oxígeno fue uno de los primeros en formarse en el proceso de evolución química, sin embargo la forma diatómica (molecular: O_2) tardaría en aparecer porque la mayor parte del oxígeno se encontraba asociado a otros elementos (H, C, N, metales, etc.), y en este estado no era reactivo ni podía ser usado como aceptor final de electrones en las cadenas metabólicas.

Para describir el modelo de las cianobacterias, es necesario situarse en un planeta Tierra que ya posee grandes cantidades de agua, donde habitan microorganismos heterótrofos y fotosintéticos¹ distribuidos en diferentes profundidades, y por lo tanto con diferentes características ecológicas. En este planeta primitivo ya existía una atmósfera de carácter fuertemente reductor (totalmente reductor), debido a la heterogeneidad de la mezcla gaseosa que la componía,² en la cual los procesos metabólicos eran simples, anaerobios y de baja eficiencia energética.¹

Las cianobacterias son un grupo de microorganismos procariontes fotosintéticos, cercano a las algas (bajo algunas clasificaciones se encuentran clasificadas como algas verde-azules) por la presencia de pigmentos fotosintéticos clorofílicos que, mediante la acción de la luz, catalizan la siguiente reacción:



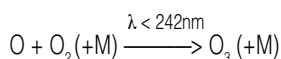
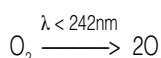
Esta reacción muestra el origen del oxígeno molecular a partir de la ruptura de las moléculas de agua, y de esta forma se fue aportando –durante millones de años– el O_2 a la atmósfera, incrementando su concentración hasta cambiar su carácter de reductora a oxidante.²



© Lorena Campbell, Bogotá, 2002.

Si bien la teoría de las cianobacterias plantea que este mecanismo fue el responsable de la presencia del O_2 en la atmósfera, evidencias experimentales han mostrado que puede no ser el único: la incidencia de la radiación ultravioleta produce la fotodegradación de la molécula de agua, que genera una cierta porción de oxígeno molecular,² sin embargo ésta no debió ser muy significativa porque la longitud de onda necesaria para la fotodegradación del agua ($\lambda < 210$ nm) es la misma que absorbe el oxígeno, y por lo tanto la reacción se detiene en poco tiempo.

La capa de ozono en la Tierra se formó como consecuencia de la aparición del oxígeno molecular atmosférico, puesto que las moléculas de oxígeno que se encontraban a mayor altura fueron alcanzadas por la radiación ultravioleta produciendo una molécula triatómica de oxígeno (O_3), denominada ozono, según la siguiente reacción:



Donde M es cualquier molécula que acepte el exceso de energía.

La acumulación del ozono sería otro de los factores que marcó el rumbo de la evolución orgánica en la Tierra, ya que esta capa actúa como un filtro muy eficiente de la radiación UV,¹ dañina para los organismos vivos a nivel del DNA.

IMPLICACIONES DEL AGUA Y EL OXÍGENO MOLECULAR EN LA EVOLUCIÓN Y DIVERSIFICACIÓN DE LOS SERES VIVOS

El agua es la condición esencial que propició la vida en el planeta debido a que en ella se dieron las reacciones de formación de los nuevos compuestos inorgánicos y orgánicos a partir de los átomos, moléculas y radicales libres que se encontraban en ella, con la intervención de descargas eléctricas y radiaciones lumínicas.

De no haber agua en la Tierra, no hubiese sido posible la formación de los coacervados, ya que ni siquiera hubiese ocurrido la condensación de átomos de carbono e hidrógeno en cadenas poliméricas, y menos aún la aparición de un metabolismo primario de flujo semipermeable de líquidos entre la parte interna y externa de las protomembranas poliméricas formadas por esa condensación de átomos. El agua fue, es y seguirá siendo el solvente universal de todas las sustancias inorgánicas y orgánicas, y esta solubilización de los componentes produjo nuevas combinaciones entre ellos, que poco a poco dieron origen a las moléculas biológicas que se conocen hoy en día.

Los organismos vivos dependen del agua para todas sus funciones vitales, incluso después de varios millones de años de evolución. No se conoce hasta la fecha organismo vivo alguno que no necesite de agua, ya que ésta forma entre el 5 y 95% del peso total de los seres vivos; es el reactivo y producto fundamental de todas las vías metabólicas conocidas actualmente. Incluso el oxígeno molecular se generó a partir del agua, ya que éste provino de la ruptura de la molécula de agua en hidrógeno y oxígeno, por la acción metabólica de las cianobacterias.¹



© Lorena Campbell, Bogotá, 2002.

Si bien el agua fue la condición esencial para la vida, la aparición del oxígeno molecular atmosférico en grandes cantidades fue posiblemente la responsable de la biodiversidad tal como se la conoce hoy en día.⁴ La presencia de oxígeno molecular en cantidades razonables hizo que la atmósfera primitiva de la Tierra cambiase de predominantemente reductora a predominantemente oxidante,² y que la molécula de O_2 estuviese disponible como aceptor final de electrones. Los microorganismos que primero dominaron la Tierra eran netamente heterótrofos, anaerobios, y algunos fotosintéticos, y su metabolismo era pobre en términos energéticos.¹ La aparición del oxígeno molecular hizo que éste pudiera ser usado como aceptor final de electrones de las vías metabólicas de algunos microorganismos, los cuales tuvieron una rápida radiación adaptativa por la gran ventaja energética que estas nuevas rutas metabólicas les proveían, y pasaron a ser la forma de vida dominante en el planeta,⁹ pero sin desplazar completamente a las formas heterotróficas y anaerobias (algunas de ellas siguen existiendo actualmente), ya que la distribución de O_2 no es homogénea en los ambientes naturales.

Aparte de la notable ventaja energética que confirió el oxígeno molecular al involucrarse en las rutas metabólicas de los microorganismos primitivos, la generación de la capa de ozono tuvo también un papel fundamental en la diversificación de los organismos.² La radiación ultravioleta penetraba por la atmósfera primitiva (en mayor cantidad que por la atmósfera actual, porque el H_2O y el CO_2 atmosféricos actuaban como filtros, aunque menos eficientes que el O_3) provocando diversos efectos sobre las moléculas de la "sopa" original, y fue gracias a ella que se formaron muchas de las sustancias necesarias para la formación de los coacervados y las protocélulas; sin embar-

go, la incidencia de la radiación uv sobre el material genético y estructural de los microorganismos ancestrales era un problema, ya que ésta produce la ionización y ruptura de los enlaces, y mutaciones en el DNA. Al crearse la capa de ozono –por acción de la misma radiación uv– se frenó de gran manera la entrada de las ondas uv a la Tierra, de esta manera se estabilizó la temperatura en la superficie y se redujo considerablemente la presión de selección sobre los microorganismos, dando lugar a una gran diversificación;¹ sin embargo, es conveniente aclarar que las formas de vida que se desarrollaron en las profundidades del mar no enfrentaron este problema porque la radiación uv sólo penetra unos pocos metros en el agua.

Estas dos ventajas permitieron pasar de formas celulares simples a formas más complejas y, lo más importante, permitieron pasar de formas unicelulares a formas pluricelulares. La aparición de nuevas rutas metabólicas y la generación de nuevas formas de las biomoléculas básicas produjeron la formación de los diferentes reinos y sus respectivos subgrupos. De no haberse generado el oxígeno molecular atmosférico en la Tierra, tal vez no hubiese sido posible siquiera pasar a las formas pluricelulares más simples, y en este momento el mundo estaría poblado por microorganismos heterótrofos de estructura y fisiología muy simple, a no ser que la ausencia de competidores aeróbicos hubiese cambiado el rumbo de la evolución hacia otro tipo de formas anaeróbicas.

Las organizaciones pluricelulares fueron desarrollando un metabolismo coordinado con una clara división de labores, ya que el oxígeno generó una "sobrealimentación" (relativa) de las células⁹ y les dio una mayor capacidad de

desarrollo. Los cambios metabólicos que se produjeron tanto en las formas unicelulares como en las pluricelulares fueron muy profundos y generaron una gran diversidad metabólica,⁴ mediante la cual los seres vivos pueden usar una amplia variedad de sustancias como fuente de energía para vivir.

El oxígeno se ha convertido en un elemento esencial para el metabolismo de los organismos vivos, tanto que varios filos de animales han desarrollado pigmentos transportadores de oxígeno⁵ que se encargan de llevarlo desde la superficie de los tejidos a todas las demás células.

Con las condiciones de agua y oxígeno molecular ya dadas, el proceso evolutivo produjo una gran diversidad de todo tipo de organismos vivos (plantas, animales, hongos, microor-



la presencia de la capa de ozono fue de mucha importancia, ya que la incidencia de la radiación uv sobre la superficie terrestre es mayor que en el agua. El proceso de colonización terrestre fue un gran paso para plantas y animales, puesto que precisó de una reformulación del plan estructural, metabólico y fisiológico de los mismos para aprovechar el oxígeno atmosférico y para hacer frente a las condiciones cambiantes de temperatura, la falta de humedad y el no tener una fuente constante de agua. Tampoco se debe desacreditar la extraordinaria adaptación de algunos organismos al medio acuático,



© Lorena Campbell, Bogotá, 2002.

ganismos) en los mares y cuerpos de agua del planeta Tierra. La vida en el medio acuático se desarrollaba con buenas perspectivas por las condiciones de disponibilidad hídrica, humedad, radiación lumínica y temperatura, pero entre los periodos geológicos Devónico y Silúrico¹¹ el oxígeno se convirtió en un recurso escaso en el agua, ya que por efecto de la temperatura y la presencia de otros solutos, la cantidad de oxígeno disuelto disponible para los organismos era cada vez menor.

Esta escasez de oxígeno en el medio acuático llevó a varios grupos de plantas, animales y microorganismos a migrar hacia el medio terrestre, donde si bien la cantidad de oxígeno es mucho mayor y es más fácilmente asimilable, el resto de las condiciones ambientales son menos favorables que en el agua; es importante aclarar que, para este proceso,

que desarrollaron eficientes mecanismos para capturar el escaso oxígeno que se encuentra disuelto en el agua, tal es el caso de los peces y algunos invertebrados.

Una vez que el medio terrestre fue colonizado con éxito por los distintos grupos de organismos, se propició un nuevo estallido de diversidad, a partir del cual se generaron las miles de especies (vivas y extintas) que se conocen hoy en día.

CONCLUSIONES

Después de revisar las teorías del origen del agua y el oxígeno molecular en la Tierra, se determinó que ambos fenómenos son directamente responsables de la biodiversidad que se conoce hoy en día.

La aparición del agua en el planeta –tanto por causas volcánicas como por causas estelares– fue el requisito esencial



para que se originara la vida, ya que sin este medio y solvente universal no habría sido posible el complejo conjunto de reacciones químicas que formaron las biomoléculas que dieron origen a los coacervados y posteriormente a las primeras células.

El oxígeno fue quizá el factor determinante para la explosión de formas uni y pluricelulares, ya que propició una serie de cambios metabólicos muy complejos que permitieron emplear al oxígeno como aceptor final de electrones y así obtener mayor energía de las sustancias químicas. Esta evolución del metabolismo permitió pasar a formas unicelulares más

REFERENCIAS

- ¹ Lazcano-Araujo, A., *El origen de la vida. Evolución química y evolución biológica*. 3ra. edición, Editorial Trillas, México DF, 1989, pp. 29-31, 39-41, 69-73.
- ² Folsome, E., *Origen de la vida*, Editorial Reverté, Barcelona, 1989, pp 35-56.
- ³ NASA Goddard Space Flight Center. *First evidence that comets filled the oceans: A dying comet's kin may have nourished life of Earth*, 2001. <http://www.gsfc.nasa.gov/gsfsc/spacesci/origins/linearwater/linearwater.htm>
- ⁴ Oparin, A.I., *Origen de la vida sobre la Tierra*, Editorial Tecnos, Madrid, 1970, pp. 299-312.
- ⁵ Haldane, J.B.S., *The causes of evolution*, Princeton Science Library, New Jersey, 1990, pp. 86-87.
- ⁶ Tobias, C., *What do we know about the origin of the earth's oceans? Is it more likely that they derive from icy comets that struck the young Earth or from material released from the Earth's interior during volcanic activity?*



complejas y a formas pluricelulares, que en el curso de millones de años de evolución dieron lugar a plantas, animales y hongos, cada grupo con una diversidad extraordinaria.

La colonización terrestre se debió en gran medida a la escasez del factor oxígeno en el agua, si bien muchas de las formas acuáticas se adaptaron para aprovechar los niveles de oxígeno presentes en el agua, muchas otras migraron al medio terrestre donde éste es más abundante, pero tuvieron que pasar un largo proceso de adaptación para hacer frente al resto de las condiciones ambientales del nuevo medio.

Finalmente, de no haberse formado el agua no habría vida en el planeta, y de no haberse formado el oxígeno molecular atmosférico, tal vez no habrían existido formas pluricelulares, sino solamente organismos heterótrofos más simples, de metabolismo anaeróbico.

Scientific American: Ask the Experts: Environment, sf., <http://www.sciam.com/askexpert/environment/environment13.html>

⁷ Wood, C., *I've hear that the water of the oceans came from volcanoes*, sf., Personal communication with Cliff Unger, posted on Internet at http://volcano.und.nodak.edu/vwdocs/frequent_questions/grp13/question1650.html

⁸ Scienceweek, *Science-week focus report: Earth science: Origin of water on Earth*, 1999, <http://scienceweek.com/swr065.htm>

⁹ Mojzsis, S., "El origen de la vida en la Tierra", *National Geographic*, en español, vol. 2 (3) 1998, pp 54-81.

¹⁰ Science a Go Go, *Rocks provide clues to origin of oxygen on Earth*. 2000, http://www.scienceagogo.com/news/20000706041735data_trunc_sys.shtml

¹¹ Achá, D., F. Fontúrbel & D. Mondaca, *Manual de introducción a la botánica*, 2da. edición, La Paz. En preparación.

Francisco Fontúrbel R. y Carlos Molina A., Universidad Mayor de San Andrés, Carrera de Biología, La Paz, Bolivia.
fonturbel@yahoo.es



© Lorena Campbell, La Habana, 1995.

Óxido nítrico:

un héroe disfrazado de villano

Verónica

Lira Ruan

Raúl

Arredondo Peter

EL ÓXIDO NÍTRICO EN LA VIDA COTIDIANA

Es bien sabido que cuando algo funciona correctamente se debe a que sus componentes se encuentran en el lugar y el momento adecuados. Muestras de ello las hay como estrellas en el cielo. Por ejemplo, para que ustedes lean este artículo fue necesario, entre muchas otras cosas, que nosotros recordáramos la historia que se describe a continuación, que la organizáramos de un modo coherente y que la escribiéramos. Después del proceso editorial, un vehículo llevó este ejemplar de *Elementos* al sitio en donde ustedes lo compraron. Al momento que ustedes leen este artículo, se ponen en funcionamiento las células de su sistema visual y las redes nerviosas que llevan la información hasta el cerebro, para procesarla y almacenarla en la memoria. Después de leer este artículo ustedes se podrán dar cuenta de que los acontecimientos anteriores tienen un protagonista en común, el óxido nítrico, el cual se debe encontrar en el lugar y momento adecuados para que se complete el trayecto que inicia con la escritura del artículo, y que culmina con el almacenamiento de la información en el cerebro del lector. Veamos a qué nos referimos específicamente. El óxido nítrico, al que llamaremos por su nombre corto y mundialmente aceptado de NO (las siglas en Inglés de *nitric oxide*), es un gas inodoro e incoloro, que se forma por la unión de dos átomos, uno de nitrógeno (N) y otro de oxígeno (O). El NO se produce durante la combustión de la gasolina de los automóviles, y forma parte de esa pesadilla a la que llamamos “smog”. Una vez en la atmósfera, el NO se desplaza a la estratósfera (a una altitud de unos 18,000 m), en donde participa en la degradación de la capa de ozono,

la cual protege a la superficie de la Tierra, o litosfera, de la radiación ultravioleta (uv). Con estos antecedentes seguramente ustedes han dibujado en su mente una imagen de villano del NO, y les resulta difícil imaginar que esta molécula pequeña, y hasta este momento dañina, tiene cualidades que la hacen acreedora de la imagen de héroe que encabeza el título de este artículo. Durante los últimos años se ha descubierto que el NO realiza funciones que son importantes para la sobrevivencia de los organismos, las cuales analizaremos a continuación.

EL PRIMER ENCUENTRO CON EL NO EN LOS ORGANISMOS

La historia del descubrimiento del NO como una molécula importante en la fisiología de los organismos es relativamente nueva, y comenzó durante los primeros veinticinco años del siglo xx. Sin embargo, el hombre, sin saberlo, ha utilizado el NO desde el principio de la civilización. Por ejemplo, los antiguos sumerios curaban las carnes con sales de nitratos, lo que les permitía preservar su color rojo y, además, eliminar a la bacteria que causa el botulismo (*Clostridium botulinum*). Esto se debe a que las sales de nitratos producen NO, el cual es un bactericida potente. Entre finales del siglo xix y principios del siglo xx, se aprovechó el efecto que tiene el NO en la fisiología del cuerpo humano, sin embargo, el uso del NO como fármaco fue casual. Durante esa época era común administrar nitroglicerina a los pacientes que sufrían de angina de pecho. En esos pacientes, la administración de nitroglicerina provoca una vasodilatación de las arterias coronarias y, con ello, el alivio del dolor y la disminución de la posibilidad de sufrir un infarto al miocardio. El mecanismo que está detrás de este efecto fue desconocido hasta mediados de la década de 1980, cuando se estableció que la nitroglicerina libera NO y que esta molécula es la responsable de disminuir la presión sanguínea.^A De este modo se inició la historia de la investigación que ha permitido entender el papel que juega el NO en la fisiología de los organismos.

LA DOBLE PERSONALIDAD DEL NO

Actualmente se sabe que el NO se produce en el cuerpo humano en una gran variedad de tipos celulares, y que participa en procesos que permiten la supervivencia de los orga-



nismos, tal como la regulación de la presión sanguínea, el desarrollo del sistema nervioso central, facilitar la transmisión nerviosa en los procesos de aprendizaje y memoria, y la activación de la respuesta inmune. El NO participa en la reproducción sexual, ya que funciona como señal en las primeras etapas del desarrollo embrionario.^B En otros organismos, como las plantas, el NO también interviene en procesos importantes, como son el metabolismo, el desarrollo y la defensa. Sin embargo, no todo es miel sobre hojuelas, el NO también puede resultar muy dañino, ya que la pérdida de control en sus niveles tiene consecuencias graves que ponen en peligro la supervivencia del organismo. El mal funcionamiento en la producción o disponibilidad del NO se asocia con enfermedades como la hipertensión, la disfunción eréctil (la función del fármaco llamado Viagra es prolongar el efecto del NO en la dilatación de los vasos sanguíneos en el cuerpo cavernoso del pene, lo que permite la entrada de la sangre que es necesaria para lograr la erección), procesos neurodegenerativos, como la enfermedad de Alzheimer y el mal de Parkinson, y con disfunciones del sistema inmune, como el choque séptico, lo que puede resultar en la muerte del paciente. El NO es un villano terrible para los organismos patógenos, como las bacterias. La respuesta de defensa de los animales y las plantas incluye a la producción de NO que, debido a su poder bactericida, elimina a los patógenos. En suma, el protagonista de esta historia, el NO, es una especie de doctor Jekyll y mister Hyde, debido a que es una molécula poderosa que regula funciones vitales y que, sin embargo, resulta fatal si está fuera de control.¹

PERFIL QUÍMICO DEL ÓXIDO NÍTRICO

Detrás de todo gran personaje existe una serie de motivos que permiten entender la razón por la que el héroe o villano se hace de tal reputación. El óxido nítrico no es la excepción, y para comprender su funcionamiento es necesario analizar de forma breve las características químicas de esta molécula.

El NO es una molécula formada por dos átomos, un átomo de oxígeno (O) y otro de nitrógeno (N). El número de partículas subatómicas que forman a un átomo es específico de cada elemento, y esta característica determina las propiedades de los elementos. El oxígeno tiene 8 electrones y el nitrógeno tiene 7 electrones; por lo tanto, cuando estos dos

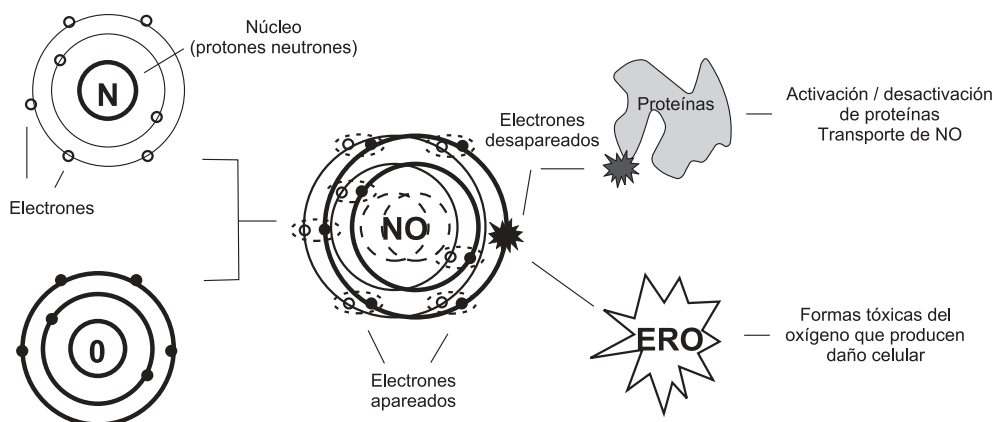


FIGURA 1. Formación del óxido nítrico. Una molécula de óxido nítrico (NO) se forma por la combinación de un átomo de nitrógeno (N) y uno de oxígeno (O). La molécula de NO posee un electrón desapareado, el cual interactúa rápidamente con otras moléculas que también tienen electrones desapareados, tales como las proteínas o las especies reactivas del oxígeno (ERO).

átomos se encuentran sus electrones se aparean para formar una molécula de NO, que contiene un electrón desapareado (Figura 1). La presencia del electrón desapareado permite al NO interactuar rápidamente con otros átomos que son abundantes en los sistemas biológicos, tal como el N y el azufre (S) que forman parte de las proteínas. La unión del NO a las proteínas, u otras moléculas, se llama nitrosación, y este proceso es la base química que permite al NO ejercer diversas funciones en los organismos (Figura 1). El NO también interactúa con átomos metálicos, como el hierro (Fe), el cual forma parte de proteínas que se conocen como ferroproteínas o hemoproteínas. Estas proteínas son fundamentales en la regulación de un gran número de funciones biológicas, como la producción de energía, el transporte y almacenamiento del oxígeno y la transducción de señales, es decir, el proceso que coordina la respuesta en el interior de la célula a las señales externas.

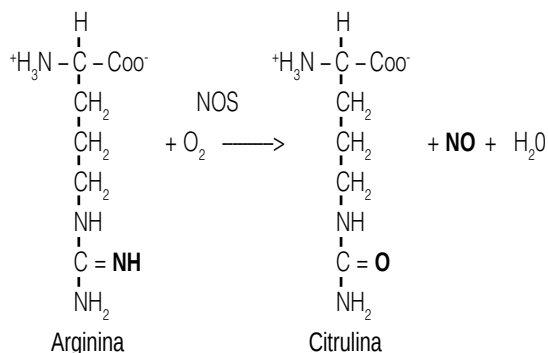
Por otro lado, el NO reacciona rápidamente con el oxígeno molecular (O_2) y con diferentes formas del O_2 que son altamente reactivas, como los radicales superóxido (O_2^-) e hidroxilo (OH), los cuales son sumamente tóxicos. La interacción del NO con el O_2^- genera peroxinitrito y otras formas reactivas del N que también son tóxicas, por lo tanto, la combinación del NO con las formas reactivas del O_2 constituye el principal mecanismo mediante el cual el NO daña a las células.²

La mayoría de las moléculas que regulan la fisiología de los organismos, como las proteínas y algunas hormonas, son moléculas complejas que requieren de receptores y canales en la superficie celular para poder entrar o salir de la célula. En cambio, el NO es una molécula pequeña y neutra que difunde libremente a través de la membrana celular. Así,

el NO puede alcanzar rápidamente a las moléculas con las que interactúa en el interior de la célula.

VIDA Y OBRA DEL NO EN LOS ORGANISMOS

Los componentes de las células, como son las proteínas, azúcares, lípidos y ácidos nucleicos, se sintetizan en el organismo de manera ordenada a través de un sistema de reacciones en serie. La síntesis del producto final puede regularse en una o más de las etapas intermedias de dicha serie de reacciones. El NO se produce mediante la acción de la enzima llamada óxido nítrico sintasa (NOS, siglas que provienen del inglés *nitric oxide synthase*), la cual contiene diferentes moléculas accesorias que trabajan en conjunto para formar el NO a partir del aminoácido arginina y O_2 . Durante esta reacción la arginina se convierte en una molécula de citrulina al liberar NO y consumir O_2 (el cual dará lugar a una molécula de agua):



La actividad de la enzima NOS se regula mediante la disponibilidad de diversas materias primas (o sustratos), como son la arginina, el O_2 y otras moléculas que son necesarias para la síntesis del NO. En los mamíferos, como el hombre y el ratón, existen diferentes tipos de NOS que se activan en tejidos particulares y que se regulan por señales específicas, tal como los niveles de calcio. La regulación de la actividad de las NOS es de suma importancia, debido a que el exceso en la producción, o la disminución en la síntesis de NO puede conducir al mal funcionamiento, e incluso a la muerte del organismo.

Las primeras investigaciones sobre el NO en la fisiología humana se iniciaron con el estudio del papel que juega en la regulación de la presión sanguínea. Cuando la presión sanguínea es alta se genera una señal en las neuronas, la cual tiene como blanco a las células endoteliales de los vasos sanguíneos. Esta señal induce la síntesis del NO por las NOS del tejido endotelial, el NO que se produce difunde hacia la capa de músculo liso que rodea al vaso sanguíneo; una vez dentro de las células musculares, o miocitos, el NO activa a la enzima guanilato ciclasa (que contiene Fe), la cual inicia una serie de reacciones que conducen a la relajación del músculo liso y, por consiguiente, a la disminución de la presión sanguínea. La identificación del NO como la molécula mensajera que controla a la presión sanguínea constituye un hito en la comprensión del modo de acción del NO en diversos escenarios fisiológicos (los descubridores de este mecanismo, los doctores Ignarro, Furchgott y Murad, obtuvieron el premio Nobel de Medicina en 1998^c). Por la misma época en que se realizaban estos descubrimientos, a mediados de la década de 1980, otro grupo de investigadores que estudiaban a los macrófagos, que son células del sistema inmune, encontraron que estas células también producen NO cuando se estimulan por señales que provienen del propio sistema inmune después de detectar a un agente patógeno. El NO que producen los macrófagos resulta tóxico para las células infectadas y los agentes patógenos, debido a que ingresa en las células e inactiva a las proteínas que son importantes para la producción de energía, la transducción de señales y la síntesis de los ácidos nucleicos, lo cual provoca la muerte celular.

Las investigaciones sobre la función del NO en el sistema cardiovascular y en la respuesta inmune se desarrollaron casi simultáneamente, y poco tiempo después se inició el



estudio de la fisiología del NO en diversos sistemas biológicos. Por ejemplo, en el sistema nervioso central se encontraron neuronas que son capaces de producir NO en el hipocampo, que es una región relacionada con el aprendizaje y la memoria. Posteriormente, se detectó la producción de NO en otras regiones del cerebro, por ejemplo, en las áreas visual y olfativa, de modo que, al parecer, el NO también es importante en la percepción sensorial. En la década de 1990 se encontró que las células del sistema nervioso periférico también producen NO. Por ejemplo, el NO se produce en las neuronas que inervan al músculo liso del sistema vascular, el tejido endotelial del estómago y los pulmones. La participación del NO en procesos distintos que se llevan a cabo simultáneamente mostró que esta molécula regula redes fisiológicas que son importantes para el buen funcionamiento de diversos tejidos. En este contexto, es evidente que el control de la producción de NO es una cuestión de vida o muerte; por ejemplo, la producción descontrolada de NO se ha asociado con la muerte neuronal en algunas zonas del cerebro, lo cual ocurre en procesos neurodegenerativos, como la enfermedad de Alzheimer. Además, el daño neuronal que causa la isquemia, o falta de flujo de O_2 al cerebro, se debe en parte a la formación del peroxinitrito ($ONOO^-$), que es una forma muy tóxica del NO, el cual se produce cuando se reestablece el flujo de O_2 al cerebro.¹

Durante el recorrido por los escenarios en los que el NO actúa hemos comprobado que, pese a su simplicidad química, es una molécula con una gran versatilidad, lo que le permite regular de un modo fino y complejo una gran variedad de funciones que son de importancia para la vida de los organismos. Por lo tanto, resulta necesario conocer con mayor detalle el funcionamiento del NO en el organismo. El interés por entender la química y el efecto fisiológico del NO se ha extendido al estudio de las funciones de esta molécula en diversos organismos, incluyendo a las plantas y bacterias. Esta es la parte más reciente de la historia del NO y la que ha brindado grandes sorpresas.

TRAS LA PISTA DEL NO EN LAS PLANTAS

El NO apareció como protagonista en la fisiología vegetal cuando se descubrió su participación en la respuesta de las plantas contra el ataque de agentes patógenos. Desde principios de la

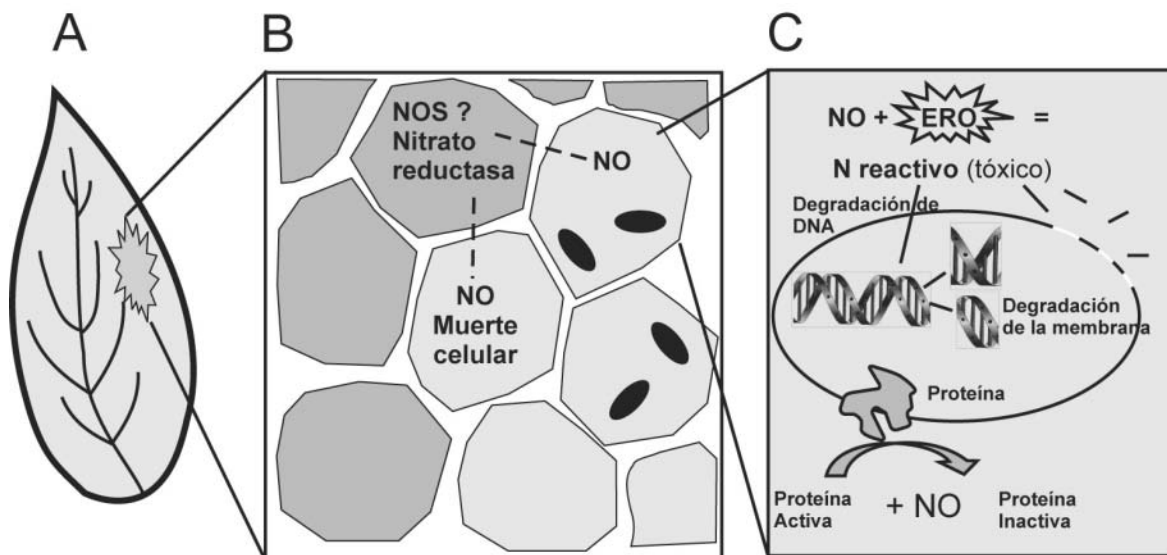


FIGURA 2. El papel del NO en la defensa de las plantas contra el ataque de patógenos. (A) En una hoja de una planta que fue infectada por una bacteria patógena se forma una mancha (representada por la punteada) en la región en donde se localiza la infección. (B) El acercamiento a la zona infectada permite observar que las células sanas (que se muestran en gris oscuro) producen NO, probablemente mediante la actividad de la enzima NOS, y por la acción de la enzima nitrato reductasa. El NO difunde hacia las células infectadas por el agente patógeno (que se representa como óvalos negros) y hacia las células vecinas, en donde provoca la muerte celular (células que se muestran en gris claro), lo que permite confinar al patógeno a la zona de la infección. (C) El NO actúa como un agente bactericida en las células infectadas al interactuar con las especies reactivas del oxígeno (ERO), lo que genera formas tóxicas del N, las cuales dañan a los patógenos mediante la degradación de la membrana celular y el ADN, así como la inactivación de proteínas que son importantes para la supervivencia.

década de 1990 a la fecha, las investigaciones en esta área del conocimiento han aportado información nueva cada día. Las plantas, a diferencia de otros organismos, son seres que no se desplazan, de modo que han desarrollado mecanismos de defensa que se basan en la generación de compuestos químicos que son tóxicos para el agente infeccioso, lo que les permite evitar el daño que causan los virus, bacterias, hongos o diversos depredadores. El arsenal químico que contienen las plantas es amplio y variado, ya que sintetizan desde sustancias que resultan simplemente desagradables al gusto, como por ejemplo el girasol, que sintetiza compuestos terpenoides que producen un sabor agrio que ahuyenta a los depredadores, hasta venenos potentes, como el cianuro que se acumula en la raíz de algunas plantas tropicales y en las flores de la alfalfa. De modo general, la primera línea de defensa se activa cuando la planta sufre algún daño, desde una herida por un corte, hasta la infección por microorganismos. Esta primera línea de defensa consiste en la generación abrupta de especies reactivas del O_2 , lo que permite aislar al patógeno en el sitio de la lesión mediante la muerte de las células que fueron infectadas; como resultado, el patógeno queda inmovilizado en una región muerta de la planta de donde no tiene escapatoria y, finalmente, es eliminado (Figura 2).

El NO se genera durante la primera respuesta al ataque de un patógeno, y se ha encontrado que desempeña más de

una función en el mecanismo de defensa de la planta. En primer lugar, actúa en combinación con otras moléculas tóxicas, como el peróxido de hidrógeno (H_2O_2 , comúnmente conocido como agua oxigenada), lo que permite eliminar a los patógenos. En segundo lugar, el NO funciona como un mensajero que coordina los procesos que conducen a la muerte de las células que fueron infectadas por el patógeno. Este mecanismo se lleva a cabo al promover la activación de genes y proteínas que son importantes en la defensa de la planta. Por si esto fuera poco, dependiendo de la etapa de la respuesta de la planta, el NO también funciona como un agente protector de las células vegetales al inactivar a las especies reactivas del O_2 . La participación del NO en la respuesta de defensa de la planta es uno de los ejemplos más impresionantes de la gran versatilidad de esta molécula, lo que le permite modular procesos que ocurren simultáneamente en el interior de la célula.³

La participación del NO en este mecanismo abrió la puerta para la búsqueda de otras funciones suyas en la fisiología vegetal. Actualmente sabemos que el NO es una molécula esencial para el desarrollo de las plantas, ya que estimula la germinación de las semillas, promueve la expansión de las hojas y el crecimiento de la raíz primaria, y retarda la madura-



© Lorena Campbell, Bogotá, 2002.

ción de los frutos (es decir, el NO contribuye a que los jitomates duren frescos durante más tiempo). La participación del NO en estas funciones se lleva a cabo en asociación con otras moléculas, tales como las hormonas vegetales, y su efecto ocurre mediante la nitrosación de las proteínas.⁴

Las plantas, al igual que el resto de los organismos, están frecuentemente expuestas a condiciones ambientales adversas, a las que llamamos condiciones de estrés; por ejemplo, la falta de agua, las temperaturas extremas y la contaminación por agentes químicos. Para sobrevivir a estas condiciones, en las plantas existen procesos que les permiten modificar su metabolismo, lo que da lugar a la adaptación de la planta a las condiciones adversas. La contribución del NO en la respuesta al estrés es ambigua, es decir, esta molécula puede participar como héroe o villano, según las condiciones que prevalezcan. Por ejemplo, cuando las plantas se tratan con herbicidas se produce un estrés debido al incremento intracelular de especies reactivas del O_2 , lo cual conduce a la muerte de las células en la hoja. Se ha comprobado que el NO contribuye a la destoxificación de los herbicidas en las plantas ya que inactiva a las especies reactivas del O_2 , con lo cual aminora el daño que el herbicida podría causar. Sin embargo, a su vez el NO también puede causar daño. Por ejemplo, inhibe la fotosíntesis, por lo cual genera un problema de estrés ya que se limita la cantidad de nutrientes y energía que la planta requiere para su funcionamiento.⁵ Muchos de los procesos en los que participa el NO en las plantas están razonablemente bien estudiados, de modo que

aparece como una pieza nueva que encaja en varios sitios del complejo rompecabezas de la biología vegetal.

MISTERIOS NO RESUELTOS

Aunque es mucho lo que se sabe acerca de la química y los efectos fisiológicos del NO, todavía existen muchas preguntas que quedan por contestar. Actualmente, el NO es una de las moléculas que más se estudian en todo el mundo. No obstante, aún se desconoce el mecanismo mediante el cual las células productoras de NO, tales como las neuronas o los macrófagos, resisten al efecto tóxico de esta molécula. La respuesta comienza a vislumbrarse a partir del estudio de las bacterias patógenas que son resistentes al NO. Éstas responden al ataque por NO mediante dos vías. Una es la síntesis de proteínas que contienen Fe, lo cual les permite atrapar al NO y convertirlo en una molécula inocua. Un ejemplo muy interesante de estas proteínas son las flavohemoglobinas de las bacterias, las cuales son capaces de oxigenar al NO para formar nitrato (NO_3), que es una forma no tóxica del nitrógeno; se ha observado que las bacterias que son incapaces de sintetizar dicha flavohemoglobina son altamente sensibles al NO y, por lo tanto, pierden su patogenicidad. Otro mecanismo de resistencia al NO se descubrió en *Helicobacter pylori*, que es una bacteria que se aloja en la película mucilaginosa del estómago y que se asocia con la existencia de gastritis crónica y cáncer del estómago. Esta bacteria produce la enzima arginasa que consume a la arginina del huésped. La arginina es el aminoácido precursor en la producción del NO, por lo que la actividad de la arginasa



resulta en la carencia de arginina para la síntesis de NO por parte de la NOS de los macrófagos. De esta manera *H. pylori* evade a uno de los mecanismos de defensa del sistema inmune del huésped.

Otro misterio no resuelto es el origen del NO en las plantas. La búsqueda de la enzima NOS, u otras enzimas similares, se inició cuando se detectó la presencia de NO en las células vegetales. Los resultados que se han obtenido hasta este momento son particularmente intrigantes, ya que existen evidencias de que las plantas sintetizan NO a partir de la arginina y, por lo tanto, que existe una NOS vegetal. Sin embargo, los esfuerzos para detectar a la NOS, o al gen que la sintetiza, han sido infructuosos. Por otro lado, recientemente se demostró que una proporción alta del NO que se genera en las células vegetales se forma como un producto intermediario en el proceso de la asimilación del nitrógeno, mediante la acción de la enzima nitrato reductasa. Así las cosas, los esfuerzos de los investigadores de esta área se enfocan a estudiar con detalle el funcionamiento de la nitrato reductasa en los diferentes órganos de las plantas, así como a extender la búsqueda de fuentes no enzimáticas de NO.⁴

Aún queda un camino largo que recorrer para poder contestar estas y otras preguntas, así como para comprender la relación que existe entre el NO y moléculas tales como las hormonas, los neurotransmisores y las proteínas reguladoras de la expresión de los genes. La solución a estas interrogantes contribuirá no sólo a la mejor comprensión de la fisiología animal y vegetal, sino también al diseño de nuevos agentes terapéuticos que permitan solucionar problemas de salud humana y medio ambiental.

NOTAS

- ¹ Existe una revisión muy interesante sobre la relación entre el NO, la nitroglicerina y la salud, en la siguiente página de internet: <http://www.beyonddiscovery.org> (en la sección "article index" ir a la liga "From explosives to the gas that heals").
- ² Para saber más acerca de este tema en particular, se recomienda al lector visitar la siguiente página de internet: www.stanford.edu/dept/news/report/news/august9/sperm-89.html.
- ³ El lector interesado en conocer más sobre los premios Nobel puede visitar la siguiente página de internet: <http://www.nobel.se>

REFERENCIAS

- ¹ Lancaster, J. R., "Nitric oxide in cells", *American Scientist*, vol. 80, 1992, pp. 248-259.
- ² Stamler, J. S., Singel, D. J. y Loscalzo, J., "Biochemistry of nitric oxide and its redox-activated forms", *Science*, vol. 258, 1992, pp. 1898-1902.
- ³ Durner, J. y Klessig, D. F., "Nitric oxide as a signal in plants", *Current Opinion in Plant Biology*, vol. 2, 1999, 369-374.
- ⁴ Lamattina, L., García-Mata, C., Graziano, M. y Pagnussat, G., "Nitric oxide: the versatility of an extensive signal molecule", *Annual Review of Plant Biology*, vol. 54, 2003, pp. 109-136.
- ⁵ Beligni, M. V. y Lamattina, L., "Nitric oxide in plants; the history is just beginning", *Plant Cell and Environment*, vol. 3, 2001, pp. 267-278.

Verónica Lira Ruan, estancia posdoctoral en la Universidad de Manitoba, Canadá; Raúl Arredondo Peter, Laboratorio de Biofísica y Biología Molecular, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
liraruan@ms.umanitoba.ca



© Lorena Campbell, Bogotá, 2002.

La genética y la comunidad de **sordos**

Estela
Morales Peralta

La ciencia y la tecnología se han convertido en fuerzas sociales extraordinarias, cuyas relaciones con los intereses sociales son indiscutibles a tal punto que constituyen uno de los aspectos centrales de la vida moderna. Influyen absolutamente en todo, incluyendo la intimidad del hombre, la reproducción humana, la extensión de la vida y sus límites con la muerte.¹ El Proyecto del Genoma Humano (PGH) comenzó en los Estados Unidos y en la actualidad participan además países europeos y Japón lo que demuestra tendencias relevantes del desarrollo científico y tecnológico contemporáneo en la que el mundo no está globalizado sino más bien tripolarizado. Los principales objetivos del PGH están encaminados a obtener el mapa de los genes humanos así como secuenciar el genoma del hombre y desarrollar nuevas tecnologías de biología molecular y bioinformática que permitirán en la práctica:

1. Profundizar sobre los conocimientos básicos relacionados con el control de la expresión génica, los mecanismos de diferenciación y especialización.

2. Mostrar la predisposición a desarrollar enfermedades de comienzo tardío. En la práctica significa detectar a individuos con alto riesgo genético de desarrollar enfermedades comunes tales como el cáncer, diabetes, cardiopatías isquémicas, etc., y desplegar toda una serie de medidas preventivas para evitar en ellos el desarrollo de estas afecciones a través de un modo de vida adecuado. En otras palabras, hacer que la medicina sea más predictiva y preventiva.



© Lorena Campbell, Bogotá, 2002.

3. Desplegar una farmacoterapia personalizada con el estudio de los genes que tienen relación con el metabolismo y biodisponibilidad de las drogas y desarrollar nuevos fármacos de mayor especificidad etiológica.

4. Insertar el gen sano o modificar la expresión de los genes nocivos con intención de curar las enfermedades hereditarias.

5. Diagnosticar tempranamente las enfermedades genéticas, incluso en periodo prenatal con lo que se podrá, entre otras cosas, seleccionar positiva o negativamente los individuos en función de su información genética, esto es, intentar obtener individuos con características predeterminadas a través del diagnóstico prenatal.² Es obvio que el PGH será de enorme beneficio e importancia para aquellos individuos y familias que tienen riesgo de padecer enfermedades hereditarias. Pero la situación no radica en solo analizar lo que a través de la ciencia y la tecnología se puede hacer. Hay que tener en cuenta al hombre, sus valores y opiniones. En tal sentido, en este trabajo se realizan algunas reflexiones sobre problemas sociales que promueven la posibilidad de la aplicación práctica de los avances logrados a través del PGH para la comunidad de sordos, especialmente los relacionados con la aplicación del diagnóstico prenatal.

DIAGNÓSTICO PRENATAL

El diagnóstico prenatal es una opción para aquellas familias en riesgo de tener hijos con una enfermedad genética o malformación congénita. Lleva implícito un asesoramiento

genético que es un proceso de comunicación a través del cual los enfermos, o familiares en riesgo de padecer o transmitir enfermedades de etiología genética, reciben información sobre el diagnóstico, el riesgo de padecerlas o transmitir las así como el pronóstico y tratamiento, las opciones reproductivas y las formas de mejorarlas; además, se les brinda apoyo psicológico y social.

El diagnóstico prenatal permite a la pareja tomar una decisión en torno a la evolución de un embarazo y puede, o no, estar seguido del aborto del afectado. En otras palabras, el objetivo del diagnóstico prenatal no es la interrupción del embarazo en aquellos casos en que su resultado sea el de la identificación de una enfermedad, sino el de proveer información sobre el estado de salud del feto con relación a una enfermedad para la cual presenta un riesgo incrementado.

En la *Guía sobre aspectos éticos y provisión de servicios de genética*, desarrollada en el Programa de Enfermedades Hereditarias de la OMS se señala que el diagnóstico prenatal y el aborto selectivo deben desarrollarse en el marco del cumplimiento de cinco principios, algunos de los cuales están reflejados desde la antigüedad en el juramento hipocrático:³

1. El respeto por las personas (autonomía): se basa en el derecho del paciente a tomar sus decisiones con conocimiento de causa y sin coacción externa; se trata de establecer una relación de tipo horizontal, de igual a igual.

2. Beneficencia (hacer el bien): la obligación de asegurar el bienestar de las personas actuando positivamente, y sobre todo maximizar los beneficios que pueden obtener.

3. No maleficencia (no hacer daño): la obligación de minimizar el daño a las personas y, siempre que sea posible, eliminar las causas que puedan afectarlas.



© Lorena Campbell, Bogotá, 2002.

4. Proporcionalidad: el deber, cuando se tomen acciones que incluyan riesgos de daño, de balancear los riesgos y los beneficios, esto es, que las acciones tengan las mayores posibilidades de resultar en menor daño y en mayor beneficio para las personas involucradas directamente y los miembros de su grupo.

5. Justicia: regula la relación del médico con otros actores: el hospital, la sociedad, así como la distribución de los recursos y la proporcionalidad de los mismos.³

De este modo el diagnóstico prenatal se debe ofrecer en el marco de un servicio de salud accesible donde ante todo se debe respetar la decisión de la pareja que acuda de forma voluntaria, sea legalmente apta, y que reciba la información correcta de todas las opciones disponibles, liberada de cualquier sentimiento paternalista y discriminatorio, principios en los que se basa el asesoramiento genético no directivo.

LAS SORDERAS HEREDITARIAS

Y LOS AVANCES TECNOLÓGICOS ACTUALES

La sordera es la disfunción neurológica más frecuente, incluye cualquier pérdida de la capacidad para percibir y discriminar sonidos. En los países desarrollados se ha demostrado que la prevalencia de la sordera aumenta de forma dramática con la edad, afectando aproximadamente a uno de cada 1 000 niños, al 4% de las personas menores de 45 años, y al 36% de los individuos mayores de 75 años de edad. Se calcula que aproximadamente 25% de la población general tiene algún tipo de problema auditivo.⁴ Estando la sordera relacionada íntimamente con la comunicación del hombre, de esta forma trasciende la afectación de la función auditiva para convertirse en un problema social. Etiológicamente puede clasificarse en

genética o ambiental. La proporción de cada una de ellas varía de un estudio a otro, aunque se estima que las hereditarias representan más de la mitad de los casos.⁴

Clínicamente las sorderas hereditarias incluyen formas simples o aisladas, también denominadas no sindrómicas, y síndromes en los cuales la sordera es uno de sus signos reconocibles. En la mayoría de las sorderas hereditarias (70%), la pérdida auditiva ocurre de forma aislada (sordera no sindrómica o indiferenciada).⁵ Su diagnóstico nosológico se logra descartando la coexistencia de otros signos o síntomas, e identificando su patrón de herencia, las características audiológicas y su evolución.⁵

El estudio de las bases moleculares de las sorderas hereditarias ha permitido, además de profundizar en el conocimiento básico relacionado con la audición, demostrar que existe una predisposición genética para desarrollar pérdidas auditivas debido a agentes ambientales como ruidos y medicamentos ototóxicos. Esto permitiría que en aquellas familias donde se identifique la transmisión de genes que produzcan esta susceptibilidad se recomiende un modo de vida indicado para evitar o retrasar, en los individuos en riesgo, la disminución de la audición.⁶

Ha sido posible también ampliar los horizontes diagnósticos ya que a través de estos estudios se puede conocer el genotipo de muchos individuos que incluso constituyen casos aislados en familias, con el resto de sus miembros oyentes, y en relación con ello brindar asesoramiento genético tomando como base un riesgo real y no empírico, como el que hay que ofrecer si no se dispone de estos métodos.

La aplicación de estos procedimientos diagnósticos es posible técnicamente en cualquier etapa de la vida, incluso antes del nacimiento.⁷⁻¹¹ En la práctica esto significaría para las parejas que tienen un alto riesgo de tener descendientes con disfunción auditiva, lograr conocer si el individuo por nacer pudiera tener una pérdida auditiva a través de la práctica del diagnóstico prenatal.

Pero la pregunta no debe radicar en ¿qué se puede hacer?, sino ¿qué se debe hacer?¹

REPERCUSIÓN DE LOS AVANCES TECNOLÓGICOS EN LA COMUNIDAD DE SORDOS

Las personas oyentes y sordas tienen distintas opiniones sobre el déficit auditivo. Los sordos lo ven desde una perspectiva cultural o social, representando una condición para entender y preservar, opuesta a la visión de los oyentes relativa a la sordera, quienes piensan que, como enfermedad, debe ser prevenida, tratada y curada.¹²

Los miembros de la comunidad cultural de sordos tienen gran sentido de pertenencia a su grupo. Esto ha sido claramente demostrado en la resistencia a los implantes cocleares.¹³

Debido a la tendencia de los movimientos eugenistas del pasado a erradicar la cultura de los sordos, muchas comunidades de discapacitados auditivos en diversos países ven a la genética con gran desconfianza.¹⁴

Es importante tomar en cuenta los intereses sociales de la comunidad de los sordos y los dilemas éticos que puede generar los nuevos avances tecnológicos, especialmente en lo relativo a su aplicación al diagnóstico prenatal, para conocer lo que se considera en el límite de lo admisible. En otras palabras, no basta con aplicar tecnologías a ciegas, es importante tomar en consideración las características del sociosistema por lo que se impone contar con la participación pública y la reacción de las personas afectadas cuando se pretende introducir una novedad tecnológica.

Los sordos no se consideran enfermos ni piensan que es un riesgo tener descendientes con afectación auditiva. Algunos han llegado a opinar que si se diagnosticara antes del nacimiento que el hijo por nacer fuera oyente optarían por un aborto, existiendo el consenso general de que el uso de la tecnología genética reducirá el número de niños que nacen sordos, lo que piensan tendrá un efecto negativo en la supervivencia de su comunidad.^{11,14,15} Otros individuos con



disfunción auditiva opinan de forma totalmente diferente y prefieren que sus hijos fueran oyentes, y en el caso de que fueran sordos la pérdida auditiva no justificaría la interrupción del embarazo.¹⁶

Los principios del asesoramiento genético están basados en la idea central de la bioética: el respeto a la vida,¹⁷ que incluye también el respeto a la diversidad de la vida, la no discriminación.

Nuestra obligación, como profesionales de la salud, es informar al paciente de los beneficios, riesgos y limitaciones, de toda la tecnología diagnóstica y terapéutica para que el paciente, haciendo uso pleno de su autonomía, sea quien tome su decisión ya no desamparada y a su libre albedrío, sino con la verdadera libertad de la que se goza cuando se tiene conocimiento pleno.

Debemos brindarle a los pacientes y sus familiares un asesoramiento genético donde aseguremos que estamos dándoles la información que les permita tomar sus decisiones. Para ello hay que tomar en cuenta que la aplicación del diagnóstico prenatal implica riesgos bien conocidos tanto para el feto como para la madre, por lo invasivo que resulta la obtención de las muestras, y que debe hacerse solo cuando lo justifique la presencia de una enfermedad. Este no es el caso de la sordera. Existe el consenso en la comunidad de sordos de que la presencia de una pérdida auditiva aislada no tiene repercusión para la salud, es decir no es una enfermedad.¹⁶

Es importante diagnosticar precozmente la pérdida auditiva, y si bien esto se pudiera lograr incluso antes del nacimiento, a través del diagnóstico prenatal, también puede diferirse para después, cuando se puede aplicar un estudio temprano, que resulta más eficaz que los moleculares, tales como los potenciales evocados auditivos de tallo cerebral (PEATC).

Es evidente que el riesgo que se corre en la práctica de la toma de muestras para diagnóstico prenatal es comparativamente alto y, en la práctica, innecesario, ya que puede ser sustituido de forma más eficiente por estudios neurofisiológicos que tienen un riesgo menor para la salud del recién nacido y aportan una información clínica precisa sobre el desarrollo de la audición.

La genética de nuestros días tiene necesariamente que encargarse de la aplicación de los conocimientos generados por el PGH, tomando como parámetro al hombre. Los adelantos científicos de los últimos años se han acompañado de pragma-



© Lorena Campbell, Bogotá, 2002.

tismo y utilitarismo. El costo-beneficio se ha colocado por encima del riesgo-beneficio y de la dignidad humana. La tecnociencia desbocada lleva a la marginación y la discriminación. Conviene evitarlo. La condición humana no debe reducirse a lo puramente genético, sino lo genético debe potencializar la humanidad, porque una de las virtudes biológicas de la especie humana es su polimorfismo genético, es decir, su diversidad.¹⁸

REFERENCIAS

¹ Núñez Jover, J., Ciencia, técnica, tecnología y tecnociencia. *Problemas Sociales de la Ciencia*, Academia de Ciencias de Cuba, Ciudad de la Habana, 2002.

² Mueller, R.F., Youg, I.D., *Genética Médica*, 10a edición, Editorial Marban, Madrid, 2001.

³ WHO, Proposed International Guidelines of Ethics Issues in Medical Genetics and Genetics Services, Geneva, 1997.

⁴ Cohen, M.M. Jr., Gorling R.J., Epidemiology, etiology and genetic patterns, en Gorling R.J., Toricello H.V., Cohen M.M. Jr., *Hereditary Hearing loss and Its syndromes*, Oxford, Oxford University Press, 1995: 9-21.

⁵ Online Mendelian Inheritance in Man <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Omim/>, October 2003.

⁶ Estivill X., Govea N., Barceló A., Perelló E., Badenas C., Romero E., Moral L., Scozzari R.D., Urbano L., Zeviani M., Torroni A., Familial progressive sensorineural deafness is mainly due the mtDNA A1555G mutation and is enhanced by treatment with aminoglycosides, *Am J Hum Genet.* 62: 27-35, 1998.

⁷ Van Camp, G., Smith, R.J.H., Hereditary Hearing Loss, Homepage, World Wide Web URL: <http://dnalab-www.uia.ac.be/dnalab/hhh/>, Octubre 2003.

⁸ Scott, D.A., Kraft, M.L., Carmi, R., Armes, A., Elbedour, K., Yairi, Y., Srikumari, Srisailapathy, C.R., Rosengren, S.S., Markham, A.E., Mueller, R.F., Lench, N.J., Van Camp, G., Smith, R.J.H., Sheffield, V.C., "Identification of Mutations in the connexin gene that cause autosomal recessive nonsyndromic hearing loss", *Hum Mut* 11: 387-394, 1998.

⁹ Rabionet, R., Estivill, X., "Allele specific oligonucleotide analysis of the common deafness mutation 35delG in the connexin 26 (GJB2) gene", *J Med Genet* 36:260-261, 1999.

¹⁰ Estivill, X., Rabionet, R., Zelante, L., "Connexin 26 mutation in sporadic and inherited sensorineural deafness", *Lancet* 351: 394-398, 1998.

¹¹ Zelante, L., Gasparini, P., Estivill, X., et al, "Connexin 26 mutations associated with the most common form of non-syndromic neurosensory autosomal recessive deafness (DFNB1) in Mediterraneans", *Hum Mol Genet* 6:1605-1609, 1997.

¹² Fraser, L., Ryan, M., Miedzybrodzka, Z., Hall, M., "Carrier screening deafness genes: Pregnant women's attitudes and willingness to pay", *J Med Genet* 36; Supplement 1, SP52, 1999.

¹³ Gibson, W.P.R., "Opposition from deaf groups to the cochlear implant", *Med J Aust* 155: 212-214, 1991.

¹⁴ Midelton, A., Hewison, J., Mueller, R.F., "Attitudes of deaf adults toward genetic testing for hereditary deafness", *Am J Hum Genet* 63: 1175-1180, 1998.

¹⁵ Del Canizo, A., Gomez, J.L., "Ética de la aplicación de los implantes cocleares a sordomudos", *Acta Otorrinolaring. Esp.* 46:1991: 161-164, 1995.

¹⁶ Silva, G., "Clasificación Clínica de las sorderas hereditarias. Actitudes de adultos sordos hacia las pruebas prenatales y en especial de la sordera", Trabajo para optar por el título de especialista de Primer Grado en Genética Clínica, Centro Nacional de Genética Médica, Ciudad de la Habana, 2002.

¹⁷ Morales Peralta, E., "Aspectos Bioéticos en Genética Clínica", *Rev Med CSS* 26: 3-9, 1996.

¹⁸ Rico García Rojas, R., "Genoma humano y bioética", trabajo de ingreso a la Academia Nacional Mexicana de Bioética, Academia Nacional Mexicana de Bioética, 2002.

Cohen, M.M. Jr., Gorling, R.J., "Epidemiology, etiology and genetic patterns", en Gorling, R.J., Toricello, H.V., Cohen, M.M. Jr., *Hereditary Hearing loss and Its syndromes*, Oxford, Oxford University Press, 1995: 9-21.

Centro Nacional de Genética Médica, La Habana, Cuba.
ornaris@infomed.sld.cu



© Lorena Campbell, Bogotá, 2002.

La naturaleza e importancia $\frac{0}{\infty}$ de los virus

Gerardo

Santos López

María

Borraz Argüello

Julio Roberto

Reyes Leyva

El descubrimiento de las bacterias como causantes de enfermedad y su aislamiento en medios de cultivo, en el siglo XIX, son hechos importantes en la historia de la medicina. Los investigadores comenzaron a ver tras cada enfermedad un microorganismo causal, y en muchas de estas empresas de investigación se tuvo éxito.

Para la definición plena de un agente causante de enfermedad se tiene que cumplir con los postulados de Koch, que establecen las bases del estudio de la microbiología: a) el microorganismo debe estar presente en todos los individuos enfermos, b) debe recuperarse y aislarse en medio de cultivo, c) su inoculación en un organismo susceptible debe producir la enfermedad y, d) el organismo infectado experimentalmente debe contener el agente, por lo que puede ser aislado nuevamente.

Con este planteamiento de trabajo experimental se lograron aislar e identificar las bacterias causantes de diversas enfermedades; sin embargo, no en todos los casos se tuvo éxito en el aislamiento del agente infeccioso. Para la identificación de microorganismos basándose en los postulados de Koch se hizo muy popular el uso de filtros para retener el agente bacteriano en extractos de tejidos infectados para posteriormente recuperarlos, aislarlos en medio de cultivo y reproducir el cuadro original. En la penúltima década del siglo XIX,

Mayer y Beijerinck, hicieron públicos sus intentos de hallar la causa de la enfermedad del mosaico del tabaco, con resultados negativos. En 1892, el ruso Ivanovski reportó que no era posible demostrar la presencia del microorganismo causante de esta enfermedad por los medios conocidos. Curiosamente, en el caso de esta enfermedad, el filtrado resultante aún era capaz de infectar plantas de tabaco sanas, por lo que Ivanovski sugirió que podía tratarse de una bacteria muy pequeña no susceptible de ser retenida por los filtros comunes, de donde surgió el nombre de agentes filtrables.

En 1898, Loeffler y Frosch, en sus estudios sobre la fiebre aftosa (padecida por el ganado bovino) llegaron a la conclusión de que este agente infeccioso probablemente no



cula proteica capaz de reproducir la enfermedad del mosaico del tabaco. Cuatro años después, un equipo formado por Kausche, Pfankuch y Ruska lograron observar por primera vez al elusivo agente causal de esta enfermedad mediante microscopía electrónica, y se dieron cuenta de que esta partícula tenía características morfológicas distintas a las de las bacterias. ¿Qué tipo de partículas eran esos pequeñísimos agentes filtrables?, porque a pesar de ser tan diminutos y resistentes a diversos tratamientos físicos y químicos, todo indicaba que tenían que estar vivos.



© Lorena Campbell, Bogotá, 2002.



era una bacteria ni una toxina, ya que atravesaba los filtros que retienen normalmente a las bacterias y provocaba la muerte de animales infectados a muy altas diluciones.

Un año después, Beijerinck nuevamente, trabajando con la enfermedad del mosaico del tabaco, bautizó a estos agentes filtrables como *contagium vivum fluidum*, ya que aparetaban ser una especie de partículas solubles transportadas por el jugo de las hojas de tabaco y capaces de causar la infección en plantas sanas. En otros experimentos, Beijerinck demostró también que era una partícula capaz de ser precipitada y desecada con alcohol sin grandes pérdidas en su capacidad de infección.

En 1917, d'Herelle, mostró al mundo un asombroso y promisorio descubrimiento: un microbio antagonista del báculo de la disentería, es decir, una bacteria que es nociva para los humanos, era específicamente eliminada por un agente filtrable, al cual el investigador francés llamó bacteriófago.

A partir de 1935 se conocieron mejor las características químicas de los agentes filtrables, cuando Stanley publicó en la revista *Science* la purificación y cristalización de una molé-

EL CONCEPTO DE VIDA

Para la mayoría de las personas es posible diferenciar entre cosas con vida y cosas que no la poseen, es decir, una planta, un animal o una bacteria son relativamente fáciles de distinguir de una piedra, un trozo de plástico o un metal; sin embargo, no siempre es posible reconocer los límites entre lo que es un ser vivo y lo que no lo es.

Desde temprana edad nuestro sentido común parece ser la herramienta más eficaz para poder identificar seres vivos. Sin embargo, no siempre es suficiente, normalmente aprendemos que ciertas características son definitorias de vida, como el movimiento, la temperatura, la cicatrización, la presencia de líquidos (como la sangre o la savia), el crecimiento, la reproducción, las respuestas al medio ambiente, etcétera.

LA INFORMACIÓN GENÉTICA

Uno de los acontecimientos más importantes del siglo xx, fue el descubrimiento de los ácidos nucleicos, moléculas que mantienen la información genética de cada ser vivo. Hoy sabemos que, además de todas las características antes



mencionadas, un ser vivo posee información genética; éste es, quizá, un dato clave para definir lo que es la vida. Todos los seres vivos poseen ácido nucleico, y esta molécula es la que determina qué características tiene cada ser vivo.

Los ácidos nucleicos son de dos tipos, el ácido ribonucleico (ARN) y el ácido desoxirribonucleico (ADN), ambos poseen un código que es leído e interpretado por el organismo para que se lleven a cabo todas sus actividades. El ADN es la materia de la que se constituyen los genes y la manera de expresar la información que posee se lleva a

En tiempos de los primeros taxonomistas se sabía muy poco de los seres microscópicos, por lo que la clasificación era muy simple, unos eran animales y otros vegetales. Con el reconocimiento de caracteres más complejos en cada uno de los ejemplares, la clasificación se fue complicando hasta que a finales de la década de 1960 se llegaron a proponer cinco reinos: *Monera* (constituido por organismos procariontes, como las bacterias), *Protista* (organismos eucariontes unicelulares, como las amibas), *Fungi* (hongos), *Plantae* (vegetales) y *Animalia* (animales).

De acuerdo con esta clasificación, los organismos menos complejos estarían ubicados en el reino *Monera*, donde se encuentran seres unicelulares que no poseen sistemas



© Lorena Campbell, Bogotá, 2002.



cabo mediante la transcripción de segmentos del código a moléculas de ARN, cuya información es traducida por la maquinaria celular para producir las proteínas estructurales y funcionales de la célula. Los genes mantienen el equilibrio entre la creación de nuevos constituyentes y la sustitución de los más antiguos, el crecimiento, la reproducción e incluso la muerte del organismo.

LA CLASIFICACIÓN DE LOS SERES VIVOS

Carlos Linneo, en el siglo XVIII, fue el primero en realizar una clasificación sistematizada de organismos de acuerdo con caracteres que permitían observar parentescos cercanos y lejanos, aunque esencialmente no era esa su intención, ya que no había en ese entonces una noción clara de las relaciones evolutivas entre los diferentes seres vivos; Lamarck y Darwin postularon sus teorías muchos años después. Sin embargo, gran parte de la estructura jerárquica usada hasta hoy por la taxonomía se basa en lo postulado inicialmente por Linneo, en cuyo más alto nivel jerárquico está el orden y, en el menor, la especie, así como el uso de vocablos latinos para nombrar cada uno de los niveles y los organismos.

de membranas para separar los componentes de acuerdo con sus funciones en la célula, a diferencia de los miembros de los otros cuatro reinos, formados por células eucariontes, es decir, que poseen núcleo y organelos celulares delimitados por membranas. Sin embargo, todos los seres clasificados en esos cinco reinos poseen similitudes que hoy son tomadas como características de los seres vivos, es decir, presencia de la unidad estructural funcional denominada célula, la cual tiene las propiedades de asimilar y expulsar gran variedad de sustancias para mantener su integridad y para reproducirse. Por supuesto, las células de todos estos organismos poseen ARN y ADN, además la maquinaria de síntesis de proteínas es muy similar desde los organismos más simples hasta los más complejos.

A partir de 1990 ya no se habla de reinos como máxima categoría clasificatoria, sino de dominios, los cuales muestran una mayor relación entre los diversos organismos que se conocen. No sin amplias discusiones, se ha aceptado la distribución de los organismos vivos conocidos en tres dominios: *Bacteria*, *Archaea* y *Eukarya*. Los dos primeros consti-



© Lorena Campbell, Bogotá, 2002.

tuidos por organismos unicelulares procarióticos, y el último por eucariontes. Dentro de cada dominio existen subdivisiones, donde pueden ubicarse categorías recién nombradas, y cuya existencia como tales está todavía en investigación.

A pesar de lo complicado que puede ser esta sistematización, quedan por clasificar, o está parcialmente clasificada, una gran diversidad de microorganismos relacionados con los seres vivos de cada dominio pero que no se ubican en ninguno de ellos. Estos organismos, no definidos aún como seres vivos, que tienen un gran valor ecológico y representan una de las más importantes preocupaciones de la medicina, son los virus.

¿Qué son los virus y por qué no aparecen en ninguno de los reinos o dominios reconocidos, a pesar de que comparten características con los organismos que se aceptan como vivos?

EL MUNDO DE LOS VIRUS

Los virus, de acuerdo con una de las definiciones más aceptadas, son genes empaquetados en complejos proteicos, capaces de infectar células y que sólo dentro de ellas pueden reproducirse. Es decir, un virus no constituye una célula y, por sí misma, una partícula viral (virión) no puede reproducirse, forzosamente necesita de una célula. Anteriormente mencionamos que un ser vivo posee ácido nucleico; sin embargo, no todos los organismos autorreproducibles (o autorreplicantes) y que poseen ácido nucleico son aceptados como seres vivos. Los virus son algunos de ellos.¹

El primer encuentro entre humanos y virus se pierde en el tiempo, pero está registrada en la historia la presencia de

enfermedades que hoy se sabe que son o fueron producidas por virus, como la viruela, la fiebre amarilla, la rabia o la gripe.

Los virus están constituidos por el mismo tipo de material que las células, ya que es de ellas de donde se forman. Estructuralmente, los virus pueden poseer diversas formas: esféricas, polihédricas, filamentosas o irregulares, algunas de ellas pueden ser muy llamativas observadas en el microscopio electrónico. Su material genético está constituido por ADN o ARN, hasta el momento no se ha visto un virus que posea los dos tipos de ácido nucleico, aunque algunos de ellos pueden en algún momento de su ciclo (dentro de la célula) poseer transitoriamente un genoma de uno u otro tipo. El material genético está cubierto por proteínas, cuyo conjunto forma la cápside viral. Algunos tipos de virus poseen también una envoltura, constituida por lípidos y proteínas, que tiene su origen en la membrana de la célula infectada (hospedera).

En comparación con las células, la estructura de los virus es muy simple, y cuando están en forma de virión, es decir, la partícula completa, no parece un ser vivo, más bien equivaldría a un complejo de proteína y ácido nucleico derivado de la célula pero sin vida propia. Sin embargo, en el momento en que el virus entra en contacto con una célula susceptible parece cobrar vida e inmediatamente se comporta como un parásito típico que entra en la célula para vivir a sus expensas, tomando el control de las actividades más importantes de la misma: la síntesis de proteínas y la producción de ácidos nucleicos para realizar réplicas de sí mismo. Algunos investigadores que se niegan a aceptar que los virus están vivos proponen una categoría intermedia condicionada a su presencia en la célula hospedera: no vivos cuando están fuera de la célula, y vivos cuando están en ella. No obstante este dilema,



© Lorena Campbell, Bogotá, 2002.

no se prevé su resolución en los próximos años; el nuevo planteamiento de los conceptos en biología necesita también una discusión filosófica bastante profunda.

¿CÓMO SE CLASIFICAN LOS VIRUS?

La virología es una rama de la biología relativamente reciente, ya que la sospecha de que los virus eran diferentes de otros organismos conocidos sucedió a fines del siglo XIX, aunque su observación en un microscopio tuvo que esperar casi cuarenta años más. Por ello la clasificación de los virus no alcanza aún la complejidad de la de los organismos aceptados como seres vivos.

El Comité Internacional de Taxonomía de Virus (ICTV, por sus siglas en inglés) es el organismo encargado de conjuntar los conocimientos acerca de las relaciones filogenéticas de los virus, así como de ubicarlos en las diferentes familias y órdenes taxonómicos. Actualmente los virus no están definidos como seres vivos por lo que aún no se han incluido en o al lado de los dominios mencionados; el nivel jerárquico más alto en que se ha clasificado a los virus es el orden, que hasta ahora son tres, donde se ubican algunas de las familias de virus, sin embargo la mayoría de las familias virales quedan fuera de ellos.

En 1998, el ICTV aceptó algunas de las características de la taxonomía de los seres vivos para nombrar a los virus, es decir, escritas en letras cursivas y con la inicial en mayúscula, por ejemplo: *Virus sincitial respiratorio humano*, *Virus de la enfermedad de Newcastle* o *Virus de la inmunodeficiencia humana tipo 1*. Sin embargo, aún no existe una nomenclatura binomial con vocablos latinizados como para el parásito *Taenia solium* o la bacteria *Vibrio cholerae*, por lo que los virus siguen llamándose por sus nombres tradicionales.

LA IMPORTANCIA DE LOS VIRUS Y SU ESTUDIO

Los virus han representado históricamente un problema muy grave para la salud de los humanos. Después del reconocimiento de estos agentes como causantes de enfermedad, la virología ha evolucionado muy rápido, incluso los virus fueron de los primeros modelos para el estudio del funcionamiento del genoma, conocimiento indispensable hoy en día para el trabajo de investigación en ciencias biológicas.

En general, la palabra virus inmediatamente refiere a enfermedad, y no es para menos: en 1918 una pandemia de gripe (influenza) ocasionó la muerte de más de 30 millones de personas alrededor del mundo, posteriormente este virus ha ocasionado epidemias de menor intensidad pero igualmente temidas. Entre 1957 y 1986 se estima que, sólo en Estados Unidos, los virus de la influenza ocasionaron más de 10 000 muertes.

La fama de los virus es merecida en el caso del SIDA por ejemplo, actualmente una de las causas más importantes de mortalidad en el mundo, o bien, en el caso de la viruela, que en el pasado provocó miles de muertes. Los casos más recientes de enfermedades altamente contagiosas son los hemorrágicos y letales filovirus (Marburg y Ébola) y, por supuesto, el síndrome respiratorio agudo severo (SARS, por sus siglas en inglés).

En el último cuarto del siglo XX, los virus cobraron una importancia médica inusitada por la aparición de enfermedades hasta entonces desconocidas como las anteriormente mencionadas, así como el resurgimiento con mayor virulencia de en-

fermedades ya conocidas, como el sarampión, el dengue o la influenza. En 1999 hubo una gran epidemia en Europa ocasionada por el virus de la influenza que ocasionó la hospitalización de miles de personas y la muerte de varias decenas de ellas; dos años antes, en Hong Kong se tuvieron que sacrificar casi diez millones de pollos por una epidemia de influenza aviar que ya amenazaba con expandirse a regiones vecinas. Durante esta última también se registraron muertes entre personas que tuvieron contacto con los animales infectados.

En los últimos años se detectaron algunos virus nuevos, como el de Hendra y el de Nipah (ambos en Malasia, 1998), los cuales inicialmente ocasionaron problemas en ganado equino y porcino respectivamente. Sin embargo, personas que tuvieron contacto con los animales enfermos también fueron infectados, algunas de ellas incluso murieron. Estos casos



medades. Un caso típico son los virus de la inmunodeficiencia humana (causantes de SIDA) cuyos tratamientos son generalmente limitados porque los virus que infectan al paciente son sustancialmente diferentes de los que evolucionan en su organismo en un determinado intervalo de tiempo.

Esta variabilidad de los virus, sin embargo, aparte de causarnos los problemas mencionados, se convierte en una herramienta muy útil en el estudio de la evolución de los organismos en el nivel molecular. El estudio de la variabilidad de los virus ha producido conocimientos en el ámbito de la evolución, lo cual puede ser aplicado hasta cierto punto y en diferentes formas a la generalidad de la biología.



© Lorena Campbell, Bogotá, 2002.

hacen destacar la importancia del estudio de los virus que infectan animales, no sólo por cuestiones ecológicas o comerciales, sino también por su influencia sobre la salud humana.

LA OTRA CARA DE LOS VIRUS

El surgimiento y resurgimiento de los virus se deben en parte a su relativo bajo nivel de complejidad, por lo que pequeños cambios en su información genética ocasionan grandes cambios en su estructura y funcionamiento general, lo cual permite evadir la respuesta inmunológica de los organismos, variar sus comportamientos dentro de las células hospedadoras y perder su sensibilidad a tratamientos comunes para esas enfer-

Actualmente se considera a los virus no sólo como causantes de enfermedades sino también como agentes muy importantes que colaboran en el mantenimiento del equilibrio ecológico. Los virus, además de producir la disminución de poblaciones animales o vegetales en un determinado hábitat, sirven como mediadores en el intercambio genético entre individuos de una misma o de diferentes especies, cooperando en la variabilidad de los organismos que son susceptibles de ser infectados.

Este fenómeno ha sido bastante estudiado en las bacterias que pueden ser infectadas por los virus denominados bacteriófagos (o simplemente fagos) y de esta manera poder intercambiar información entre unas cepas bacterianas y otras, los fagos pueden contener información útil para que la célula bacteriana realice ciertas funciones que en otras condiciones no podría realizar.



En los animales, de modo análogo, los retrovirus y los adenovirus, entre otros, pueden introducir información nueva a la célula infectada y posteriormente llevarse información a una célula diferente logrando así una comunicación genética entre diferentes poblaciones celulares o individuos.

De esta manera, algunas especies de virus revisten hoy una importancia clave en la medicina porque pueden servir como vehículo para introducir información a células con algún defecto genético o adquirido que les permita alcanzar un funcionamiento normal. Esta área de la biomedicina es actualmente una de las más apoyadas ya que representa una esperanza en la cura de enfermedades genéticas como la fibrosis quística y el cáncer.

LECTURAS RECOMENDADAS

- Brock, T. D., "Milestones in microbiology", *American Society for Microbiology*, E.U.A., 1961, 149-162.
- Brown, J. R., "Universal tree of life", en *Encyclopedia of Life Sciences*, Nature Publishing Group, Reino Unido, 2001;1-5. Sitio en la red: <http://www.els.net>.
- Fields, B.N., Knipe, D.M., Howly, P.M., et al. (editores), *Fields Virology*, 3ra. edición, Lippincott-Raven Publishers, E.U.A. 1996, 1177-1204.
- Larski, Z., "Características generales de los virus", en *Virología para veterinarios*, La Prensa Médica Mexicana, 2da. edición, México, 1993, pp. 3-39.
- Mackenzie, J.S., Chua, K.B., Daniels, P.W., Eaton, B.T., Field, H.E., Hall, R.A., Halpin, K., Johansen, C.A., Kirkland, P.D., Lam, S.K., McMinn, P., Nisbet, D.J., Paru, R., Pyke, A.T., Ritchie, S.A., Siba, P., Smith, D.W., Smith, G.A., Van den Hurk, A.F., Wang, L.F., Williams, D.T., "Emerging viral diseases of Southeast Asia and the Western Pacific", *Emerging Infectious Diseases*, 2001,7 (3 Suppl), 497-504.
- O'Neil, D., "Introduction", en *Classification of living things*. Sitio en la red: http://daphne.palomar.edu/animal/animal/_1.htm.



© Lorena Campbell, Bogotá, 2002.

Es imposible dejar de ver a los virus como peligrosos agentes causales de enfermedad, pero a esto hay que agregar, por una lado, que también contribuyen al mantenimiento del equilibrio ecológico y, por otro, que en pocos años pueden ser de gran utilidad en el tratamiento de muchos problemas que aquejan a los humanos, incluyendo las enfermedades causadas por los virus mismos.

NOTA

¹ Existen otras partículas autoreplicantes menos complejas que los virus, usualmente llamadas *partículas subvirales*, entre las cuales se encuentran los viroides, los virusoides, los satélites de ARN y los priones, aunque en este último caso no se ha demostrado que posean alguno de los dos tipos de ácido nucleico.

- Pringle, C.R., "Virus Taxonomy, the universal system of virus taxonomy, updated to include the new proposals ratified by the International Committee on Taxonomy of Viruses during 1998", *Archives of Virology*, 1999, 144, pp. 421-429.
- Van Regenmortel, M.H.V., "How to write the names of virus species", *Archives of Virology*, 1999, 144, pp. 1041-1042.
- Webster, R.G., Yoshiro, K., "Influenza – an emerging and reemerging disease", *Seminars in Virology*, 1994, 5, pp. 103-111.
- Woese, C. R., Kandler, O., Wheelis, M. L., "Towards a natural system of organisms: Proposal for domains Archaea, Bacteria and Eucarya", *Proceedings of the National Academy of Sciences of the U.S.A.*, 1990, 87, pp. 4576-4579.

Gerardo Santos López, CINVESTAV, IPN, Centro de Investigación Biomédica de Oriente, IMSS, Puebla; María Borraz Argüello, ICUAP, Centro de Investigación Biomédica de Oriente, IMSS, Puebla; Julio Roberto Reyes Leyva, Centro de Investigación Biomédica de Oriente, IMSS, Puebla.
gsantos@mail.cinvestav.mx

Lorena

C a m p b e l l



© Lorena Campbell, Nueva York, 2001.

Ciudades... Invisibles

Las ciudades son un conjunto de muchas cosas, escribió Italo Calvino en *Ciudades Invisibles*: "Son lugares de trueque, pero éstos no son sólo de mercancías, son también trueques de palabras, de deseos, de recuerdos". Las ciudades son una fuente de sensaciones, una lluvia de estímulos, de signos y de símbolos, una sucesión de espacios y de formas. Son también caóticas y conflictivas, a la vez que seductoras y fascinantes. No es extraño, sin embargo, que se tornen invisibles ante nuestros ojos. Cada ciudad tiene un signo característico que la hace a su vez única y distinta.



© Lorena Campbell, La Habana, 1995.

Lorena Campbell (Ciudad de México, 1964). Licenciada en Comunicación, Universidad Iberoamericana (1982-86). Diplomado de Fotografía, Universidad Iberoamericana (1986-87). Especialización en el género documental en el *International Center of Photography* (Nueva York, 1992-93). Participa en diversos talleres del Centro de la Imagen y del INBA. Maestría en Gestión del Diseño Gráfico, Universidad Intercontinental (1997-98). Ha participado en 20 exposiciones colectivas y 6 individuales, tanto en México como el extranjero. Ha publicado en: *Miradas Guadalupeñas*, editorial JUS, 2003; *Mujeres Mexicanas @ siglo XXI*, L & L Ediciones, 2003; *Nuestros niños, herencia mexicana*, DIF, 1992; Revista *Lápiz*, núm. 116, 1995 y *Luna Córnea*, núms. 9, 12, 1996-97 y la colección de postales del Consejo Mexicano de Fotografía. Su trabajo fue reconocido con la beca para Jóvenes Creadores otorgada por el FONCA (1993-94) y la de Intercambio de Residencias Artísticas del FONCA y del Ministerio de Cultura de Colombia (2002). Colaboradora de las revistas *Viceversa*, *Saché*, *Expansión*, *Obras* y *ATK*. Fue editora de fotografía de la revista *Arcana* y *Expansión*. lorenacampbell@hotmail.com



© Lorena Campbell, Nueva York, 2001.

Los museos $\frac{O}{D}$ ciencia,

promotores de la cultura científica

María del Carmen
Sánchez Mora

Dos visiones opuestas de la ciencia: por un lado, como una actividad generadora de bienestar, aunque sea a un alto costo, y por otro, como un cuerpo de conocimiento tan complejo que sólo algunos pueden poseerlo, han llevado a considerarla a una categoría diferente a la de otros campos del saber humano como el arte, la literatura o la historia. Por ello es que suele escucharse que la ciencia no es cultura o que no forma parte de ella; idea que comparten no sólo un gran sector de la sociedad, sino también muchos maestros, intelectuales y políticos.

A pesar de lo anterior, cada vez es más notorio que para que una persona logre participar democráticamente en la toma de decisiones que afectan su vida, debería poseer los conocimientos científicos suficientes que le permitan opinar con fundamento sobre temas tan actuales como los alimentos transgénicos, la clonación, la destrucción de la capa de ozono, el genoma humano, etcétera. Es decir, una persona culta debiera tener y manejar conocimientos científicos que le permitieran comprender lo que acontece en el mundo y en la sociedad.

Cabría preguntarnos entonces por qué, ahora que la ciencia y la tecnología están más presentes en nuestra vida, se sigue excluyendo a la ciencia de lo que se considera cultura.

Entre las causas está seguramente el propio analfabetismo científico de quienes se han encargado de definir lo que es la cultura, y la imagen elitista de la propia ciencia que muchos científicos se han esforzado por difundir. De esto resulta una generalizada incompre-



© Lorena Campbell, Cartagena, 2002.

sión pública de la ciencia que se pone de manifiesto a través de la gran cantidad de falsedades, especialmente en temas del medio ambiente, la tecnología y la salud.

Hasta ahora ha sido difícil cuantificar los alcances de tal incompreensión, aunque no deben pasar inadvertidos los intentos de Miller (1987)¹ y Durant (1992)² quienes en Estados Unidos y en Inglaterra, respectivamente, y empleando diferentes metodologías, llegaron a la misma alarmante conclusión acerca del alto grado de analfabetismo científico que imperaba por lo menos hace unos cuantos años en aquellos países. A pesar de este y otros grandes esfuerzos de medición, se discute hoy en día la pertinencia de la evaluación de la cultura científica a través del registro del déficit cognitivo, tal y como lo hicieron estos estudios y otros que les precedieron, ya que todos ellos presuponen que el público debería comprender la ciencia esencialmente del mismo modo que los científicos.

Otros puntos de vista más actuales sugieren hacerlo de manera más realista³ indagando a qué se refiere la gente cuando habla de ciencia, identificar sus fuentes de información y asesoramiento o conocer cómo el público no entrenado recibe y valora los temas científicos.

Lo que es claro es que el conocimiento científico seguirá careciendo de valor si el público no lo recibe en forma accesible y contextualizada, tal como lo ha propuesto la divulgación de la ciencia desde tiempo atrás. Pero aun así, aunque la divulgación de la ciencia se ha abocado a transmitir la ciencia al público con miras a que forme parte de su cultura, los

esfuerzos han sido insuficientes, porque los receptores ya han pasado antes por la escuela donde aprenden a identificar a la ciencia con el lenguaje científico o con sus propios instrumentos de aprendizaje, en lugar de con los modelos y teorías que pueden ayudarles a interpretar y describir los fenómenos naturales, sus aplicaciones y sus aspectos sociales.

Aunque ciertamente la escuela ha influido en la percepción negativa de la ciencia, no puede dejarse a la divulgación la tarea de formar ciudadanos científicamente cultos, sino que se trata de buscar una armoniosa combinación de las dos, siempre y cuando estén realmente al servicio de la sociedad y de un progreso humano igualitario.

Como se intentará mostrar a lo largo de este artículo, ambas actividades, la divulgación y la enseñanza de las ciencias, se pueden reunir de manera natural en los museos. Lo anterior se desprende al revisar sus metas institucionales, de las que emanan palabras como educación, didáctica, pedagogía, divulgación y comunicación, aunadas a sus ya tradicionales funciones de conservar, exponer e investigar.⁴

Como lo ha expresado F. Hernández,⁵ los museos tienen una función primordial que apunta al encuentro directo con el público, donde la divulgación, el carácter educativo y el sentido lúdico forman parte de su esencia y sentido último. Tal aseveración pretende señalar que la función de acercamiento al público que es inherente en los museos, implica además una intención educativa y cultural; de manera que los museos que divulgan la ciencia y apoyan su enseñanza pueden verse como las plataformas naturales para propiciar que el público tenga acceso a la cultura científica.



© Lorena Campbell, Cartagena, 2002.

EL MUSEO Y LA DIVULGACIÓN DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO

El reconocimiento de que entre la sociedad y la ciencia ha existido una especie de divorcio, debido en gran medida a dificultades de comunicación, ha hecho surgir nuevos espacios educativos como los museos científicos, donde se busca propiciar la transmisión y comprensión de la ciencia y la tecnología.

Así como en los museos tradicionales las colecciones son presentadas al público para ser contempladas, los museos de ciencias ofrecen otras posibilidades de acercamiento a lo que en ellos se exhibe. Este tipo de museos ofrece al visitante la oportunidad de descubrir y experimentar con diversos objetos, lo que en primera instancia pone en juego todos sus sentidos y le hace vivir en forma directa y atractiva el conocimiento científico. Este tipo de museo pone a disposición del visitante no especializado información científica y técnica explicada en forma accesible e interesante mediante el empleo de una gran variedad de medios.

UN POCO DE HISTORIA

Pudiera parecer que los museos de ciencia son una novedad surgida de una reciente intención de divulgar la ciencia; sin embargo, arrastran una larga y compleja historia que se remonta a hace más de cuatro siglos.

En un principio los museos más relacionados con la ciencia eran los de historia natural, herederos del coleccionismo privado y de los gabinetes de curiosidades. Muy pronto, como resultado del desarrollo industrial en Europa, surgieron los museos de

ciencia y técnica, de los cuales el Conservatorio de Ciencias y Oficios de París, fundado en 1794, es uno de sus primeros representantes. A principios del siglo xx se inaugura en Munich el Deutsches Museum, que hasta hoy en día presenta objetos científicos que pueden ser manipulados por el público, con una clara intención pedagógica. En 1937, se crea en París el Palais de la Découverte, concebido como un centro científico que motiva al público al conocimiento de los principios de la ciencia y de la tecnología. En América, el Museo de las Ciencias y de la Industria de Chicago, el Ontario Science Centre de Toronto y el Exploratorium de San Francisco reproducen las propuestas europeas.

A partir de estas experiencias, en los llamados centros de ciencia se comienzan a observar dos intereses sociales particulares: el primero, mostrar al público que los museos de ciencia no eran instituciones elitistas, como se les llegó a percibir en algún momento, y el segundo, que podían responder a una necesidad social de ayudar a lograr niveles educativos más altos en los jóvenes y niños y de ofrecer oportunidades de aprendizaje a los adultos.

Estas ideas fomentaron la creación de nuevos museos de ciencia y tecnología concebidos como "salas de descubrimiento", donde se ponía énfasis pedagógico en que el visitante pudiera descubrir el significado de los objetos o procesos que se le mostraban a través de la interacción con ellos y no por la exposición a un guión discursivo. Cabe mencionar que esta nueva visión del museo de ciencias propició, a partir de 1980, un enorme cambio en la visión del papel que podían desempeñar los educadores en un museo.⁶

De este nuevo giro de los museos de ciencias surgen los centros de ciencia, que incluyen elementos tanto de los museos de historia natural, de los museos de ciencia y tecnología y de los cuartos de descubrimiento y que tienen como misión la promoción de la ciencia y la técnica en un contexto cultural. A pesar de ello, los centros de ciencias que a partir de entonces se han multiplicado por casi todo el mundo, han recibido fuertes críticas, sobre todo la de que han privilegiado la visión cognitiva de la ciencia y que la han presentado de manera demasiado optimista, trivializada y fuera del marco social en que se desarrolla.

Actualmente se reconoce que si los centros de ciencia han de ser un medio educativo y de divulgación que combata la idea de la ciencia como actividad altamente compleja y elitista, alejada de la sociedad y sus problemas, deberán intentar integrarla al acervo cultural general.

LA EDUCACIÓN EN EL MUSEO

Hasta hace poco tiempo, el concepto tradicional de la educación en el museo se centraba en las posibilidades de aprendizaje que esta institución ofrecía principalmente a los escolares y, consecuentemente, el personal del museo dedicaba sus esfuerzos a este tipo de visitantes. Sin embargo, en los últimos años se ha llegado a la conclusión de que el valor educativo es intrínseco al museo y que se debe manifestar en todas sus funciones y actividades, mismas que deben ser asequibles a todos. Esta misión educativa no se contrapone, por cierto, a que el museo posea programas concretos para visi-



© Lorena Campbell, Cartagena, 2002.

tantes en edad escolar obligatoria, sobre todo, porque entre sus atributos está la capacidad de promover el aprendizaje en condiciones diferentes a las escolares. Incluso, hay investigaciones que muestran que los estudiantes presentan una actitud mucho más participativa en un marco educativo informal, como es el museo, que en un ambiente de clase.⁷

La relativamente reciente consideración de nuevas posibilidades educativas fuera del marco estrictamente escolar, y la misma evolución de las doctrinas educativas, han llevado a considerar otras maneras de adquirir una cultura científica. Dado que hoy en día se comprende que el aprendizaje no termina nunca, sino que continúa durante toda la vida, han surgido nuevos términos para abordar otras formas de hacer llegar conocimientos, habilidades y destrezas a todos aquellos que por diversas razones ya no pertenecen al sistema educativo oficial. Tales términos son la educación no formal, que es la educación organizada y planeada, pero fuera del marco estrictamente oficial, y la mal denominada educación informal,⁸ que es la educación que dura toda la vida y que no necesariamente tiene una intencionalidad o la

© Lorena Campbell, Cartagena, 2002.





pretensión de buscar un aprendizaje particular. Esta última podría equipararse, en el caso de la ciencia, a la divulgación, por su carácter por un lado propiciador de una cultura científica y, por otro, porque la recepción de sus mensajes no necesariamente implica una voluntad de aprendizaje. En este contexto es en el que el museo puede jugar un importante papel educativo y aculturador para toda la sociedad, independientemente de la edad, conocimientos o profesión de los visitantes, sin olvidar ni menospreciar las posibilidades de apoyo que el museo ofrece a los profesores y otros educadores en el aprendizaje de los programas escolares.

Debido a la posibilidad de abarcar todas estas alternativas educativas es que muchos museos de ciencia han revisado sus declaraciones de objetivos, especialmente en lo que se refiere a reafirmar y reconocer su compromiso institucional en la educación de públicos muy diversos. Lo anterior implica también la enorme tarea de formar equipos de educadores que estén actualizados en la didáctica de las ciencias y que realicen investigación en el marco de la enseñanza no formal y en la divulgación de la ciencia.

La National Science Teachers Association⁹ de Estados Unidos hizo recientemente una declaración pública para apoyar los esfuerzos educativos de los museos y otros medios educativos informales, reconociendo la aportación que hacen a la educación de niños, jóvenes en edad escolar y adultos. La declaración reconoce asimismo que “las experiencias informales se extienden a los dominios sociales, cognitivos y afectivos” de aquellos que las experimentan.

Cada vez existen más museos de ciencia que invitan al público a acercarse al campo de trabajo de los científicos y que divulgan entre el público no científico, no solamente conceptos y teorías, sino además información sobre cómo procede la ciencia y cómo se inserta en todas las actividades humanas. Las visitas a laboratorios y otros programas no formales y de divulgación que ofrecen los museos, donde los científicos comparten su trabajo con el público, animan a la gente a acercarse a la ciencia.

LAS DIVERSAS FORMAS DE ACERCAMIENTO

A LA CIENCIA EN EL MUSEO

Dada la variedad de medios educativos y de divulgación con los que cuenta un museo, este tiene la capacidad potencial de explotar los ámbitos educativos formal, no formal e informal, antes descritos. En principio, el museo se encuentra situado entre las posibilidades que todo individuo tiene para aumentar sus conocimientos sobre ciencia y disfrutarlos, por lo que pertenece al ámbito de la divulgación o de la educación informal. La riqueza del museo, unida al actual concepto

© Lorena Campbell, Cartagena, 2002.





© Lorena Campbell, Bogotá, 2002.

de la educación durante toda la vida (*lifelong learning*),¹⁰ hace que este pueda actuar y ser aprovechado en diversos momentos de la vida de una persona y con variados objetivos. Los tipos de educación que pueden darse en el museo de ciencias surgen del uso del museo y de sus recursos y, fundamentalmente, del público que los utilice, de las condiciones de su visita, de sus conocimientos previos y de sus intereses y objetivos.

La reconocida investigadora en museos Eilean Hooper-Greenhill¹¹ menciona que John Reeve, director del Departamento Educativo del Museo Británico, sostiene que “el primordial papel del departamento educativo es maximizar el potencial educativo del museo de la forma más apropiada y actuar como instrumento intermediario para el público”, y la propia investigadora señala que “la educación en los museos trabaja con algunas de las ideas básicas del aprendizaje durante toda la vida, pues es reconocido que el aprendizaje continúa a través de la vida y que no se limita a los estudios en una institución educativa formal”.

Dado que los museos no poseen programas ni currículos preestablecidos, la propia naturaleza de sus exhibiciones y su política educativa son las que determinan la forma en que se establecen las relaciones con sus visitantes. Esto ofrece a los educadores de los museos grandes oportunidades de trabajo imaginativo en búsqueda de innovación y exploración de otras formas de educar, lo cual no implica que en algún momento puedan adoptar muchos de los métodos de enseñanza que apuntalan el aprendizaje formal.

Si el museo de ciencias busca divulgar la ciencia y hacerla parte de la cultura, deberá ofrecer una oferta variada

de opciones educativas. Esta variedad le permitirá conjugar una línea prioritaria de actuación, dirigida a un segmento del público, junto con una u otras líneas secundarias y, por lo tanto, supeditadas a la principal en el reparto de los recursos económicos, humanos, etcétera.

El público puede tener acceso al museo en cualquier momento de su vida sin las barreras que presentan otras instituciones culturales como, por ejemplo, universidades y centros de investigación. Sin embargo, no hay que olvidar que las posibilidades de educación que ofrece el museo no son únicamente las de aprendizaje de conocimientos, sino también, y en algunos museos de manera fundamental, el desarrollo de la sensibilidad y el goce estético.

EL MUSEO COMO INSTRUMENTO DEL APRENDIZAJE FORMAL

Las instituciones educativas formales pueden visitar el museo con el objetivo de que sus alumnos profundicen en el estudio de determinados aspectos de sus programas de estudio y al mismo tiempo se acerquen a una institución cultural. Así, los estudiantes pueden aprovechar tanto la exposición permanente del museo, como las exposiciones temporales, para aumentar la eficacia de los métodos de aprendizaje habitualmente aplicados a los programas que marcan las instancias educativas oficiales: el museo se convierte en un instrumento de aprendizaje en beneficio de los alumnos, cuyo mayor o menor grado de éxito dependerá fundamentalmente del museo y de los profesores.

Las visitas pueden ser diseñadas por los profesores o por el equipo educativo del museo, quienes deciden el contenido de la visita que van a realizar de acuerdo con la oferta del museo y los contenidos educativos que desean desarrollar. En el caso de que la visita no tuviera ninguna relación con el programa de los



alumnos, se le consideraría una actividad complementaria, es decir, una actividad no formal organizada por el mismo centro formal. La oferta educativa formal puede también recaer en educadores del museo; sin embargo, son pocos los museos que ofrecen este servicio, pues implica una labor de capacitación de sus guías o de personal especializado. Además, se sugiere que sea el propio profesor quien guíe la visita ya que es él quien mejor conoce a sus alumnos y, por lo tanto, quien mejor sabrá preparar la visita y adaptarla a sus necesidades.

John H. Falk y Lynn D. Dierking¹² recomiendan explicar claramente a los grupos escolares las funciones del museo y los objetivos de la visita. Y aunque la visita sirve para demostrar o apoyar visualmente lo ya conocido, se debe evitar la visita desorganizada o agotadora a todo el museo, la que explica profusamente todos los equipos y, peor aún, la que deja abandonados a los alumnos.

Ante la carencia de personal para guiar las visitas, es común que el personal dedicado a estas funciones elabore material didáctico: uno dirigido a los profesores para darles a conocer los materiales expuestos, las relaciones establecidas entre sus programas y los conceptos que se desarrollan en ellas, y otro que consiste en hojas didácticas o de trabajo para los alumnos. Mientras en el primer caso la información teórica es lo fundamental, en el segundo se utilizan crucigramas, acertijos, dibujos, etcétera.

Desde el punto de vista práctico, hay que señalar que las visitas escolares a los museos, precisamente por tener un claro objetivo pedagógico, presentan una serie de necesidades como son tiempo y espacio suficiente y tener en cuenta que la utilización del museo como un instrumento didáctico requiere de técnicas pedagógicas que normalmente no se aplican en las visitas casuales o individuales. Lo importante

es dejar claro al lector que el museo puede constituir un apoyo al aprendizaje a través del lenguaje de la exposición, de sus equipos interactivos y de los recursos didácticos, con los que finalmente divulga contenidos científicos a los grupos de estudiantes de diversos niveles académicos.

LAS ACTIVIDADES QUE OFRECE EL MUSEO COMO PARTE DE LA EDUCACIÓN NO FORMAL

Las actividades no formales de un museo están dirigidas a un público muy diverso, que acude voluntariamente, que lo hace en su tiempo libre y a quien se desea hacer llegar los mismos contenidos científicos, pero a través de otras actividades más variadas, además de la exposición. Se trata de un público muy variado y disperso, por lo que antes de iniciar las actividades de educación no formal, se requiere utilizar métodos diversos (entre ellos la publicidad) para que el visitante potencial conozca la oferta del museo.

Prácticas habituales como ciclos de conferencias, cursos y talleres son actividades y servicios muy variados que los individuos pueden utilizar libremente, su programación es flexible y no presentan exigencias académicas. Dichos servicios no sólo incluyen una amplia oferta de actividades (exposiciones temporales, visitas guiadas, talleres, conferencias, viajes, préstamos de materiales, etc.), sino también sistemas de información en el interior y en el exterior del museo, o bien todos aquellos elementos que buscan la comodidad del público. Las variaciones y modificaciones que pueden sufrir tanto los servicios como las actividades es enorme; pueden realizarse en relación con las exposiciones permanentes o

con una exposición temporal; estar destinados a un cierto tipo de público; ser organizados durante el periodo escolar o durante las vacaciones.

De la revisión de servicios que ofrecen diversos museos de ciencia mexicanos y extranjeros, pueden mencionarse algunos como visitas-conferencia, visitas-exploración, recorridos-descubrimiento, equipos interactivos, audiovisuales, exposiciones temporales, exposiciones itinerantes, atención de minusválidos, amigos de los museos, conciertos, cine, viajes temáticos, formación magisterial, coloquios, seminarios, auditorio, centros de documentación, museobuses, maletas pedagógicas, fototecas, mediatecas, cafeterías, tiendas, etcétera.



La exposición como medio de divulgación está a disposición de todos los visitantes sin necesidad de que estén integrados en grupos o cursos. Por ello es que los museos científicos pretenden facilitar el acceso del público a la ciencia mediante la exhibición de exposiciones temporales que al divulgar la ciencia a través del mensaje museístico, pretenden no sólo que el visitante comprenda aspectos científicos particulares sino que, en la medida en que este mensaje sea claro, emocionante y atractivo, permita su aplicación a su propia vida.



© Lorena Campbell, Bogotá, 2002.

LAS EXPOSICIONES COMO MEDIO DE EDUCACIÓN INFORMAL Y DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA

El museo es un servicio cultural que se ofrece a toda la sociedad para ser utilizado en cualquier momento. Para que esto ocurra, al igual que en la educación no formal, es necesario que el público potencial sepa de la existencia del servicio, lo comprenda, se interese por él y se sienta motivado a asistir. Los motivos de la visita, sus conocimientos, sus intereses, sus expectativas, sus acompañantes y otras circunstancias influirán en la experiencia museística, y si esta es satisfactoria, ocurrirá probablemente la repetición de la visita.¹³

A diferencia de las exposiciones de los museos tradicionales, las que se llevan a cabo dentro de los museos científicos modernos hacen uso de las nuevas tecnologías que permiten involucrar activamente a los visitantes desde el montaje mismo.¹⁴

Para que una exposición de carácter científico sea capaz de transmitir una serie de conocimientos, es necesario que integre todos los medios a su alcance: paneles explicativos con textos, fotografías, ilustraciones, audiovisuales, equipos interactivos, etcétera.

Los museos de ciencias operan como instituciones que facilitan a los investigadores científicos la comunicación entre ellos y con la sociedad. Esta tarea tendría un doble objetivo, por un lado definiría programas de actuación que permitieran al ciudadano entender el largo proceso entre el descubrimien-



to científico y la aplicación tecnológica, cuando es el caso, así como el debate de las implicaciones sociales, morales y económicas que se derivan de ello. Por otro lado, permitiría el intercambio de ideas entre científicos en aspectos de actualidad y, en especial, se favorecería un debate interdisciplinario.

Los objetivos específicos de la divulgación suelen confundirse con los del museo. Puesto que la exposición caracteriza al museo, su lenguaje propio es el medio principal de divulgación, pero además, echa mano de otros medios que forman parte de

- ² Durant, J., G., Evans y Thomas, G., "Public understanding of science in Britain: the role of medicine in popular representation of science", *Public Understanding of Science*, núm. 1, vol. 2, 1992, pp.161-182.
- ³ Wynne, B., "Knowledge in context", *Science, Technology and Human Values*, núm. 16, vol. 1, 1991, pp.111-121.
- ⁴ International Council of Museums, "Program highlights for ICOM activities for 1999, 2000 and 2001", *ICOM News*, núm. 51, 1998, pp. 26-27.
- ⁵ Hernández, H.F., *El museo como espacio de comunicación*, Trea, Gijón, 1997.
- ⁶ Roberts, L.C., *From Knowledge to Narrative: Educators and the Changing Museum*, Smithsonian University Press, Washington DC, 1997.
- ⁷ Russell, J., "Visiting a science center: what's an offer", *Physics Education*, núm. 25, pp. 258-262.
- ⁸ Moreno y de los Arcos, E. "El lenguaje de la pedagogía", *Pedagogium*, Año 1, núm. 6, pp. 4-7.
- ⁹ National Science Teachers Association, "NSTA position statement on infor-



los llamados servicios culturales de los museos: información sobre el museo, actividades en las salas y fuera de ellas, servicios de información y documentación, venta de publicaciones, reproducciones y otros objetos. Toda esta posibilidad de actuaciones del museo no tiene sentido si el público no tiene acceso a sus servicios y esto no sucederá si el museo no posee una identidad institucional, la cual debe tener muy claro el papel de los museos de ciencia como educadores y divulgadores, como integradores de la ciencia a la cultura.

NOTAS

¹ Miller, J.D., Scientific literacy in the United States, en *Communicating Science to the Public*, editors D. Evered, Ed. Wiley, New York, 1987, pp. 19-37.

- mal science education", *Journal of College Science Teaching*, núm. 1, vol. 28, 1998, pp. 7-8.
- ¹⁰ Hooper-Greenhill, E., *Museums and the Shaping of Knowledge*, Routledge, London, 1992.
- ¹¹ Hooper-Greenhill, E., *Museum and Gallery Education*, Leicester University Press, Leicester, 1991.
- ¹² Falk, J.H. and Dierking, L.D., *Learning from Museums*, Altamira Press, California, 2000.
- ¹³ Hooper-Greenhill, E., *Museum, Media, Message*, Routledge, London, 1999.
- ¹⁴ Prats, C., *La proyección cultural en los museos de ciencias naturales*, VIII Jornadas Estatales DEAC Museos, Mérida, 1993, pp. 21-24.

María del Carmen Sánchez Mora,
Dirección General de Divulgación de la Ciencia, UNAM.
masanche@universum.unam.mx



© Lorena Campbell, Bogotá, 2002.

La descentralización de los servicios de salud en México (1981-2000)

Guillermo
Fajardo Ortiz

LAS COBERTURAS Y LA SEGMENTACIÓN DE LOS PRESTADORES DE SERVICIOS DE SALUD (1980)

En 1980 México tenía 67 millones 400 mil habitantes, distribuidos en 31 estados y en el Distrito Federal. En su sistema de salud había tres grupos de prestadores de servicios: el primero, abarcaba a los organismos que otorgaban servicios a la población marginada, alrededor de 60% del total de la población de México; los organismos más importantes de este grupo eran la Secretaría de Salubridad y Asistencia, el programa de solidaridad del Instituto Mexicano del Seguro Social co-PLAMAR (Coordinación General del Plan Nacional de Zonas Deprimidas y Grupos Marginados), los servicios de salud de cada uno de los gobiernos de los estados y los Servicios Médicos del Departamento del Distrito Federal; el segundo grupo estaba conformado por las instituciones de seguridad social con servicios médicos, prestaba atención a cerca del 35% de la población, sus principales organismos eran el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), que tenía a su cuidado a los trabajadores del sector formal de la economía, el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales para los trabajadores del Estado (ISSSTE), que atendía a los empleados públicos; las fuerzas armadas contaban con su propio organismo de seguridad social, el Instituto de Seguridad



© Lorena Campbell, Roma, 1997.

y Servicios Sociales para las Fuerzas Armadas (ISSFAM), esto mismo ocurría con los trabajadores de la empresa de Petróleos Mexicanos y con el personal de los Ferrocarriles Nacionales de México. El tercer grupo prestador era el privado, tenía dos modalidades: el lucrativo y el no lucrativo (asistencia privada); este grupo era el más pequeño, sus integrantes: médicos, clínicas, hospitales, gabinetes de diagnóstico, etc., no estaban articulados, no conformaban una red.

CENTRALIZACIÓN: PASIÓN Y AFICIÓN GUBERNAMENTALES

El sistema político mexicano durante gran parte del siglo xx se caracterizó por su centralismo; los servicios de salud para la población marginada no fueron ajenos a la actividad centralizadora.¹

En 1920, cuando finalizó la Revolución Mexicana, existían incipientes servicios de salud gubernamentales de diferente jerarquía, ubicación y ámbito de acción: centrales, estatales, territoriales y municipales funcionaban en forma desarticulada; hubo intentos para que actuaran armónicamente, creándose diversas estructuras administrativas. En el periodo presidencial de 1934 a 1940, a pesar de esfuerzos de apoyo recíproco, existieron programas y planes de salud caracterizados por su centralismo en relación con la determinación de prioridades de salud, financiamiento, recursos y administración. En 1935 se formó un organismo que se convertiría, hacia la década de los sesenta, en una estructura denominada Servicios Coordinados de Salud Pública en los Estados que dependía de la Secretaría de Salubridad y Asistencia (SSA), organismo federal encargado de la salud; di-

chos servicios señalaban medios y propósitos en cuanto a la planeación, organización, prestación y evaluación de la atención a la salud en las entidades federativas, sobreponiéndose, duplicando o absorbiendo funciones que correspondían a los organismos estatales encargados de la atención a la salud.

OTRO PRESTADOR PARA LA CLASE MARGINADA

Los citados Servicios Coordinados de Salud Pública, hasta la década de los setenta, fueron la dependencia principal para atender las necesidades de salud de la población abierta en todo el país.² En 1973, bajo el concepto de Solidaridad Social, el Instituto Mexicano del Seguro Social empezó a organizar, establecer y otorgar atención médica, farmacéutica y hospitalaria a población marginada rural, suburbana y urbana. El financiamiento de dicha atención estaba a cargo de la Federación, el IMSS la proporcionaba y los propios beneficiarios ofrecían en reciprocidad participar en acciones de beneficio colectivo.

En 1979, el gobierno federal decidió ampliar la prestación de servicios de salud a 10 millones de campesinos marginados; existió un convenio entre la Coordinación General del Plan Nacional de Zonas Deprimidas y Grupos Marginados (COPLAMAR) y el IMSS para establecer y operar un plan de solidaridad social por cooperación comunitaria; así surgió el Programa IMSS-COPLAMAR, cuyos costos de inversión y de operación fueran cubiertos por el gobierno federal; A COPLAMAR le correspondía la obtención de los recursos necesarios y al IMSS administrar y contabilizar los fondos y proporcionar servicios de salud.

En 1983, el IMSS se hizo cargo total de la responsabilidad del programa, que continuó siendo financiado con recur-



© Lorena Campbell, Ciudad de México, 1999.

sos federales conociéndose, a partir de 1990, como IMSS-Solidaridad; desde entonces ha tenido gran importancia por sus recursos y cobertura en salud. Este programa del IMSS se apartó del modelo mexicano del seguro social y modificó la función tradicional de la SSA como otorgante principal de servicios de salud a población no asegurada.

Durante la etapa de centralización, en mayor medida en la SSA, pero no ajena a IMSS-COPLAMAR, se mejoró la salud de los mexicanos, se favoreció la promoción de la salud y el desarrollo de la medicina preventiva, se construyeron centros de salud, clínicas y hospitales y se capacitó personal.

Al inicio de la década de los ochenta había en las entidades federativas de México dos organismos principales que atendían los problemas de salud de la población “abierta”: uno era la SSA, que se ocupaba en general de la población marginada en las grandes urbes; la otra era el Programa de Solidaridad del IMSS, que se orientaba básicamente a zonas rurales. En el sexenio 1977-1982, con el deseo de unificar dichos organismos que se financiaban con fondos federales, se conformó una estructura dependiente de la Presidencia de la República: la Coordinación de los Servicios de Salud.

LA DESCENTRALIZACIÓN

En el México de los años ochenta, la descentralización era una nueva referencia novedosa en lo administrativo, político, cultural y jurídico; el momento que vivía México abría las posibilidades de un cambio histórico, situación no ajena a diversos movimientos sociales. En 1983 y 1984 se modificó el artículo cuarto de la Constitución de los Estados Unidos Mexicanos, y el Código Sanitario fue sustituido por la Ley General de Salud. En cuanto al artículo cuarto constitucional, se incorporó al mismo el

derecho a la salud, señalándose que se establecerían los ámbitos en cuanto a salubridad general por parte de la Federación y de las entidades federativas; en relación con la Ley General de Salud, desde el ángulo de la descentralización, distribuyó los poderes, en materia de salud entre el gobierno federal y los estados, presentando las bases para realizar la descentralización y establecer los ámbitos de acción entre la Federación, los estados y los municipios. En esos años, la SSA se convirtió en Secretaría de Salud, con actividades básicamente normativas, de supervisión y evaluación.

Posteriormente a la modificación del artículo cuarto constitucional y a la promulgación de la Ley General de Salud en marzo de 1984, se expidió otro decreto, determinándose que los servicios de salud de la SSA y el Programa IMSS-COPLAMAR (Solidaridad) pasarían a ser responsabilidad de los gobiernos estatales (descentralización).³ En dicho documento se expresó que la descentralización se referiría a la población “abierta”, siendo un proceso gradual que evitaría deterioros en la operación de los servicios, evaluaría las acciones, y sería orientado a ampliar la cobertura y a mejorar la calidad de los servicios; se estableció también que la transferencia a los gobiernos estatales sería de acuerdo con un programa específico, siendo responsabilidad conjunta de la Secretaría de Programación y Presupuesto, la Secretaría de Salubridad y Asistencia, el Instituto Mexicano del Seguro Social y los gobiernos estatales. La descentralización pretendió unificar en cada entidad federativa los servicios de salud de la SSA, los del IMSS-COPLAMAR y los de los gobiernos estatales.

De acuerdo con las acciones anteriores, el Plan Nacional de Desarrollo 1984-1988 del gobierno de México, reiteró

que el proceso de descentralización de los servicios de salud debía permitir ampliar la cobertura, mejorar la calidad de los servicios y conciliar la eficiencia en la prestación de la atención y los derechos de los trabajadores; agregaba que con la descentralización se pretendía abaratar los costos y racionalizar el gasto en salud, distribuyendo las competencias entre los niveles gubernamentales federal, estatal y municipal.

El proyecto descentralizador tuvo otros puntos de referencia: apoyo a la política democrática, crisis económica de México, presiones del Fondo Monetario Internacional y de otros organismos financieros orientadas a registrar el gasto público (austeridad), racionalización de la prestación de los



la Secretaría de Salud y, 2) la verdadera descentralización, conformando organismos estatales de salud.

La desconcentración consistió en trasladar facultades, planes y recursos de la Secretaría de Salubridad y Asistencia a organismos estatales; a estos últimos se les concedió autonomía técnica, no se les otorgó responsabilidad jurídica ni patrimonio propio, y dependieron de normas y controles jurídicos centrales.

En cuanto a la etapa de descentralización, se orientó a transferir facultades, planes y recursos a estructuras con



© Lorena Campbell, Nueva York, 1993.

servicios de salud, y mejoría de la calidad de los mismos.

La descentralización abarcó a centros de salud, clínicas, hospitales generales y algunas campañas sanitarias; no comprendió los hospitales especializados; la descentralización tampoco contempló a otros organismos de seguridad social ni a los prestadores privados.

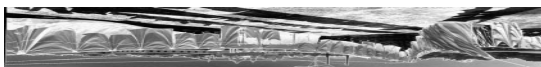
La descentralización se entendió como un proceso en el que el nivel central transfería a los estados autoridad, manejo de recursos y toma de decisiones; en otros términos, fue un instrumento del federalismo que implicaba redistribución de funciones, siendo un ejercicio administrativo y político. La descentralización de los servicios de salud pretendió conformar sistemas estatales de salud.

¿EN QUÉ CONSISTIÓ LA DESCENTRALIZACIÓN?

La descentralización se efectuó en dos etapas: 1) la desconcentración de los Servicios Coordinados de Salud Pública de

personalidad jurídica y patrimonio propio, con autonomía y técnica orgánica, y tuvo un doble propósito: el primero consistió en evitar duplicaciones y omisiones, y en buscar complementaciones y articulaciones; este propósito posibilitó elaborar programas estatales de salud, aprovechar mejor los recursos, rediseñar sistemas de referencia y contrarreferencia de usuarios, y expedir leyes estatales de salud;⁴ el segundo propósito pretendió unificar los servicios de la SSA con los del programa IMSS-COPLAMAR y los servicios que otorgaban los propios gobiernos de los estados, en un organismo de salud único que dependiera de las autoridades estatales.

Durante el proceso de descentralización se confrontaron problemas económicos y financieros, administrativos y políticos. La fusión se desarrolló en un medio de recortes presupuestales en materia de salud; hubo insuficiente capacidad de liderazgo en la unificación de los servicios; hubo pugnas de diversos órdenes entre los dos organismos principales que se unificaban. El programa IMSS-COPLAMAR estaba mejor organizado,⁵ era más completo, contaba con personal mejor preparado y con mayores y mejores recursos físicos que los servicios



de la SSA y los servicios estatales; desde el ángulo de participación del usuario en el sostenimiento financiero de los servicios, se presentaron diferencias: en IMSS-COPLAMAR los usuarios contribuían al sostenimiento con trabajo comunitario; en los servicios de la SSA y en los estatales los usuarios participaban con cuotas de recuperación; la calidad de la atención proporcionada por IMSS-COPLAMAR era considerada mejor que la que se otorgaba en la SSA y en los servicios estatales. Debido a las diferencias anteriores, en los estados de Hidalgo

tralización de los servicios de salud, el cual se inició pero no prosiguió, provocando deterioro en la atención a la salud.

En 1985 se habían descentralizado nueve estados, iniciando con Tlaxcala; posteriormente se incorporaron Nuevo León, Guerrero, Baja California Sur, Jalisco, Morelos, Tabasco, Querétaro y Sonora. Un año después lo hicieron los estados de Colima, Guanajuato y México; en 1987 se agregaron Aguascalientes y Quintana Roo.

En solo 14 entidades culminó la descentralización, desaparecieron los Servicios Coordinados de Salud Pública y el Programa IMSS-COPLAMAR, y se crearon organismos estatales responsables de los servicios de salud para población abierta.



© Lorena Campbell, Nueva York, 1993.

y Oaxaca hubo oposición a que el Programa IMSS-COPLAMAR desapareciera; el estado de Guerrero, cuyo gobernador había participado en el diseño de la descentralización, se mostró favorable a este proceso; otro conflicto fue que los trabajadores del programa IMSS-COPLAMAR no quisieron integrarse a un organismo estatal en que las condiciones laborales, los salarios y las prestaciones eran menores.

En relación con el Distrito Federal, el 26 de mayo de 1986 se conformó como parte de la Secretaría de Salud un organismo desconcentrado, los Servicios de Salud Pública del Distrito Federal, que atendía a la población abierta; en la siguiente década se integró con los recursos de la Dirección de Servicios Médicos del Departamento del Distrito Federal, constituyendo la Secretaría de Salud del D.F.

La “adquisición” de obligaciones por parte de las autoridades estatales, sin contar con los apoyos logísticos, técnicos, ni financieros suficientes y, en cierta forma, el hecho de que la estrategia de descentralización se originara en el centro, provocó reacciones en algunos gobiernos estatales: en el estado de Michoacán hubo oposición al proceso de descen-

Los estados descentralizados tuvieron problemas: insuficiente asignación y disponibilidad de recursos, permanencia del modelo centralizador en la administración del personal, comodato centralizado en el manejo de bienes muebles, permanencia de los programas verticales y deficiente capacidad gerencial; además, la SSA, el IMSS-COPLAMAR y diversos grupos estatales se enfrascaron en la disputa por el poder de los servicios de salud.

Aunque la descentralización no fue exitosa, la experiencia fue positiva, su intento y marco lógico y a veces retórico, aun en los estados que no participaron en el proceso, provocó una nueva dinámica entre las autoridades políticas y de salud federales y estatales, personal y usuarios acerca de las relaciones políticas, técnicas, administrativas y financieras entre el nivel central y los estados; además, hubo un mayor control de bienes y servicios en los estados descentralizados. La descentralización de los ochenta fue incompleta; hubo pocos impactos en equidad, eficiencia, calidad y sostenibilidad, sin embargo, abrió nuevos cauces para operar los servicios.

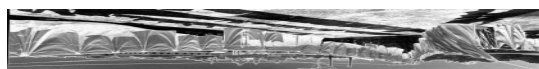
En el periodo gubernamental 1989-1994, la descentralización se detuvo, hubo cierta recentralización; sin embargo, en algunos estados se tomaron medidas con carácter descentralizador, hubo transferencia de aspectos administrativos y se aumentaron los recursos a los servicios desconcentrados; además, se reforzaron las jurisdicciones sanitarias con la idea de convertirlas en verdaderos sistemas de salud.⁶

UNA NUEVA DESCENTRALIZACIÓN EN 1985

En el periodo gubernamental 1995-2000 se reactivó la estrategia de la descentralización de los servicios de salud para población "abierta" en los estados; la misma formó parte del Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000 del gobierno federal.⁷ En agosto de 1996 comenzó un nuevo proceso de descentralización total de los servicios de salud a población abierta donde se involucraron diferentes actores. El gobierno federal, los gobernadores de las 31 entidades federativas, el jefe del Departamento del Distrito Federal, la Federación de Sindicatos de Trabajadores al Servicio del Estado, el Sindicato Nacional de Trabajadores al Servicio del Estado, el Sindicato Nacional de Trabajadores de la Secretaría de Salud, firmaron ante el presidente de la República, Ernesto Zedillo, el Acuerdo Nacional para la descentralización de los Servicios de Salud.⁸

Este programa descentralizador contó con recursos significativos; 121 100 trabajadores federales (SSA) se convirtieron en estatales; 22 461 salarios de los trabajadores estatales fueron homologados a los salarios (más elevados) de los trabajadores federales; 716 560 bienes muebles al igual que 6 240 bienes inmuebles, básicamente establecimientos médicos fueron transferidos del nivel federal a las entidades federativas. En 1991 la población abierta era de 45 millones de personas,⁹ casi la mitad de los habitantes de México.

Para la descentralización, en 1997, cada entidad federativa conformó un Organismo Público Descentralizado (OPD), instancia administrativa con personalidad jurídica y patrimonio propio, encargado de dirigir, administrar, operar y supervisar los establecimientos de servicios de salud transferidos por la SSA a los gobiernos estatales, administrar los recursos asignados, las cuotas de recuperación o de cualquier otro título legal e integrar un acervo de información y documenta-



ción que posibilitara a las autoridades e instituciones competentes la investigación, el estudio y el análisis de la salud. Los dos últimos estados que se incorporaron a la descentralización fueron Baja California Norte y Chihuahua, en 1998.

La nueva descentralización se realizó con habilidad política,¹⁰ no sólo tomando en cuenta la experiencia previa de 1985, sino también valorando los aspectos culturales, y reconociendo a los diversos actores y los contextos sociales y económicos. En la descentralización de los noventa se impulsó el consenso y se dieron los marcos normativos legales adecuados, se logró la descentralización de las autoridades de salud, de las prácticas planificadoras, de la asignación de recursos, del financiamiento y del otorgamiento de servicios en materia de atención médica y salud pública.

N O T A S

¹ Secretaría de Salubridad y Asistencia, Programa Nacional de Salud, Poder Ejecutivo Federal, México, 1984. pp. 15-16.

² Fajardo Ortiz, G., *La atención médica en México*, México, Francisco Méndez, editor y distribuidor, 1979. p. 116.

³ Secretaría de Salubridad y Asistencia, Programa Nacional de Salud 1984-1988, Poder Ejecutivo Federal, 1984.

⁴ Soberón, G., Kumate, J.L. y Laguna, J. (compiladores), *La Salud en México: Testimonios 1988. Fundamentos del cambio estructural*, México, Secretaría de Salud/Instituto Nacional de Salud Pública/El Colegio Nacional/Fondo de Cultura Económica, tomo I, pp. 103-111.

⁵ Mesa-Lago, C., "Atención de salud para los pobres en América Latina y el Caribe", *Publicación Científica*, núm. 539, Washington, D.C., Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud, Interamerican Foundation, 1992, pp. 122-124.

⁶ Gutiérrez G., México, en *Sistemas Nacionales de Salud en las Américas*, México, Secretaría de Salud/Colegio Nacional, México, 1994. p. 168.

⁷ Melgar Adalid, M., "Descentralización y administración de la salud", en *1 por la salud en México*, Miguel Ángel Porúa/SSA, México, 2000, pp. 177-203.

⁸ De la Fuente, R. y López Bárcenas, J. (compiladores), *Federalismo y salud en México*, Primeros alcances de la Reforma de 1995, Editorial Diana, México, 2001. p. 16-23.

⁹ Tamayo, J., *El fortalecimiento del federalismo y la descentralización de los servicios de salud en México. Federalismo y Desarrollo*, México, 1997, pp. 16-19.

¹⁰ De la Fuente, R., "La medición en salud: de las propuestas a los hechos", en *La medición a través de indicadores*, UNAM / Siglo XXI, México, 2001, p. 12.

Guillermo Fajardo Ortiz Facultad de Medicina, UNAM.
gfortiz@servidor.unam.mx



© Lorena Campbell, Bogotá, 2002.



© Lorena Campbell, ciudad de México, 2000.



© Lorena Campbell, Nueva York, 1993.

EL SORPRENDENTE VACÍO CUÁNTICO

José Salvador Ruiz Fargueta

A veces lo más sorprendente es lo que ocurre cada día. La transparencia del vacío, por ejemplo, que todo el mundo da por natural y lógica, puede que no lo sea tanto. Sobre todo si consideramos las tremendas energías asociadas al vacío cuántico. Es un hecho que a la menor distancia posible, 10^{-35} metros (un decimal con 34 ceros detrás de la coma), llamada longitud de Planck, se le asocia una masa del orden de 0.00002 gramos, por el llamado principio de incertidumbre. Si mantuviéramos la misma relación y, de igual manera, asignáramos la masa correspondiente a un metro, nos encontraríamos con la friolera de: 1.2×10^{24} toneladas.

Pero el principio de incertidumbre establece que las fluctuaciones cuánticas del vacío están acotadas y dependen del inverso de la distancia: esa es la razón de que observemos el vacío transparente y maravillosamente vacío. Conforme aumenta la distancia las fluctuaciones del vacío son más pequeñas; así podemos disfrutar de todo el mundo que nos rodea, del sol, de los más preciosos paisajes y, en las noches estrella-

das, recrearnos en la observación del inmenso firmamento.

En toda esta cuestión tiene mucho que ver un extraño objeto geométrico, por otra parte muy común, llamado fractal. Normalmente trabajamos y estudiamos con aproximaciones: hablamos de líneas rectas o curvas, de superficies lisas, de objetos geométricos como esferas o cubos. Pero somos conscientes de estar simplificando la realidad: una simple línea, en el mundo real, nunca es una línea perfecta. Conforme la observamos aumentada vemos que aparecen fracturas e imperfecciones, la realidad es así, fractal e imperfecta.

Las fluctuaciones cuánticas del vacío no escapan a la realidad fractal, de hecho son las responsables de que algo tan natural como la trayectoria clásica de una partícula (una simple curva geométrica continua) no exista. En su lugar, se habla de trayectoria fractal ("rota", "fracturada"), discontinua. Si observamos la trayectoria de cualquier partícula subatómica veremos que es tanto más intrincada cuanto mayor sea el detalle deseado. Ese



© Lorena Campbell, Nueva York, 1993.

grado de irregularidad viene determinado por un parámetro llamado dimensión fractal: una línea recta tiene una dimensión topológica o aparente igual a la unidad pero, dependiendo de las discontinuidades y del “arrugamiento” que presente, puede tener una dimensión fractal de 1.5, de 2 o más.

Siendo como son terriblemente intrincadas estas fluctuaciones, el factor de arrugamiento, que se suma a la dimensión topológica para alcanzar la dimensión fractal, es importante. Por fortuna para la preciosa transparencia del vacío, van en su ayuda las dimensiones enrolladas: 6 dimensiones que, según la teoría de supercuerdas, deben existir para poder alcanzar la teoría final que unifique las cuatro fuerzas fundamentales: gravedad, electromagnética, débil y fuerte.

Las dimensiones enrolladas, por el hecho de serlo, suponen restar su valor al total de las dimensiones existentes. Por ejemplo, una cuartilla de papel está representada por dos dimensiones: largo y ancho (despreciando su espesor). Si enrolláramos el an-

cho hasta que fuera insignificante nos quedaría un hilo muy fino capaz de ser representado por una sola dimensión: el largo. Al total de dimensiones, dos, habremos restado las enrolladas quedándonos únicamente una. El factor de arrugamiento, al contrario, se suma al número de dimensiones topológicas para dar el valor de la dimensión fractal. En cierta forma, vemos que son factores opuestos: sus efectos se contrarrestan. De hecho, si igualamos su valor (factor de arrugamiento = dimensiones enrolladas) obtenemos la fórmula mágica de la transparencia del vacío cuántico y de su apariencia vacua: las fluctuaciones quedan acotadas y dependientes del inverso de la distancia, tal como establece el principio de incertidumbre.

En las distancias del orden de la longitud de Planck, el efecto de las dimensiones enrolladas, tal como lo hemos expuesto, desaparece, debemos tener en cuenta todas las dimensiones, enrolladas y no enrolladas, y el vacío se presenta extremadamente “arrugado” y cambiante, deja de ser “plano” y estable.

LECTURAS RECOMENDADAS

- Mandelbrot, B., *Los objetos fractales*, Tusquets Editores, Barcelona, 1987.
- Cohen-Tannoud, G. y Spiro, I.M., *La materia-espacio-tiempo*, Espasa-Calpe, Madrid, 1988.
- Weinberg, S., Feynman, R., Glashow, S., Salam, A., Ellis, J., Gross, E., Green, M., Witten, E. y Schwartz, J., *Supercuerdas ¿Una teoría de todo?*, P.C.W. Davies y J. Brown (eds.), Alianza Editorial, Madrid, 1990.
- Kaku, M., *Hiperespacio*, Crítica (Grijalbo Mondadori), Barcelona, 1996.
- <http://www.daec.obspm.fr/users/nottale/> (página web de Laurent Nottale, sobre el espacio-tiempo fractal).
- <http://www.lmasD-tecnologia.com> (revista de información tecnológica, “El diablo Aleaxis y el efecto de ocultación de masa”, S. Ruiz Fargueta. También publicado en la web de la Real Sociedad Española de Física, en el foro de debate sobre física divertida).

José Salvador Ruiz Fargueta
jsrfargueta@telefonica.net
salvador.ruizfargueta@telefonica.es

EL RECICLADO DE PAPEL Y CARTÓN

Noé Aguilar Rivera

El papel es un producto de primera necesidad el cual se fabrica desde el siglo II de nuestra era. Durante muchos siglos fue elaborado con desperdicios textiles que contenían fibras celulósicas.

En el siglo XIX la necesidad de pulpa para la industria papelera se vuelve crítica y es entonces cuando aparecen las pastas mecánica y química fabricadas a partir de madera, las cuales sustituyen a las fibras textiles como fuente de materia prima para el papel.

Durante la década de 1990, la preocupación por el medio ambiente impulsó buena parte de los avances en la industria del papel, dando como resultado que, actualmente, la atención principal se oriente hacia el proceso de reciclado, aunque los fabricantes siempre han reciclado desperdicios, tales como bordes de recorte, topes de bobina, mermas, etcétera.

En el siglo que terminó, el papel desperdicio constituyó una importante materia prima fibrosa para la industria productora de celulosa y papel, situación derivada de diversos factores: financieros, de mercado, competitivos, de disposición de materias primas fibrosas nacionales y, significativamente, de presiones sociales y gubernamentales

para que se incremente el reciclado de residuos y agua de las ciudades y empresas.

Esta situación es común tanto en los países productores y exportadores de papel, como en los importadores. También se incrementó la demanda de fibra secundaria (nombre con el que se conoce al papel reciclado) para la fabricación de algunos tipos de papel: periódico, impresión, cartulinas, corrugados y empaques.

La fibra secundaria es la segunda fuente importante para la elaboración de papel y cartón en los países desarrollados; sin embargo, el papel desperdicio mezclado es particularmente difícil de utilizar en la producción de pulpa debido a su alto grado de contaminantes: partículas metálicas, piedras, botellas, cintas, trapos, cuerdas y materiales plásticos.

USO DEL PAPEL RECICLADO

Las fibras secundarias más comercializadas son los corrugados, los cuales se utilizan para la fabricación de cajas corrugadas, sacos y empaques; en segundo lugar están el papel periódico y el papel para revistas, que son utilizados en la fabricación de papeles blanqueados y semiblanqueados, y,

finalmente, otras categorías menores que se utilizan para la fabricación de cartulinas, cartones y otros productos.

Para las empresas, los principales atractivos de la fibra secundaria han sido el costo (el cual es menor que el de las fibras vírgenes) y su presencia garantizada en el mercado. Por estas razones, las fibras de papel desperdicio son consideradas como la alternativa más significativa en el abasto de materias primas fibrosas para la industria de celulosa y papel en el mundo, como sustitutos parciales o totales, rentables y competitivos de pulpas químicas o de alto rendimiento. Las razones del crecimiento en la oferta y la demanda de fibras secundarias son, entre otras, el costo y las presiones gubernamentales, sociales y de grupos ecologistas para reducir tanto la extensión de terrenos ocupados por desechos urbanos, comerciales e industriales en todo el planeta, como los volúmenes de agua altamente contaminada vertidos al medio ambiente.

Por otra parte, se ofrecen estímulos económicos (contemplados en las leyes locales de protección al medio ambiente) para aquellas empresas que utilizan cantidades significativas de fibra secundaria. Sin em-



© Lorena Campbell, ciudad de México, 1999.

bargo, el éxito económico de las empresas que usen fibra secundaria dependerá ante todo de su competitividad en calidad, costo y servicio al cliente dentro de un mercado globalizado. Las fibras secundarias, sin embargo, ofrecen problemas para su aprovechamiento a consecuencia de la presencia de contaminantes originados por la naturaleza del proceso primario de obtención de la fibra virgen, por el proceso de conversión en papel o cartón, por los químicos empleados en la impresión, por las condiciones de uso y disposición final, por los sistemas de recolección en los basureros y rellenos sanitarios y, finalmente, por la presencia de materiales ocultos que afectan la calidad del papel reciclado. Estas características determinan el comportamiento de las fibras secundarias durante su reciclado y en las aguas residuales y los desechos.

La solución a estos y otros problemas exige la adecuada selección del equipamiento e instalaciones de la empresa. En especial debe atenderse la calidad de los productos elaborados, el costo y el impacto en el medio ambiente, en un mercado en el cual las empresas latinoamericanas deben incentivar la recolección, la selección y el aprovechamiento

de esas fibras, así como la solución de los problemas específicos que originan.

Conforme se incrementa el reciclado de papel y cartón se tendrán riesgos e inconvenientes significativos que se originan en los materiales que acompañan a la fibra y cuya acumulación en el proceso provocan problemas diversos para la calidad del papel fabricado con este material, la rentabilidad de la empresa y el desarrollo de nuevos productos. Si bien puede pensarse que es posible un reciclado ilimitado si las fibras se separan correctamente, esto no es así: las fibras no se pueden utilizar más allá de 4 a 6 ciclos. Un gran reto es tratar de encontrar en las fibras secundarias las propiedades de las fibras vírgenes originales. En este sentido se han logrado notables progresos, pero falta aún mucho por hacer, particularmente en lo que respecta a destintado, deslignificación, blanqueo, separación de contaminantes, separación de fibras largas y cortas, mejoramiento de propiedades, impacto ambiental y comercialización.

La reducción en las resistencias mecánicas y la contaminación son los principales problemas que actualmente limitan la utilización de fibras secundarias en algunos grados de papel, ya que por exigencias

sanitarias no deben usarse. Otros tipos de papeles especiales que se distinguen por su calidad y resistencia no permiten la presencia de fibras secundarias.

PROPIEDADES FÍSICAS DEL PAPEL RECICLADO

La fibra reciclada disminuye proporcionalmente la resistencia de la hoja final. Sin embargo, el factor más importante en este aspecto es la fuente del reciclado, ya que esto determinará en la mayor parte de los casos la proporción de fibra secundaria a incorporar en determinada calidad y clase de papel.

Las fibras secundarias difieren de las fibras vírgenes en que una gran proporción del material fibroso recuperado constituye una mezcla de diversos tipos de fibras, y en que otros materiales utilizados en las etapas de conversión y las fibras secundarias mismas han soportado varias veces tratamientos mecánicos de secado y de envejecimiento. Las fibras recicladas poseen en general bajas resistencias, debido a:

- Hornificación producida durante el primer secado, lo que reduce la capacidad de unión interfibrilar.



© Lorena Campbell, Nueva York, 1993.

- Acumulación de fibras cortadas y finos, producidos en los sucesivos repulpeos.
- Refinación inadecuada de la pulpa para evitar problemas de drenado.
- Acumulación de cargas (caolines, pigmentos, etc.), que aumentan el gramaje sin contribuir a las resistencias.
- Acumulación de materiales extraños (aceites, almidón seco, resina/alúmina, tintas etc.) que recubren a las fibras interfiriendo con las uniones.
- Debilitamiento de la flexibilidad de las fibras producido por los procesos a que fueron sometidas.

HORNIFICACIÓN DE LAS FIBRAS SECUNDARIAS

De los factores adversos que acompañan al reciclado del papel desperdicio, la hornificación o colapsamiento de las fibras merece una especial atención. Aunque la refinación provoca un delaminado interno y una apertura de la estructura de la pared celular de las fibras, el secado invierte en gran parte este proceso, por lo que la unión interna producida por el secado no se desintegra cuando la fibra se vuelve a humedecer y

reciclar provocando el endurecimiento y rompimiento de las fibras; así, la refinación puede restaurar hasta cierto grado la estructura abierta de la fibra; sin embargo este proceso permite 4 o 5 ciclos hasta que la fibra se desintegra totalmente. En cada ciclo es necesario incorporar cada vez más fibra virgen para no disminuir las propiedades de resistencia y drenado de las fibras del papel.

CONCLUSIONES

Las ventajas de usar papel reciclado son obvias: se talan menos árboles y se ahorra energía. En efecto, para fabricar papel a partir de celulosa virgen se requiere madera, agua y energía; para obtener la misma cantidad con papel usado recuperado se necesita 100 veces menos cantidad de agua y una tercera parte de energía, y no se consume madera de los bosques.

El uso creciente de fibras secundarias en el futuro traerá riesgos e inconvenientes severos para los países en desarrollo; para que sea posible vencer estos problemas deben incentivarse la investigación y el desarrollo tecnológico de procesos tendientes a incrementar el uso de fibras recicladas en

papeles y cartones mediante la restauración de las propiedades originales y nuevos sistemas de remoción de contaminantes.

LECTURAS RECOMENDADAS

- Area, M.C., Villalba, L., "El papel, un recurso fibroso de interés social", *El Papel*, núm. 54, 1995, pp. 69-74.
- Avijit, D. and Dipankar, S., "The current state of paper recycling - A global review", *IPPTA*, vol. 7, núm. 4, 1995, pp. 1-12.
- Colom, F., Torres López, J.A., "Fibras primarias de madera y fibras secundarias de papel viejo", *El Papel*, núm. 42, 1994, pp. 62-69.
- Gustafson, R.R., "Manufacture of Bleached Pulp from Recycled OCC Linerboard", University of Washington, Pulping Conference TAPPI Press, 1996, pp. 885-894.
- Howard R.C., "The effects of recycling on paper quality", *JPPS*, vol. 16, núm. 5, 1990, pp. J143-J148.
- Lamas, R.R., "Reciclado: oportunidades y riesgos", *ATCP*, vol. XXX, núm. 1, 1995, pp. 35-46.

Noé Aguilar Rivera, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Veracruzana.
E-mail: naguilar@uv.mx



A CONTRACORRIENTE:
HISTORIA DE LA ENERGÍA NUCLEAR
EN MÉXICO, 1945-1985

LUZ FERNANDA AZUELA

JOSÉ LUIS TALANCÓN

EDITORIAL PLAZA Y VALDÉS, MÉXICO, 1999

Una historia de la energía nuclear en México debería ilustrar acerca de la función de los organismos nucleares, como el Instituto Nacional de Energía Nuclear y la ya desaparecida empresa minera del uranio; y poner en claro cuál fue el papel de la Comisión Federal de Electricidad, por ejemplo. Debería aclarar el de organizaciones pronucleares, de los gobiernos; el de los movimientos antinucleares, sus características, composición social, la formación ideológica de sus militantes, sus estrategias, aciertos y errores.

A nivel mundial, uno de los más completos es el libro de Pringle y Spigelman, *Los barones nucleares*, traducido y publicado por Planeta. *Energía nuclear*, de Walter Patterson, con mucha más información técnica, es igualmente excelente. En Estados Unidos se han publicado varios libros, como los de George Mazuzan y J. Samuel Walker, historia oficial que se ocupa de los aspectos políticos. En Argentina se publicó un excelente libro de Mario Mariscotti sobre la aventura del incompetente Ronald Richter a comienzos de los cincuenta, y la historia oficiosa de Castro Madero y Takacs. En México se han publicado los libros de José A. Rojas Nieto y Víctor A. Payá Torres, por la UNAM (1989) y por el Instituto Mora, respectivamente en coedición con la Editorial Porrúa (1994), y el de Guillermo

Zamora sobre la importación de la leche radioactiva de Irlanda (Planeta, 1997).

El de Luz Fernanda Azuela y José Luis Talancón es más ambicioso. Azuela es física, investigadora del Instituto de Geografía de la UNAM, y Talancón es profesor del Centro de Enseñanza para Extranjeros, y el libro viene avalado por este instituto, el de Investigaciones Sociales, y por el Centro mencionado, que lo han coeditado. Los ya mencionados de Rojas Nieto y Payá Torres, más limitados en sus objetivos, son mucho más equilibrados que el de Azuela y Talancón, con una información sólida y una mejor redacción, y particularmente en el caso de Rojas Nieto, con una considerable visión crítica.

Azuela y Talancón carecen casi totalmente de una visión acerca del desarrollo de la energía nuclear en el orden mundial, tanto en los países desarrollados como en los de un desarrollo similar al de México, lo cual les sirve para no tomar posición sobre las realizaciones de los organismos nucleares mexicanos, aunque sí incluyen una mención a un texto crítico sobre el Instituto Nacional de Energía Nuclear, elaborado en 1978 por el ingeniero Armando Gómez Tagle (p. 178-179). Mencionan que la ley de energía nuclear de 1979 establecía entre las tareas del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares la de "realizar el diseño y

promover la construcción nacional de reactores nucleares", pero no que en más de cuarenta años de existencia no han podido construir ni un modesto reactor experimental. En Argentina comenzó a funcionar el primero en 1957, se han construido más de diez, y en este momento la empresa INVAP ha llegado a ser competitiva a nivel internacional en la fabricación de reactores experimentales.

Tampoco puede ser casual que, en tanto que dedican muchas páginas a detalles acerca de la construcción de Laguna Verde, le dediquen unas pocas líneas totalmente acrílicas a lo que creemos que fue el episodio central de esta historia, es decir, al delirante llamado a concurso para la construcción de veinte centrales nucleares, caso paradigmático de la frivolidad, incompetencia e irresponsabilidad del gobierno de López Portillo (Rojas Nieto se refiere al caso como "anécdota risible"), y de su disposición a derrochar enormes recursos para mostrarles a los mexicanos el símbolo visible de la modernización. Casualmente también lo olvidó Daniel Reséndiz Núñez, otro fiel servidor del aparato, en su compilación *El sector eléctrico en México*, coeditada en 1994 por la Comisión Federal de Electricidad y el Fondo de Cultura Económica.

El libro está lleno de afirmaciones no fundamentadas e incluso apreciaciones



© Lorena Campbell, Bogotá, 2002.



erróneas. Por ejemplo en relación con el importante punto de la posición de las fuerzas políticas sobre la energía nuclear; en la página 261, se afirma que la izquierda tomó posición del lado de los antinucleares. En realidad estuvo dividida, con muchas personalidades y organizaciones que efectivamente estuvieron en contra de la energía nuclear, como Punto Crítico y el Partido Revolucionario de los Trabajadores, mientras que la mayor parte del Partido Socialista Unificado de México (PSUM), estuvo a favor, incluyendo por supuesto a los diputados de ese partido que eran miembros del sindicato de los trabajadores nucleares, como también lo estuvieron dirigentes muy visibles como Heberto Castillo y Rolando Cordera, mientras que un sector minoritario, que incluyó a Amalia García, estuvo en contra. Este error seguramente no es casual, sino debido al hecho de que, mientras que entrevistaron a muchos personajes poco importantes, no se tomaron el trabajo de hacerlo con los dirigentes de estas organizaciones, ni de leer su prensa. Por otra parte, esta posición del PSUM fue totalmente coherente con la de los partidos comunistas a nivel internacional, ya que al parecer todos los que tomaron posición sobre el problema, con la excepción del sueco, estuvieron a favor de la energía nuclear. Esta posición del PSUM coincidió con su deslizamiento hacia el oportunismo, que culminó con su disolución. Y este oportunismo fue además coherente con su seguidismo hacia el igualmente oportunista y nacionalista Partido Comunista francés, como lo ha documentado Octavio Rodríguez Araujo ("Ocaso del comunismo en México", en Manuel Aguilar Mora y Mauricio Schoijet (comps.), *La Revolución Mexicana contra el PRI*, Fontamara, 1991, p. 157-169).

Desde el punto de vista de la percepción de la problemática de la energía nuclear a nivel mundial, y de eventos como el accidente de Chernobyl, el fiasco es completo, lo cual no es de extrañar, porque la casi única fuente es el engañoso libro de Bernard L. Cohen. Igual que Cohen, Azuela y Talancón sólo se refieren a las víctimas inmediatas del accidente de Chernobyl, y omiten toda referencia al espeluznante costo humano de los efectos de largo plazo sobre millones de irradiados, que por supuesto no han terminado de hacerse visibles, ya que la mayor parte de los casos de cáncer y leucemia aparecen quince, veinte o veinticinco años después de la exposición a la radiación. No hay acuerdo sobre el número de muertes, ya que el gobierno ucraniano ha dado la cifra de dos mil en tanto que la organización ambientalista Greenpeace afirma que son treinta mil. La cifra de los tumores de la tiroides pasa de diez mil y se registra un importante aumento en la tasa de niños nacidos muertos. Entre los centenares de miles que participaron en las tareas de descontaminación se ha registrado un gran aumento en la tasa de suicidios (datos del World Information Service on Energy, boletín electrónico de mayo del 2000). Rosalie Bertell da datos provenientes de una organización de ex "liquidadores", o sea personas que participaron en las tareas de descontaminación, que fueron unos 600 000. Según esta organización, que funcionaría en Kiev, hacia 1995 habrían muerto trece mil, de los que 20% se habrían suicidado. De los que vivían en ese momento, setenta mil eran inválidos permanentes (en *The Ecologist* de noviembre de 1999).

Para dar sólo un ejemplo de las cualidades de Cohen como prestidigitador intelectual, en relación con el tema del desmantelamiento de reactores, después de aceptar que el de la central nuclear de Shippingport costó más que la construcción, afirma alegremente, sin dar ninguna fundamentación ni información adicional, que habría estudios —no dice cuáles— que proponen que los costos de desmantelamiento incidirían en menos de 1% del costo de la energía producida.

El libro incluye farragosos detalles poco explicitados acerca de aspectos de menor importancia, anécdotas y recuerdos triviales, gráficas y tablas prescindibles, y hasta disparates causados por la falta de conocimiento de los autores sobre los aspectos técnicos. Por ejemplo, la afirmación de que en las bodegas de los organismos nucleares se guardaba una cantidad de uranio equivalente a la cuarta parte de la producción anual de Estados Unidos, cuando debieron de haber escrito que se trataba de mineral y no de uranio, y de una cantidad mil veces menor. O la confusión entre líquido de enfriamiento y moderador (elemento o compuesto que disminuye la energía de los neutrones; el agua opera al mismo tiempo como refrigerante y moderador, no es el caso del grafito) que los lleva a escribir que el grafito operaba como agente de enfriamiento en el reactor de Chernobyl. ¿Alguien puede imaginar que el grafito sirva para enfriar algo? Recuérdese que la autora es física.

Si es un fiasco en estos aspectos, en cambio tiene otros que son casi totalmente desconocidos y que tienen cierto interés, por ejemplo la propuesta temprana del físico Sandoval Vallarta de una planta nuclear para desalinizar el agua del Lago



de Texcoco, y de una planta desalinizadora en Baja California, pero narrados con una ingenuidad total y un desconocimiento absoluto de lo que ocurrió fuera de México con proyectos de este tipo. Afirman que el abandono del primer proyecto se debió al fallecimiento del personaje mencionado, sin aludir a ninguna dificultad técnica ni a los estudios hechos en Estados Unidos que liquidaron a este tipo de proyectos. No se les ocurre que ya en esa época había conciencia en los organismos nucleares estadounidenses, aunque no en los ilustres científicos mexicanos, de lo peligroso que era situar una planta nuclear en la cercanía de una gran ciudad, ni de que en el Valle de México no hay agua suficiente, no para desalinización sino ni siquiera para el enfriamiento que requiere una central nuclear.

Los autores también relatan la historia de la construcción de la planta y del papel de los ingenieros mexicanos, que es presentado bajo una luz favorable, aunque con una carga de detalles nimios. Pero en tanto que no tenemos motivos para dudar de que hubo aspectos positivos en esta experiencia, por ejemplo en cuanto a exigir estándares de calidad a los proveedores, no se puede apreciar si se trató de una acción efímera o si tuvo consecuencias de mayor alcance. En tanto que se ensalzan estos aspectos positivos, se hace escasa mención a los negativos. Por ejemplo, se dice que el país perdió una "fuerte suma" por el cambio de la empresa contratista, pero no se especifica el monto.

Last but not least, hay aspectos que son más que deplorables. Por ejemplo, el ninguneo al trabajo de Alejandro Nadal y Octavio Miramontes (*El plan de emergencia de Laguna Verde*, Colegio de México, 1989), sobre los efectos de un accidente en

Laguna Verde, al que se le dedican cuatro líneas. Los autores enumeran trabajos varios de los organismos nucleares que nada más sirven para acumular polvo, pero no se toman la molestia de explicar por qué ningún organismo oficial elaboró un trabajo sobre este tema, obviamente de una capital importancia. O la mención en un pie de página de la opinión de algún ilustre ingeniero, de antecedentes desconocidos como analista político, según el cual el movimiento antinuclear fue producto de la manipulación extranjera, afirmación que no tiene ningún valor.

El ninguneo al trabajo de Nadal y Miramontes no es casual, ya que los autores ignoran casi totalmente la literatura antinuclear, tanto a nivel internacional como nacional. No se toman el trabajo de fundamentar ninguna de sus suposiciones más importantes, por ejemplo de que la energía nuclear habría sido parte de un proceso de modernización. Suponen implícitamente que el movimiento antinuclear, al que le dedican muy poco espacio, es producto de la irracionalidad de masas, mientras que la ciencia estaría del lado de los pronucleares, sin tomarse el más mínimo trabajo para fundamentar una afirmación de este tamaño, ignorando que los aspectos científicos han sido objeto de enconadas controversias, que no han terminado, porque hay aspectos aún no aclarados, por ejemplo nada menos que la interpretación del accidente de Chernobyl. Los autores no están enterados de que no hay acuerdo sobre lo que ocurrió en Chernobyl, no en términos de lo que hicieron los operadores, sino de los fenómenos físicos responsables, y se limitan a copiar fielmente las afirmaciones de Cohen. El tema ha sido objeto de

debate, y se han publicado no sólo trabajos científicos sino en revistas menos especializadas, como *Technology Review* y *Bulletin of Atomic Scientists*, que los autores ignoran, en los que se discute la posibilidad de que hayan sido explosiones nucleares de baja potencia.

¿Por qué fue avalado este trabajo por dos respetables institutos de investigación y por un centro de enseñanza de la UNAM? No hay razones para suponer que sus directores y sus asesores sepan mucho sobre el tema. Pero sí saben lo que hay que saber, es decir la línea del Partido, en el sentido de lealtad al aparato oficial, que malgastó enormes recursos para una planta nuclear tan innecesaria como peligrosa, que representa un peligro para millones y que será indudablemente una pesada carga para las generaciones futuras, que tendrán que costear un oneroso desmantelamiento y buscar que otro país se encargue de los desechos, porque México no tiene ni la capacidad técnica ni la financiera para construir un depósito definitivo para estos. Se trata entonces de blanquear al aparato. Es muy difícil que lo logren. El libro de Azuela y Talancón, aunque contenga alguna información interesante que puede ser leída a contracorriente de la intención de sus autores, es un testimonio del atraso y la falta de criterio de algunos investigadores mexicanos, y de los inoperantes que pueden resultar los mecanismos de evaluación de dos Institutos y un Centro de la UNAM.

**Mauricio Schoijet, Departamento
El Hombre y su Ambiente, Universidad
Autónoma Metropolitana-Xochimilco
schoijet@prodigy.net.mx**



GRÁFICA POPULAR MEXICANA

ENRIQUE SOTO EGUIBAR

VOLKSWAGEN, MÉXICO, 2003

El acto de pintar una pared para anunciar una mercancía puede remontarse a las viñetas eróticas que se exhibían en los lupanares de Pompeya con la intención, según la perspicaz interpretación de algunos autores, de que los clientes extranjeros que no hablaban el idioma local, señalaran el tipo de servicio que deseaban eligiendo entre las distintas escenas sexuales que se mostraban en los muros.

La pintura mural tiene una larga y variada tradición en nuestro país. Desde las escenas paradisiacas del Tlalocan teotihuacano, o los bebedores de pulque de la pirámide de Cholula, hasta el Poliforum Siqueiros, pasando por las iglesias y claustros conventuales del periodo colonial, miles de artistas y artesanos se han acercado cautelosamente, con colores en las manos, a expresar sus ideas con una intención religiosa, política o estética, sobre la superficie de una pared.

En esta gran diversidad de propósitos ocupa un lugar modesto el rótulo callejero. Si a las antiguas pinturas rupestres se les ha atribuido la intención mágica de propiciar una abundante cacería en beneficio de las bandas nómadas, a los modernos rótulos comerciales podemos atribuirles la franca intención de estimular las ventas en beneficio de un pequeño local comercial.

Esta bella costumbre cargada de colorido, ingenio y humor, aunados a una impericia técnica y un toque de ingenuidad, han dado como resultado una singular expresión pictórica que ha sido captada, desde hace treinta años, por la cámara de Enrique Soto.

El rotulista sabe que su pintura es efímera, que la intemperie la desgasta poco a poco y que terminará por desaparecer si antes no le gana la quiebra del negocio, el traspaso del local, o el logotipo de una compañía de refrescos o cervezas, que en muchos casos han sido los grandes enemigos de este oficio. El rótulo tiene una vida corta y tiende a desaparecer. Por este simple hecho debemos estar agradecidos con Enrique, con su persistente y hasta obsesiva manera de retratar estas figuras. Sobre todo si pensamos que él no es un fotógrafo profesional, que su ojo está más calificado para mirar por el microscopio que por la lente de una cámara. Sin embargo, la fotografía es una actividad que lo ha entusiasmado durante tres largas décadas, hasta reunir cerca de cuatro mil fotografías de rótulos que pueden ordenarse de muchas maneras: por oficios, especies animales, alimentos preparados o locales comerciales. Pero la verdad es que esta clasificación suena demasiado racional para organizar la variedad de temas y circunstancias expresadas en la pintura callejera. Para dar una idea de su riqueza más bien habría que recurrir a una taxonomía diferente, como la de aquella enciclopedia china, mencionada por Borges, cuyo título *Emporio celestial de conocimientos benévolos*, ya nos anticipa un orden distinto al de la lógica ordinaria. Esta enciclopedia dividía a los animales en las siguientes categorías: embalsamados, amaestrados, pertenecientes al emperador, lechones, sirenas, fabulosos, perros sueltos,

que se agitan como locos, innumerables, que de lejos parecen moscas, etcétera. Algo semejante hicieron los editores de este libro al clasificar las fotografías según ciertos refranes populares, de modo que tenemos, a lo largo de sus páginas, animales acuáticos, aéreos y terrestres en las más distintas situaciones: animales que van al matadero, que matan y cocinan a los de su propia especie, que van a curarse con un médico, que se comen rostizados o servidos en cóctel. Algunos de ellos aparecen en circunstancias insólitas: una vaca caminando lastimosamente en muletas; un pollo sin cabeza y con bikini asoleándose cómodamente en un plato; un tiburón con huaraches conduciendo una cuatrimoto; un pez betta nadando en el azul de un muro, agitando la cola al lado de un medidor de luz.

Hay algunas imágenes que no remiten a la venta de un producto o de un servicio, más bien parecen hechas por puro gusto, por el simple placer de pintar, como aquella escena en la que tres hombres intentan cazar un mamut con una nariz formidable, semejante al teclado de un piano, o aquella otra, de un surrealismo místico, en que aparece Juan Diego, hincado a la orilla de un lago de aguas azules, con los volcanes al fondo, contemplando a la virgen que se asoma detrás de una ventana que está flotando en medio del agua. Por si fuera poco, al lado de ellos se encuentra Jesucristo, hincado y con los brazos cruzados sobre el pecho, esperando ser bautizado por San Juan, quien con una

mano sostiene la concha con la que ha de recoger el agua bautismal, y con la otra hace una sombra sobre sus ojos para atenuar la deslumbrante luz dorada que desciende desde el cielo.

En el libro hay imágenes tan disímolas como el Pato Lucas y la virgen de Guadalupe, hay sirenas y mujeres desnudas dentro de una copa, algunos ángeles, carabelas, pirámides y volcanes. Pero entre todas las imágenes hay una que me gustó especialmente, aparece en el capítulo "Juntos pero no revueltos". Es una escena de un erotismo malévolamente lúdico que se aproxima a la muerte. El hecho sucede en una peluquería. Él es un hombre joven, plácidamente sentado en uno de esos antiguos sillones rojos que ya desaparecieron. Aunque sostiene un espejo en sus manos tiene los ojos cerrados y un gesto de intensa satisfacción en el rostro. Ella es una mujer joven también, con un vestido que muestra un hermoso cuerpo. Tiene una larga cabellera negra, unos labios rojos entreabiertos y la cabeza ligeramente ladeada en actitud de éxtasis. Con una mano sostiene por el hombro a su cliente y con la otra está a punto de pasar una filosa navaja por su cuello. ¡Lo grave del asunto es que ella también tiene los ojos cerrados! No sabemos si la felicidad suprema que muestra esta pareja terminará en un orgasmo, en un homicidio o en ambas cosas.

¿Cuántas veces, caminando por las calles, hemos visto la obra de estos pintores sin prestarle mayor atención? Este libro de gráfica popular nos da la

oportunidad de fijarnos en esa obra. ¡Fíjate en lo que te fijas! Decía Allen Guinsberg. Un mérito de Enrique es haberse fijado tanto tiempo en esta forma del ingenio popular e invitarnos ahora a fijarnos en él. Cada vez que Enrique Soto se detuvo ante una imagen callejera para retratarla, le rendía un silencioso homenaje a un autor anónimo, un callado homenaje que ahora encuentra su culminación bajo la forma de un libro magníficamente editado.

El libro trae a mi memoria dos rótulos ya desaparecidos. Estoy seguro que a muchos les sucederá lo mismo. Me voy a referir a ellos muy brevemente: El primero era un enorme trailer pintado en el zaguán de un taller cercano a mi casa. Un trailer que en una atrevida perspectiva daba vuelta y seguía de frente al mismo tiempo, como si el camión se desdoblara gracias al milagro de la técnica cubista. Nunca supe si el pintor era poco diestro en el realismo o simplemente le rendía un homenaje a Picasso. El otro rótulo era un hígado pintado a la entrada de una cantina en el centro de Cholula. El hígado tenía manos y con una de ellas sostenía un vaso. Debajo había un letrero que decía: "El hígado no existe". Estas imágenes desaparecieron hace tiempo, como han desaparecido cientos y miles de ellas. Esto, al parecer, no tiene ninguna importancia, pero sé que cuando estén en su casa, sentados en un sillón, mirando las fotografías del libro *Gráfica popular mexicana* de Enrique Soto, les parecerán entrañables. En esto, me

parece, reside el valor fundamental del libro que hoy se presenta.

Quisiera, por último, decir que este trabajo es el resultado de la simpatía y la amistad. Dos valores por desgracia cada vez menos comunes en una cultura empeñada en la rivalidad, la envidia y la descalificación, el interés económico y el afán por alcanzar esa vacuidad que llaman éxito. Este libro surgió como un acto de generosidad colectiva en el que participaron Ani y Margarita Ashwell, Francisco Bada, John O'Leary y Enrique Soto. A todos ellos y a los rotulistas que tal vez nunca conoceremos, les damos unas sonrientes y calurosas gracias.

Julio Glockner



JEAN-DIDIER VINCENT
BIOLOGÍA DE LAS PASIONES
 ANAGRAMA, BARCELONA, 2003

Desde que en el siglo XVIII cobrara vigencia la concepción del hombre neuronal, habitáculo de un territorio seco y poblado de circuitos nerviosos codificados mediante señales eléctricas, las pasiones han ido siendo relegadas hacia el incierto campo de lo estrictamente literario o, más peligroso aún, de lo moral. Se ha hecho necesaria la aparición de una nueva disciplina biológica, la neuroendocrinología, para que las pasiones comenzaran a recuperar su dimensión en la compleja estructura del comportamiento humano. Este libro constituye un arriesgado intento en ese sentido: Jean-Didier Vincent –auxiliado por la anatomía, la fisiología, la bioquímica, la biología molecular, las ciencias de la información, pero, ante todo, por una agudeza sorprendente, incisiva y amena– nos propone una nueva teoría de las pasiones: el hombre humoral recupera sus derechos. Las pasiones no sólo se mueven al flujo de un entretejido de cables y circuitos eléctricos, sino principalmente en un medio húmedo, líquido y, sin duda, más misterioso e infinito que la simplificación mecanicista y seca. ¿Glándulas y humores, pues, como responsables de que dos seres descubran que se aman?; tal es el reto que nos propone Vincent.

Sugestivo y riguroso, alusivo y metódico, *Biología de las pasiones* es una incursión en un campo del conocimiento imprescindible para cualquier lector interesado en el enigma de los sentimientos.



LA CULTURA.
 TODO LO QUE HAY QUE SABER
DIETRICH SCHWANITZ
 EDITORIAL TAURUS, ESPAÑA, 2002

Este es un libro para aquellos que quieren tener una relación viva con su cultura. Muchas veces el conocimiento se ha visto encorsetado por fórmulas y barreras, y se ha alejado de su labor más útil, que es enriquecer nuestras vidas y ayudar a conocernos mejor. ¿Cómo y por qué surgieron la sociedad moderna, el Estado, la ciencia, la democracia o la administración? ¿Qué ha dicho Heidegger que no supiéramos ya? ¿Por qué Don Quijote, Hamlet, Fausto, Robinson, Falstaff o el Dr. Jekyll y Mr. Hyde son figuras tan conocidas? ¿Dónde estaba el inconsciente antes de Freud? Este libro aborda los episodios remotos y centrales del Antiguo y Nuevo Testamento; la emergencia de los Estados y la epopeya de la modernización, las revoluciones y la democracia; la evolución de la literatura, el arte y la música a través de sus grandes obras; el desarrollo de la ciencia y la filosofía, el campo de batalla de las ideologías, cosmogonías y teorías; pero también la educación que dan los libros, los colegios o universidades, los periódicos y los foros de opinión. Un cuadro cronológico, una breve relación de los libros que han cambiado el mundo, consejos de lectura y un CD con fragmentos de las piezas musicales más destacadas de la historia aumentan la utilidad de esta obra imprescindible.



ESPACIO FABRIL, MÁQUINAS Y
 TRABAJADORES. LA PRESERVACIÓN
 DEL PATRIMONIO INDUSTRIAL
ROSALINA ESTRADA URROZ
 ICSyH-BUAP, 2003

En México no existe conciencia de la importancia que tiene la conservación del patrimonio industrial, en consecuencia no existe una política definida al respecto. En los últimos veinte años hemos visto cómo este patrimonio se destruye, sin que el Estado, los empresarios, ni los trabajadores emprendan una acción colectiva que permita detener y conservar el legado de aquellos que contribuyeron a establecer las bases de la producción mecanizada. Todas las ramas industriales han sido afectadas, sin embargo, la industria textil ha sufrido los mayores embates.

Si bien el concepto de monumento histórico se ha ampliado, en general la falta de conservación del patrimonio industrial proviene de la insuficiencia de los recursos que se asignan a la conservación del patrimonio industrial. Hay más interés por estudiar iglesias, palacios y conjuntos urbanos, que construcciones industriales, aunque deben considerarse algunas contribuciones de arquitectos que han reflexionado sobre este problema. Este libro da testimonio del último momento productivo de máquinas, del desmantelamiento de telares y tróviles, de paredes derruidas, así como del sentimiento de obreros y patrones frente a la desaparición de su lugar de trabajo.



LOS QUE SABEN. TESTIMONIOS DE VIDA DE MÉDICOS TRADICIONALES DE LA REGIÓN DE TEHUACÁN
ANTONELLA FAGETTI (COMP.)
ICSYH-BUAP/CDI, MÉXICO, 2003

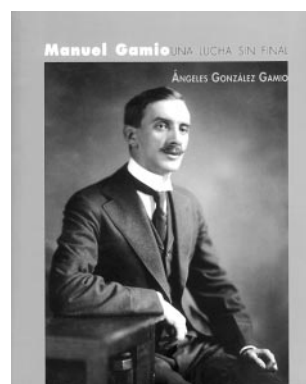
Los médicos tradicionales, cuyos testimonios se recopilan en este texto, pertenecen a la tradición médica que forma parte del patrimonio cultural intangible de los pueblos indígenas y campesinos, que se inició en México hace muchos siglos y cuya creación se registra en uno de los episodios más significativos de la mitología antigua: "Luego hicieron a un hombre y a una mujer: al hombre le dijeron *Uxumucu* y a ella *Cipactonal*. Y mandáronles que labrasen la tierra, y a ella, que hilase y tejiese. [...] Y a ella le dieron los dioses ciertos granos de maíz para que con ellos curase y usase de adivinanzas y hechicerías y, así lo usan hoy día facer las mujeres". Desde esos tiempos han permanecido en la práctica médica muchos de los conocimientos antiguos que en la actualidad forman parte de la medicina tradicional de nuestro país, integrada por diferentes sistemas terapéuticos que, como las culturas de sus pueblos, se han creado y recreado a través del tiempo.



HÖLDERLIN Y LA SABIDURÍA POÉTICA
JORGE JUANES
ITACA, MÉXICO, 2003

Basado en un amplio examen de la categoría de lo sublime que abarca de Longino a Hegel pasando por Burke, Kant, Schiller... y desde una perspectiva que discrepa abiertamente con la lectura nacionalsocialista de Hölderlin realizada por Heidegger, Jorge Juanes demuestra de modo riguroso y exhaustivo, la especificidad de lo poético-pensante: dejar ser a lo que es, escuchar, acoger, agradecer, restaurar el arraigo del hombre en la tierra. Escuchar y acoger implica la superación del yo cerrado sobre sí mismo y la apertura excéntrica de parte del existente, e incluye las tonalidades afectivas del individuo ante el que acontece la epifanía de la alteridad innumerable. Lo poético une así la existencia singular, finita y enigmática de cada uno con el abismo inescrutable de lo uno-diverso.

Bajo la guía de Hölderlin, el autor propone una revaloración de la filosofía como ontología capaz de hacer frente a la razón instrumental.



MANUEL GAMIO
UNA LUCHA SIN FINAL
ÁNGELES GONZÁLEZ GAMIO
UNAM, MÉXICO, 2003

Desde el principio se percibe en este libro la intención de acercarse con hondo sentido humano al rostro y corazón de Manuel Gamio, el sabio antropólogo, hombre íntegro, fundador y organizador de muchas instituciones, siempre en relación con los pueblos indígenas de México y su cultura. Paso a paso, Ángeles González Gamio nos lleva a conocer lo que fue la vida de Manuel Gamio en su intimidad, sus ilusiones de juventud, las dificultades que tuvo que superar, los enfrentamientos que con valentía superó. Se nos torna aquí presente el Manuel Gamio niño; adolescente y joven en el rancho que tenía su padre en la selva, cerca del río Tonto, en Veracruz; el estudiante que no encontraba su camino y que, al fin, descubre la riqueza de la antropología; el hombre que funda una familia y que, más allá de los vaivenes de la política, tuvo siempre la meta clara de servir a México por medio de la investigación de sus realidades culturales. Y, a la par que se aducen las palabras de Manuel Gamio y de sus colegas que valoran su obra, se entremezclan las anécdotas, a veces tan elocuentes o más que otros géneros de testimonios.

Instrucciones para los autores

Elementos es una revista científica y cultural. Es un medio de comunicación entre la comunidad científica y los estudiantes de nivel medio superior, y superior, así como el público en general. La revista es abierta y acepta trabajos de cualquier especialidad. Los artículos se someten a la consideración del Consejo Editorial de la revista y son evaluados por especialistas. Las copias del trabajo (anónimas) se enviarán a dos árbitros quienes juzgarán sobre la pertinencia y calidad del trabajo, y decidirán su publicación o sugerirán las correcciones pertinentes. El dictamen editorial se emitirá en un plazo breve, idealmente no mayor a quince días hábiles.

Todos los trabajos aceptados serán sujetos de una revisión editorial. El autor podrá realizar correcciones finales en las pruebas de página que le serán enviadas antes de la publicación de su trabajo.

Los artículos deben ser escritos usando el procesador de texto *Microsoft Word*, y deberán ser enviados por correo electrónico, especificando en el mensaje la versión del procesador que se utilizó, a la siguientes direcciones:

elemento@siu.buap.mx
con copia para
esoto@siu.buap.mx

Alternativamente podrá enviarse una copia impresa de todo el material a:

Dr. Enrique Soto
Revista **Elementos**
Instituto de Fisiología, BUAP
Apartado Postal 406
Puebla, Pue., 72001
México.
Teléfono: (222) 244 16 57
Fax: (222) 233 45 11

En la carátula del artículo, luego del título y el nombre del autor o autores del trabajo, deberá especificarse la institución a la que éstos pertenecen, así como el domicilio, teléfono y dirección de correo electrónico del autor responsable.

En el caso de que el artículo incluya figuras, fotografías o gráficas, éstas deberán enviarse en archivos separados a las mismas direcciones. Son aceptables los formatos JPG (compresión no mayor a 8), TIF, CDR, PSD o EPS (todos en alta calidad). No se aceptarán figuras incrustadas en el documento de *Word*. Al preparar las figuras deberá tenerse en consideración que comúnmente éstas se reducen de tamaño; por ello, la simbología deberá ser clara y diferenciable. Al final del texto se deberán incluir los pies de figura. No deberán incluirse figuras a las que no se haga referencia en el texto, o figuras sin su correspondiente leyenda al pie. En lo posible, se deberá evitar el uso de material gráfico previamente publicado. Sin embargo, cuando ello se considere indispensable, será responsabilidad del autor obtener los permisos necesarios para su reproducción.

Los manuscritos pueden ser destinados a alguna de las siguientes secciones:

1. Artículo de divulgación. El material de esta sección deberá ser presentado utilizando un lenguaje claro y sencillo, evitando el uso de términos técnicos especializados. Cuando éstos sean indispensables, deberá explicarse su significado en una nota. Se recomienda el uso de figuras ilustrativas que permitan sintetizar y aclarar conceptos relevantes. Los artículos deberán ser breves (entre diez y dieciséis cuartillas a doble espacio). Se recomienda usar subtítulos e incisos a fin de facilitar la lectura.

2. Nota científica. Los artículos publicables en esta sección deben ser escritos en lenguaje especializado y referirse a resultados originales (se aceptan este tipo de artículos exclusivamente en Ciencias Naturales); su extensión máxima será de cuatro cuartillas (ochenta golpes, veinticuatro líneas), con un máximo de dos figuras. El manuscrito deberá incluir las siguientes secciones: introducción, material y métodos, resultados, discusión, y bibliografía. En él deberán presentarse resultados que por su originalidad convenga publicar en español, independientemente de que puedan publicarse en otro idioma.

En cualquier caso, las referencias en el texto se indicarán con un número de acuerdo al orden en que aparecen. Debido al carácter de la revista, deberán incluirse sólo referencias a trabajos fundamentales sobre el tema en cuestión. Al final del texto, la lista de referencias deberá escribirse de acuerdo con los siguientes modelos:

ARTÍCULOS EN REVISTAS

TorresTejeda, A.G. y Baca, B.E., "Reacción en cadena de la polimerasa", *Elementos*, núm. 23, vol. 3, 1995, pp. 16-21.

ARTÍCULOS EN LIBROS

Bunge, M., La bancarrota del dualismo psiconeural, en *La conciencia*, editor Fernández Guardiola, A., Editorial Trillas, México, 1979, pp. 71-84.

LIBROS

Chalmers, A.F., *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?*, Editorial Siglo XXI, México, 1989.

www.elementos.buap.mx