

# CIENCIA Y CULTURA elementos

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA • No. 84 • Vol. 18 • octubre - diciembre 2011 • \$25.00



CITEM



84

7

EXHIBIR HASTA EL 31 - DIC - 11

**Enfermedad de Chagas...** A. Carabarin, M. C. González, L. Baylon, J. L. Rosales **Ciencia y literatura...** L. F. Reyes **Fitoterapia: alternativa para el control de la obesidad** N. Villa, Y. Pacheco, E. B. Lara, J. Franco **Pterosaurios (los lagartos alados)...** F. J. Jiménez, J. C. Ramírez, J. R. García **Inestabilidad de laderas...** O. A. Cuanalo, A. O. Oliva, R. Gallardo **El año de la química...** A. González, A. Horta **Relaciones dañinas, neutras o positivas...** A. Martínez, R. Ramírez **Obra Gráfica** A. Ortega, E. Salceda, M. Sánchez, E. Soto.





© **Aída Ortega**, de la serie *Qué chula es Puebla*.

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA**  
**rector**, Enrique Agüera Ibáñez  
**secretario general**, José Ramón Eguibar Cuenca  
**vicerector de investigación y estudios de posgrado**, Pedro Hugo Hernández Tejeda

**ELEMENTOS**  
[www.elementos.buap.mx](http://www.elementos.buap.mx)  
 revista trimestral de ciencia y cultura  
 número 84, volumen 18, octubre-diciembre de 2011  
**director**, Enrique Soto Eguibar  
**subdirector**, José Emilio Salceda  
**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, Gerardo Torres del Castillo  
**edición**, José Emilio Salceda, Enrique Soto Eguibar  
**obra gráfica**, Aída Ortega, Emilio Salceda,  
 Miguel Sánchez, Enrique Soto  
**diseño y edición gráfica**, Mirna Guevara  
**impresión**, Xpress Gráfica S.A. de C.V.  
**redacción**, 14 Sur 6301, Ciudad Universitaria  
 Apartado Postal 406, Puebla, Pue., C.P. 72570

**email**: [esoto2424@yahoo.com](mailto:esoto2424@yahoo.com)  
 Revista registrada en Latindex ([www.latindex.unam.mx](http://www.latindex.unam.mx))  
 catalogada en Redalyc (<http://redalyc.uaemex.mx>) y miembro  
 de la Federación Iberoamericana de Revistas Culturales  
 Certificados de licitud de título y contenido 8148 y 5770  
 ISSN 0187-9073



© **Enrique Soto**, de la serie *Qué chula es Puebla*.

# S U M A R I O

**El plagio:** 3  
 una plaga que infectó a *Elementos*  
 Carta abierta a nuestros lectores

**Enfermedad de Chagas:** 5  
 una enfermedad olvidada  
 Alejandro **Carabarin Lima**, María Cristina **González Vázquez**,  
 Lidia **Baylon Pacheco**, José Luis **Rosales Encina**

**Ciencia y literatura:** 13  
 una dialéctica comparada  
 Luis Fernando **Reyes Varela**

**Fitoterapia:** 21  
 alternativa para el control de la obesidad  
 Nemesio **Villa Ruano**, Yesenia **Pacheco Hernández**,  
 Érika Beatriz **Lara Zaragoza**, José **Franco Monsreal**

**¿Qué chula es Puebla?** 27

**Pterosaurios (los lagartos alados)** 31  
 reseña de lecturas  
 Francisco Javier **Jiménez Moreno**

**Inestabilidad de laderas** 39  
 Influencia de la actividad humana  
 Oscar Andrés **Cuanalo Campos**, Aldo Onel **Oliva González**,  
 Romel **Gallardo Amaya**

**El año de la química y su influencia en la física y otras ciencias** 47  
 Arnaldo **González Arias** y Antonio **Horta**

**Relaciones dañinas, neutras o positivas:** 53  
 el caso de los microorganismos, los insectos y las plantas  
 Adán **Martínez Medina** y Ricardo **Ramírez Romero**

**Libros** 59

**Jorge Llaca: Centros de Poder** 64  
 Intervención al Museo Imagina a partir de  
*La urdimbre de la imaginación*  
 Iván **Ruiz**



© **Enrique Soto**, de la serie *Qué chula es Puebla*.

# El plagio:

una plaga que infectó a *Elementos*

## **Carta abierta** a nuestros lectores y autores

Gracias a la información que recibimos del profesor Leandro Andrini hemos podido comparar los trabajos “Sobre la unidad de las ciencias biológicas” publicado en *Signos Filosóficos* (5), enero-junio, 2001, pp. 121-131, cuyo autor es el profesor Pablo Lorenzano (disponible en Internet: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=34300505>), y el artículo “¿Es posible la ciencia unificada?”, *Elementos* 16, 73, enero-marzo, 2009, pp. 57-61 y cuya autoría fue acreditada en nuestra revista a Gustavo Valdovinos Pérez.

Este análisis nos ha permitido concluir que el trabajo del señor Valdovinos Pérez es esencialmente un plagio del previamente realizado por el doctor Pablo Lorenzano (ambos tienen alrededor de 95% de identidad). Si consideramos que sobre el artículo que publicamos en *Elementos* se hizo una labor editorial, la conclusión es que probablemente la mayoría de las diferencias sean obra del equipo editorial de *Elementos*.

Por estas razones hemos llegado a los siguientes acuerdos:

1. En el portal de la revista *Elementos* ([www.elementos.buap.mx](http://www.elementos.buap.mx)) se ha retirado el trabajo “¿Es posible la ciencia unificada?” *Elementos: ciencia y cultura* (16, 73), enero-marzo, 2009, pp. 57-61 en el que aparece como autor Gustavo Valdovinos Pérez, del Departamento de Derecho, UAM–Azcapotzalco, con dirección de correo electrónico [gvalper@yahoo.es](mailto:gvalper@yahoo.es), y en su lugar se ha publicado un texto que indica que ese artículo se retiró por ser esencialmente un plagio, agregando un enlace al artículo original del profesor Pablo Lorenzano, publicado en *Signos Filosóficos* (5), enero-junio, 2001, pp. 121-131, cuyo título es “Sobre la unidad de las ciencias biológicas”.

Haremos lo posible para que también otros servidores donde aparece nuestra revista, como el de RedAlyc y el de Open Access Journals adopten la misma acción o por lo menos retiren el trabajo acreditado al señor Valdovinos en *Elementos*.

2. Los autores de trabajos aceptados deberán firmar una carta compromiso en la cual certifiquen que su trabajo es original, que han revisado a fondo la bibliografía y que no se trata de datos o ideas publicados previamente; que si han tomado textos de otros autores lo indiquen citando de forma precisa y explícita el trabajo del cual se tomó la información.

En caso de demostrarse lo contrario se procederá legalmente en su contra por violar derechos de autor.

3. Como editores estamos en proceso de implementar el uso de programas antiplagio (además de las búsquedas que nosotros hagamos), para tratar de evitar, hasta donde sea razonablemente posible, que sucedan este tipo de situaciones.

Finalmente, expresamos nuestras disculpas a la revista *Signos Filosóficos* de la Universidad Autónoma Metropolitana y al profesor Pablo Lorenzano de la Universidad Nacional de Quilmes (UNQ)/Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina, y editor de *Metatheoria*, por el daño que la publicación acreditada al señor Gustavo Valdovinos Pérez haya causado y pueda causar a su prestigio académico.



© Enrique Soto, de la serie *Qué chula es Puebla*.

# ENFERMEDAD de Chagas:

## una enfermedad olvidada

Alejandro **Carabarin Lima**  
María Cristina **González Vázquez**  
Lidia **Baylon Pacheco**  
José Luis **Rosales Encina**

*Trypanosoma cruzi*, un parásito protozooario intracelular, es el agente etiológico de la enfermedad de Chagas, que es un problema de salud en Latinoamérica,<sup>1</sup> y recientemente, debido a los patrones de inmigración de personas infectadas, esta enfermedad es considerada como emergente en países no endémicos como son Estados Unidos, Canadá, Australia, Japón, Francia, España y Suiza, principalmente.<sup>2-6</sup> La infección es transmitida de manera vectorial por chinches pertenecientes a dos tribus, *Rhodniini* y *Triatomini*, las cuales tienen una gran importancia epidemiológica como vectores de los Trypanosomas. Para *T. cruzi*, la capacidad de transmisión de las especies de triatominos depende de su grado de asociación con los humanos, de esta manera las poblaciones vectoriales se han descrito como domésticas o domiciliadas, peri-domésticas o peri-domiciliadas y selváticas. En México, los principales vectores domésticos son *Triatoma dimidiata* y *Triatoma barberi*.<sup>7</sup> La enfermedad de Chagas ocurre cuando los humanos invaden los ecótopos (el hábitat de un organismo específico en un área determinada) naturales y como consecuencia los vectores se establecen en las viviendas o de manera cercana a las viviendas.<sup>8</sup>

La enfermedad de Chagas es endémica de Latinoamérica, abarcando desde los estados fronterizos del sur de Estados Unidos hasta la región sur de Argentina y Chile. A nivel mundial se ha estimado que existen aproximadamente 10 millones de personas infectadas, y más de 80 millones se encuentran en riesgo de contraer la enfermedad en Latinoamérica,<sup>9</sup> con una incidencia calculada de 40 mil nuevos casos por año y alrededor de 12,500 personas infectadas mueren anualmente como consecuencia de la enfermedad.<sup>10</sup>

En México, la seroprevalencia de anticuerpos anti-*T. cruzi* es del 1.6%, encontrándose casos seropositivos en todo el país. La prevalencia más alta se localizó en la región sureste del país, la cual corresponde al área central de la Huasteca, una zona tropical que incluye parte de los estados de Hidalgo, San Luis Potosí, Veracruz y Tamaulipas.<sup>7</sup> Sin embargo, datos recientes del noreste de México sugieren que la prevalencia ha ido en aumento en los últimos años.<sup>11</sup>

El riesgo transfusional también existe en nuestro país. La revisión de 65,000 donadores de sangre en 18 estados, mostró 1.5% de seropositividad, lo que indica que cerca de 2000 personas cada año podrían estar en riesgo de infección con *T. cruzi* al recibir una transfusión sanguínea.<sup>12</sup>

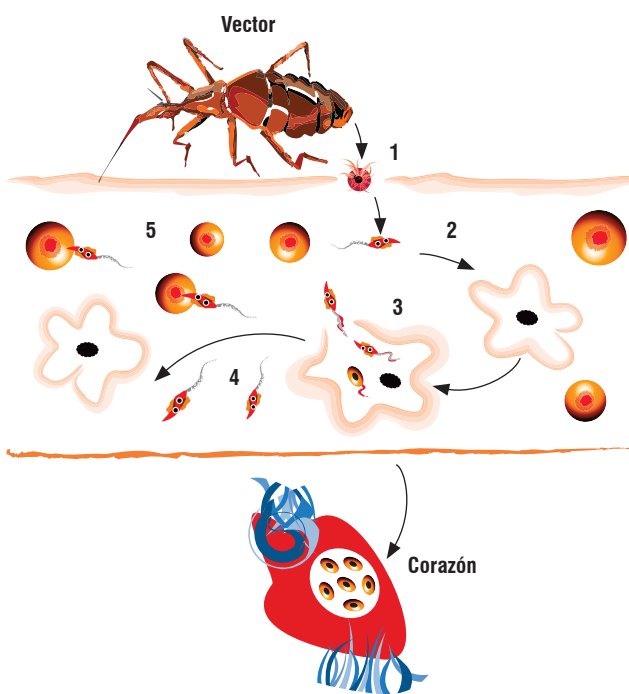
A partir de datos recientes, colectados en el Censo Nacional 2010 (INEGI 2010), se demostró que la población del país es de 112.3 millones de habitantes, de los cuales aproximadamente 1.79 millones podrían estar infectados con *T. cruzi*.

#### INFECCIÓN VECTORIAL (CICLO DE VIDA)

La infección vectorial se inicia cuando una chinche infectada deposita sus heces (en las que se encuentra el parásito) sobre la piel o mucosas de sus hospederos (esto mientras se alimenta) y, al mismo tiempo, causando una sensación de prurito con lo cual se provoca el rascado y por consiguiente la formación de micro heridas en la piel del huésped; a través de estas heridas *T. cruzi* puede alcanzar el torrente sanguíneo.

Posteriormente el parásito invade diversas células (células no-fagocíticas y fagocíticas), se replica durante el estadio de amastigote y posteriormente se diferencia al estadio de tripomastigote, estos tripomastigotes son liberados cuando la célula se rompe. Los tripomastigotes circulantes (sanguíneos) pueden invadir otras células del huésped o pueden ser captadas por otra chinche la cual, posteriormente podrá infectar a un nuevo huésped cerrando de esta manera el ciclo biológico (Figura 1).<sup>13</sup>

En humanos, la infección resulta en una parasitemia aguda que es generalmente asociada con un malestar moderado y seguido por una fase intermedia donde los individuos infectados son serológicamente positivos, pero no exhiben sintomatología clínica. Posteriormente, en varios años (10-30), el 30-40% de los pacientes infectados desarrollan la forma clínica sintomática de la enfermedad, resultando en aproximadamente 50 mil muertes de adultos jóvenes debido a falla cardíaca congestiva cada año.<sup>14</sup>



**Figura 1. Representación del ciclo biológico de *Trypanosoma cruzi*.** La infección se genera cuando las heces de chinches infectadas (conteniendo al parásito) son deyectadas en la piel o mucosas del hospedero y, a través de microheridas, el parásito alcanza el torrente sanguíneo (1) e invade a diferentes tipos de células (2) (fagocíticas y no fagocíticas); luego de varias rondas de replicación, las células infectadas revientan y los parásitos son liberados al torrente sanguíneo (3) donde pueden dirigirse a diversos tejidos, colonizándolos y formando los denominados nidos de amastigotes, o pueden invadir nuevamente a las células (4). Finalmente, las formas circulantes pueden ser succionadas durante la ingesta de alimento por la chinche vector (5), cerrando de esta manera el ciclo biológico.



**Figura 2.** En el panel A, se muestra la imagen del chagoma de inoculación en mejilla, nótese que puede ser confundido con la picadura de cualquier otro animal o insecto. En el panel B, se muestra el signo de Romaña, edema ocular característico cuando la chinche libera al parásito en sus heces en un área cercana al ojo. Las imágenes fueron tomadas de: <http://apuntesdemed.blogspot.com/2008/04/trypanosomosis-enfermedad-de-chagas.html> y <http://areyesmed406.files.wordpress.com/2011/03/romana.jpg>

## ETAPAS CLÍNICAS DE LA ENFERMEDAD

### ETAPA AGUDA

La etapa aguda de la infección se define como la fase en la cual se encuentran los parásitos en la sangre.<sup>15</sup> La mortalidad durante esta etapa es aproximadamente del 5% de los casos y se relaciona frecuentemente con miocarditis. Dentro de la etapa aguda se consideran dos fases, una asintomática (sin evidencia clínica de enfermedad) y una sintomática.

En esta fase sintomática, las manifestaciones clínicas incluyen lesión en el sitio de entrada (chagoma de inoculación) (Figura 2A) o cuando la infección es en la conjuntiva, puede formarse un edema periorbital unilateral denominado signo de Romaña (Figura 2B); además, se presenta fiebre, sudoración, dolor muscular, nódulos linfáticos aumentados, hepatoesplenomegalia, edemas subcutáneos localizados o generalizados, miocarditis aguda y bronconeumonía.<sup>16</sup>

Esta sintomatología, no específica, frecuentemente suele confundirse con otros padecimientos comunes en niños y la mayoría de los pacientes son infectados durante la niñez, aunque la etapa aguda de la infección usualmente no es severa, eventualmente puede ocasionarse la muerte, particularmente en los infantes.

Todas las muertes se asocian generalmente con falla cardíaca refractaria, con o sin meningoencefalitis asociada, si el enfermo sobrevive desaparecen los signos clínicos en un tiempo de aproximadamente tres meses, y se normaliza el electrocardiograma en aproximadamente el 90% de los pacientes en un año. La terapia específica con drogas tripanocidas es efectiva durante esta fase.<sup>17</sup>

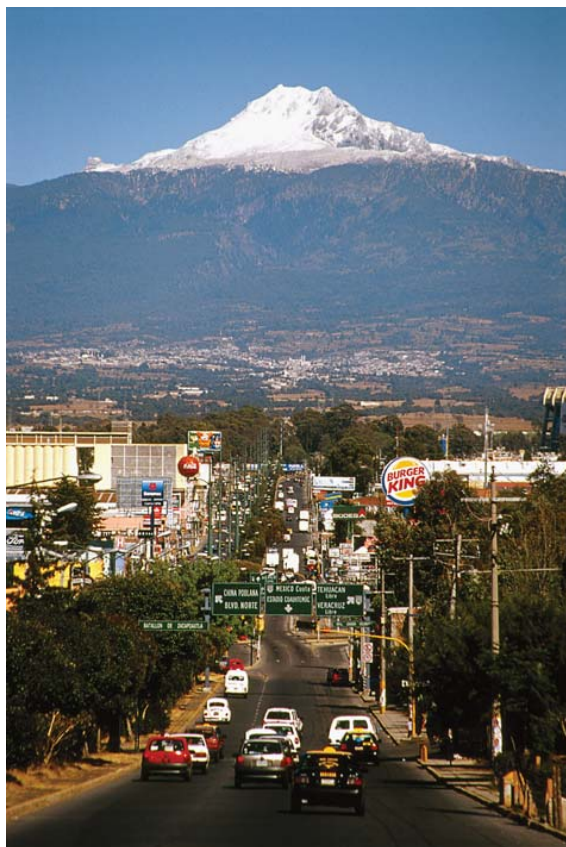
### ETAPA CRÓNICA

#### *Fase asintomática (indeterminada)*

Un alto porcentaje de pacientes con la enfermedad de Chagas permanecen en esta fase por 10 o 30 años e incluso de por vida. La fase asintomática inicia entre la octava y décima semana a partir del inicio de la infección. Esta etapa se caracteriza por un silenciamiento clínico en el cual los pacientes no tienen sintomatología alguna, sin embargo presentan anticuerpos circulantes contra *T. cruzi* y aproximadamente el 2% de los pacientes desarrollan marcadores clínicos o electrocardiográficos de daño cardíaco. Alrededor del 20 al 30% de estos pacientes evolucionan a la fase sintomática de la enfermedad en la cual aparece una sintomatología típica de la enfermedad de Chagas.<sup>17,18</sup>

#### *Fase sintomática*

Durante esta fase las complicaciones cardíacas ocurren usualmente en el 20 al 30% de los casos y son el principal factor pronóstico.<sup>19</sup> La cardiomiopatía chagásica crónica es la más frecuente y severa e incluye fibrosis, necrosis, vasculopatía, inmunopatología, disfunción autónoma, miocarditis difusa, progresiva y acumulativa en la cual se observan lesiones con reacción inflamatoria focal con presencia de linfocitos y degeneración fibrótica extensiva en las regiones circundantes. Estas lesiones involucran a miocitos y nervios.<sup>20</sup> También se observan alteraciones microvasculares que progresivamente destruyen células contráctiles miocárdicas (miocitolisis), daño miocárdico debido a una reacción inmune cruzada, activada



© Enrique Soto, de la serie *Qué chula es Puebla*.

contra el antígeno MXT de *T. cruzi*, el cual es homólogo a miosina, componente principal de las estructuras cardíacas. En los pacientes con un daño cardíaco severo se puede producir un aneurisma ventricular, característico de la enfermedad de Chagas cardíaca.<sup>17</sup> Además, en esta fase se pueden observar manifestaciones extracardíacas como las visceromegalias, las cuales son las manifestaciones del aparato digestivo en la enfermedad de Chagas, y se caracteriza por desórdenes motores y la dilatación de órganos tales como esófago y colon.<sup>21</sup>

#### *Formas de transmisión a humanos*

La transmisión vía las heces de chinches (triatominos) infectadas, es la principal forma de transmisión en países endémicos y representa el 80% de los casos. Sin embargo, recientemente en países no endémicos, la transfusión sanguínea y el trasplante de órganos infectados con *T. cruzi* se encuentran como los principales

mecanismos de transmisión. El riesgo de transmisión de la enfermedad, posterior a la transfusión de sangre contaminada se ha estimado en aproximadamente el 20%, solamente en Latinoamérica.<sup>22</sup>

Aproximadamente del 1 al 6% de los donadores en áreas endémicas fueron encontrados positivos en pruebas preliminares; sin embargo, todos los estudios publicados no indican pruebas confirmatorias. Esto significa que la prevalencia o incidencia real entre los donadores de áreas endémicas es desconocida. Solamente en Estados Unidos el 0.15% de los donadores de sangre fueron positivos en una prueba preliminar de ELISA, de los cuales el 0.003% fueron confirmados.<sup>23</sup>

Con respecto al trasplante de órganos,<sup>24</sup> la mayoría de los casos de enfermedad de Chagas en pacientes trasplantados ha sido descrita en Latinoamérica, en donde un donador con serología positiva no necesariamente contraindica la donación, a excepción del trasplante de corazón. Sin embargo, la reactivación de la enfermedad de Chagas posterior al trasplante cardíaco se ha estimado que ocurre hasta en un 20 a 30% de los pacientes.<sup>25</sup>

Hoy en día, la transmisión congénita es un problema de salud pública que afecta a todos los países incluyendo Estados Unidos y Europa, esto debido al alto flujo de inmigrantes infectados por *T. cruzi*, estableciéndose que la transmisión transplacentaria o congénita de mujeres embarazadas a sus productos se encuentra entre el 2% y el 10% de los casos.<sup>25,26</sup>

Otra forma de transmisión es por vía oral, debido al consumo de jugos o alimentos contaminados con las heces de las chinches infectadas con *T. cruzi*; esta ruta de infección constituye uno de las principales modos de infección en determinadas áreas geográficas, por ejemplo en la Amazonia brasileña, más del 50% de los casos agudos de tripanosomiasis reportados entre 1968 y 2000 fueron atribuidos a microepidemias causadas por infección oral.<sup>27</sup>

En menor porcentaje se encuentra la transmisión accidental por exposición a *T. cruzi* en laboratorios. Los laboratoristas, auxiliares de investigación e investigadores pueden ser infectados a través de la exposición a heces de chinches infectadas, por manejo de cultivos o sangre de personas o animales infectados. El modo más frecuente de infección accidental aparentemente

ha sido la pinchadura accidental con la aguja utilizada para infectar animales.<sup>28</sup>

## TRATAMIENTO

Actualmente las dos drogas indicadas para el tratamiento de la enfermedad de Chagas son Nifurtimox y Benznidazol. El Nifurtimox actúa vía la reducción del grupo nitro para formar radicales inestables como el nitroanión, el cual es altamente reactivo y produce metabolitos de oxígeno reducido altamente tóxicos (peróxido de hidrógeno, anión superóxido), ya que se ha demostrado que *T. cruzi* es más sensible al estrés oxidativo que otras células de vertebrados, siendo sensible al peróxido de hidrógeno. El Benznidazol actúa produciendo modificaciones covalentes de macromoléculas por nitrorreducción de intermediarios.<sup>29</sup>

Ambos, Nifurtimox y Benznidazol tienen una actividad significativa durante la fase aguda de la enfermedad, provocando la cura parasitológica hasta en un 80% de los pacientes tratados oportunamente. Sin embargo, durante la fase crónica de la enfermedad, estas drogas tienen muy baja actividad tripanocida, de tal manera que más del 80% de los pacientes tratados son refractarios al tratamiento. La razón de esta marcada diferencia en la actividad antiparasitaria entre las fases aguda y crónica es desconocida.<sup>30</sup> Por otra parte, en algunos estudios, pacientes crónicos tratados con Benznidazol tuvieron una significativa reducción en cambios electrocardiográficos y manifestaron una baja frecuencia de deterioro en su condición clínica, aunque la cura parasitológica fue nula.<sup>31,32</sup>

Estos datos dejan conclusiones poco favorables en el uso de drogas tripanocidas durante la fase crónica de la enfermedad ya que la relación cura-beneficio es muy poca debido a los efectos no deseados de estas drogas, las cuales al favorecer un alto desequilibrio redox en el organismo provocan también un daño grave a tejidos, presentándose anorexia, vómito, polineuropatía periférica y dermatopatía alérgica.<sup>33</sup>

## VACUNAS

En la última década, se han realizado varios estudios enfocados a encontrar una vacuna, identificándose



© Enrique Soto, de la serie *Qué chula es Puebla*.

antígenos, rutas de inmunización, adyuvantes y mecanismos inmunológicos capaces de conferir protección contra la infección por *T. cruzi*. Sin embargo, hasta el momento la inmunidad conferida no ha sido capaz de prevenir la infección.<sup>34-36</sup>

A partir de estos estudios se determinó que las células T CD8+ (Linfocitos T citotóxicos, eliminan a los microorganismos mediante la liberación de enzimas líticas y tóxicas). Al parecer confieren una inmunidad protectora en la infección por *T. cruzi*. En otro estudio se demostró que las células T CD8+, productoras de altos niveles de las citocinas interferón-gamma (INF- $\gamma$ ) y del factor de necrosis tumoral-alfa (TNF- $\alpha$ ) fueron capaces de conferir protección parcial posterior al reto parasitario. Otros estudios utilizando ratones deficientes en citosinas específicas, pertenecientes a los perfiles inmunológicos Th1 y Th2 (respuesta inmune celular generada por linfocitos T CD4+ cooperadores; Th1 es considerada como una respuesta citotóxica, capaz de eliminar al parásito; Th2 es considerada como



© Hugo Brehme.

una respuesta productora de anticuerpos), demostraron la importancia de la respuesta tipo Th1 para controlar la infección, mientras que la respuesta tipo Th2 se correlacionó con la persistencia del parásito y un consecuente incremento en la severidad de la enfermedad.<sup>37</sup> Otros grupos de investigación han utilizado diversos antígenos como inmunógenos para inmunizar animales y estudiar el desarrollo de la enfermedad

| VACUNAS A NIVEL DE DNA                     |                                                                                            |        |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Antígeno                                   | Características de la Inmunización                                                         |        |
| TcG1                                       | IgG2b/IgG1>1 Th1<br>IFN- $\gamma$ , TNF- $\alpha$<br>Disminución de parasitemia por RT-PCR |        |
| TcG2                                       |                                                                                            |        |
| TcG4                                       |                                                                                            |        |
| LYT                                        | S: 80%, IFN- $\gamma$                                                                      |        |
| ASP-1 <sup>a</sup>                         | P: 70%                                                                                     | S: 50% |
| ASP-2 <sup>a</sup>                         | P: 20%                                                                                     | S: 75% |
| TSA-1 <sup>a</sup>                         | P: 10%                                                                                     | S: 25% |
| VACUNAS A NIVEL DE PROTEÍNAS RECOMBINANTES |                                                                                            |        |
| PFR2, PFR3                                 | IgG2a, IgG1; IL-2, IL-4, IFN- $\gamma$ , IL-12, TNF- $\alpha$ ; P: 30-40%                  |        |
| PFR2-H70, PFR3-H70                         | Anticuerpos tipo Th1                                                                       |        |
| KMP11-H70                                  | Linfocitos T citotóxicos CD8 <sup>+</sup>                                                  |        |
| rTcSP2, rTcSP2-CHP <sup>a</sup>            | IgG2a, IgG2b, IgG1; IL-2, IL-10, IFN- $\gamma$<br>P: 70% S: 75-100%                        |        |

**Tabla 1. Antígenos usados como vacunas contra *T. cruzi*.** Se muestran algunos antígenos utilizados con fines vacunales a nivel de DNA, proteínas recombinantes y proteínas fusionadas. También se muestra la respuesta inmune humoral y celular que generan estos antígenos, la cual es tipo Th1, reportada como específica para la eliminación del parásito.

<sup>a</sup> Estos antígenos fueron administrados en ausencia de adyuvante.

P: Porcentaje de disminución de la parasitemia.

S: Porcentaje de sobrevivencia.

H70: Fragmento o proteína completa HSP70.

CHP: Dominio de chaperona de TcHSP70.

de Chagas experimental. Estas inmunizaciones fueron realizadas a nivel de vacunas de DNA o proteínas recombinantes, demostrando diversos niveles de protección (parasitemia) y sobrevivencia, y en muchos casos se observó la presencia de una respuesta inmunológica del tipo Th1. En modelos experimentales, antígenos derivados del parásito han demostrado ser capaces de inducir una inmunidad protectora eficiente contra la infección por *T. cruzi* (Tabla 1).<sup>34</sup>

Sin embargo, y a pesar de los esfuerzos realizados, la enfermedad de Chagas sigue siendo una de las principales enfermedades parasitarias de Latinoamérica, produciendo varios años de vida con discapacidad como consecuencia de la enfermedad y con un costo anual por morbilidad y muerte en países endémicos que ha sido estimado en más de 8 billones de dólares en el año 2000.<sup>38</sup>

## CONCLUSIÓN

La enfermedad de Chagas, causada por el parásito *Trypanosoma cruzi*, es una enfermedad transmitida a humanos de manera vectorial por chinches hematófagas y que se encontraba confinada a la población que vivía en zonas rurales y en pobreza extrema en el continente Americano. Sin embargo, debido a los movimientos migratorios de personas infectadas de zonas rurales a zonas urbanizadas, esta enfermedad ha comenzado a diseminarse de una manera preocupante, transmitiéndose por medio de transfusiones sanguíneas, trasplantes de órganos y vía placentaria de madre a hijo. De tal manera, en los próximos años será fundamental el encontrar o identificar genes y/o proteínas importantes para el parásito, que permitan utilizarse en diagnóstico, como blancos terapéuticos o en el desarrollo de vacunas, con la finalidad de prevenir o controlar la enfermedad.

## REFERENCIAS

- Voelker R. A century after Chagas disease discovery, hurdles to tackling the infection remain. *JAMA* 302 (2009) 1045-1047.
- Jackson Y, Getaz L, Wolff H, *et al.* Prevalence, clinical staging and risk for blood-borne transmission of Chagas disease among Latin American migrants in Geneva, Switzerland. *PLoS Negl Trop Dis* 4 (2010) e592.
- Kirchhoff LV. American trypanosomiasis (Chagas disease) a tropical disease now in the United States. *N Engl J Med* 329 (1993) 639-644.

- <sup>4</sup> Lescure FX, Canestri A, Melliez H, *et al.* Chagas disease, France. *Emerg Infect Dis* 14 (2008) 644-646.
- <sup>5</sup> Munoz J, Coll O, Juncosa T, *et al.* Prevalence and vertical transmission of *Trypanosoma cruzi* infection among pregnant Latin American women attending 2 maternity clinics in Barcelona, Spain. *Clin Infect Dis* 48 (2009) 1736-1740.
- <sup>6</sup> Schmunis GA. Epidemiology of Chagas disease in non-endemic countries: the role of international migration. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 102 (2007) 75-85.
- <sup>7</sup> Guzman-Bracho C. Epidemiology of Chagas disease in Mexico: an update. *Trends Parasitol* 17 (2001) 372-376.
- <sup>8</sup> WHO expert committee. Control of Chagas disease. *World Health Organ Tech Rep Ser* 905 (2002) 1-109.
- <sup>9</sup> Coura JR, Dias JC. Epidemiology, control and surveillance of Chagas disease: 100 years after its discovery. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 104 (2009) 31-40.
- <sup>10</sup> Moncayo A, Silveira AC. Current epidemiological trends for Chagas disease in Latin America and future challenges in epidemiology, surveillance and health policy. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 104 (2009) 17-30.
- <sup>11</sup> Galaviz-Silva L, Molina-Garza DP, Gonzalez-Santos MA, *et al.* Update on seroprevalence of anti-*Trypanosoma cruzi* antibodies among blood donors in northeast Mexico. *Am J Trop Med Hyg* 81 (2009) 404-406.
- <sup>12</sup> Guzman BC, Garcia GL, Floriani VJ, *et al.* Risk of transmission of *Trypanosoma cruzi* by blood transfusion in Mexico. *Rev. Panam Salud Pública* 4 (1998) 94-99.
- <sup>13</sup> Rassi A, Jr., Rassi A, Marin-Neto JA. Chagas disease. *Lancet* 375 (2010) 1388-1402.
- <sup>14</sup> Kirchhoff LV, Weiss LM, Wittner M, *et al.* Parasitic diseases of the heart. *Front Biosci* 9 (2004) 706-723.
- <sup>15</sup> Puigbo JJ, Valecillos R, Hirschhaut E, *et al.* Diagnosis of Chagas' cardiomyopathy. Non-invasive techniques. *Postgrad Med J* 53 (1977) 527-532.
- <sup>16</sup> Elizari MV. Chagasic myocardiopathy: historical perspective. *Medicina (B Aires)* 59 (1999) 25-40.
- <sup>17</sup> Punukollu G, Gowda RM, Khan IA, *et al.* Clinical aspects of the Chagas' heart disease. *Int J Cardiol* 115 (2007) 279-283.
- <sup>18</sup> Bestetti RB, Soares EG, Sales-Neto VN, *et al.* The ajmaline test as a method to disclose latent experimental Chagas' heart disease. *Cardiovasc Drugs Ther* 3 (1989) 171-176.
- <sup>19</sup> Prata A. Clinical and epidemiological aspects of Chagas disease. *Lancet Infect Dis* 1 (2001) 92-100.
- <sup>20</sup> James TN, Rossi MA, Yamamoto S. Postmortem studies of the intertruncal plexus and cardiac conduction system from patients with Chagas disease who died suddenly. *Prog Cardiovasc Dis* 47 (2005) 258-75.
- <sup>21</sup> de Lima MA, Cabrine-Santos M, Tavares MG, *et al.* Interstitial cells of Cajal in chagasic megaesophagus. *Ann Diagn Pathol* 12 (2008) 271-274.
- <sup>22</sup> Martin-Davila P, Fortun J, Lopez-Velez R, *et al.* Transmission of tropical and geographically restricted infections during solid-organ transplantation. *Clin Microbiol Rev* 21 (2008) 60-96.
- <sup>23</sup> Wendel S. "The protozoal parasites-malaria and Chagas' disease." In: Linden JV, Bianco C. (edit.) Blood safety and surveillance New York: Marcel Dekker, Inc. (2003) 355-398.
- <sup>24</sup> Altclas JD, Barcan L, Nagel C, *et al.* Organ transplantation and Chagas disease. *JAMA* 299 (2008) 1134-1135.
- <sup>25</sup> Brutus L, Schneider D, Postigo J, *et al.* Congenital Chagas disease: diagnostic and clinical aspects in an area without vectorial transmission, Bermejo, Bolivia. *Acta Trop* 106 (2008) 195-199.
- <sup>26</sup> Oliveira I, Torrico F, Munoz J, *et al.* Congenital transmission of Chagas disease: a clinical approach. *Expert Rev. Anti Infect Ther* 8 (2010) 945-956.
- <sup>27</sup> Yoshida N. *Trypanosoma cruzi* infection by oral route: how the interplay between parasite and host components modulates infectivity. *Parasitol Int* 57 (2008) 105-109.



© Enrique Soto, de la serie *Qué chula es Puebla*.

- <sup>28</sup> Herwaldt BL. Laboratory-acquired parasitic infections from accidental exposures. *Clin Microbiol Rev* 14 (2001) 659-688.
- <sup>29</sup> Docampo R. Sensitivity of parasites to free radical damage by antiparasitic drugs. *Chem Biol Interact* 73 (1990) 1-27.
- <sup>30</sup> Cancado JR. Criteria of Chagas disease cure. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 94 (1999) 331-335.
- <sup>31</sup> Bahia-Oliveira LM, Gomes JA, Cancado JR, *et al.* Immunological and clinical evaluation of chagasic patients subjected to chemotherapy during the acute phase of *Trypanosoma cruzi* infection 14-30 years ago. *J Infect Dis* 182 (2000) 634-638.
- <sup>32</sup> Viotti R, Vigliano C, Armenti H, *et al.* Treatment of chronic Chagas' disease with benznidazole: clinical and serologic evolution of patients with long-term follow-up. *Am Heart J* 127 (1994) 151-162.
- <sup>33</sup> Bern C, Montgomery SP, Herwaldt BL, *et al.* Evaluation and treatment of chagas disease in the United States: a systematic review. *JAMA* 298 (2007) 2171-2181.
- <sup>34</sup> Carabarin-Lima A, Salgado B, Gonzalez-Vazquez MC, *et al.* Enfermedad de Chagas: buscan vacuna para combatirla. *Avance y perspectiva* 3 (2011).
- <sup>35</sup> Morell M, Thomas MC, Caballero T, *et al.* The genetic immunization with paraflagellar rod protein-2 fused to the HSP70 confers protection against late *Trypanosoma cruzi* infection. *Vaccine* 24 (2006) 7046-7055.
- <sup>36</sup> Planelles L, Thomas MC, Alonso C, *et al.* DNA immunization with *Trypanosoma cruzi* HSP70 fused to the KMP11 protein elicits a cytotoxic and humoral immune response against the antigen and leads to protection. *Infect Immun* 69 (2001) 6558-6563.
- <sup>37</sup> Carvalho JA, Rodgers J, Atouguia J, *et al.* DNA vaccines: a rational design against parasitic diseases. *Expert Rev Vaccines* 9 (2010) 175-191.
- <sup>38</sup> Lescure FX, Le LG, Freilij H, *et al.* Chagas disease: changes in knowledge and management. *Lancet Infect Dis* 10 (2010) 556-570.

**Alejandro Carabarin Lima**  
**María Cristina González Vázquez**  
**Lidia Baylon Pacheco**  
**José Luis Rosales Encina**  
**Departamento de Infectómica y Patogénesis**  
**Molecular, Centro de Investigación y de Estudios**  
**Avanzados del I.P.N.**  
**ecoli\_75@hotmail.com**



© Enrique Soto, de la serie *Qué chula es Puebla*.

# CIENCIA y Literatura:

## una dialéctica comparada

Jesús Luis Fernando **Reyes Varela**

"No intento salir del hombre. Intento adentrarme en él."

**El Padre Brown**

Hoy en día es muy común oír hablar acerca de lo multicultural, las inteligencias múltiples, los estudios socioculturales, el aprendizaje por competencias, la metacognición, el carácter interdisciplinar, entre otras teorías aplicadas al proceso de la enseñanza-aprendizaje. Esto en buena medida se lo debemos: 1) al desarrollo tecnológico, 2) a los medios de comunicación, y 3) al momento histórico que estamos viviendo (la globalización).

Por ello es importante que reflexionemos constantemente en torno a estas propuestas y su aplicación en las distintas áreas del conocimiento, tomando como base los paradigmas de su praxis. Tal y como ocurre entre la ciencia y la literatura, cuando realizamos un análisis comparativo basado en el paralelismo epistemológico de sus respectivos desarrollos, específicamente bajo las ideas acotadas del romanticismo y las vanguardias. Un acercamiento dialéctico en el que vamos a observar tres variantes en la relación ciencia-literatura: a) literatura científica, b) ciencia literaria, c) ciencia ficción.

Todas estas relaciones nos van a servir para tratar de desatar el nudo entre ciencia y literatura, pero antes de eso bien vale la pena reflexionar sobre los enfoques sociales que se dieron a lo largo del siglo XX entre ambas disciplinas, sobre todo por parte de aquellos que encuentran el modelo tradicional de la ciencia no solo insuficiente, sino, sobre todo, inadecuado para simbolizar o modelar realidades que nos han salido al paso, ya sea en el mundo de las llamadas ciencias exactas, en el de las ciencias de la vida o en las ciencias humanas.

La tecnología y la ciencia, que antes parecían ser la respuesta a todos los problemas de la humanidad, adquieren con el paso del tiempo una connotación mucho más negativa. En vez de liberar a la humanidad la esclavizan.<sup>1</sup>

Son por consecuencia las controversias científicas, el carácter de las observaciones empíricas y la descripción que los propios científicos hacen para producir y justificar los postulados sobre el conocimiento, lo que nos acerca cada vez más al uso del texto y del habla científica.

## DESARROLLO

En un principio, el acto literario se distingue de los planteamientos científicos toda vez que la certeza del escritor es para el científico la semilla plantada por el empirismo contra el cual lucha su espíritu. Podemos dudar, nos dice Umberto Eco, de la existencia de Dios como creador del universo, pero no podemos desmentir a Hamlet en tanto construcción literaria.

En este sentido es la deconstrucción de las explicaciones formuladas a través de la ciencia la que nos ha llevado a sostener la discusión sobre el lenguaje científico como un sistema interpretativo que percibe la esencia de lo “otro”, pero que a diferencia del arte y de la metafísica, se detiene precisamente ahí, donde el fenómeno exige una acción directa, no una explicación. Y aquí permítaseme analizar dos argumentos que, me parece, tienen relación con esto.

Por un lado, Margarita Schultz en su texto “Sobre relaciones entre arte y ciencia”, nos plantea que: la ciencia es una construcción basada en la realidad misma a la que apunta, mientras que el arte es la construcción de una versión de la realidad donde prevalece el sentido por encima de los significados. Y yo me pregunto: ¿Cuál es la realidad de la ciencia? ¿Cuál es la realidad del arte? ¿Son la ciencia y el arte dos tipos de realidad distinta? Según Ernst Cassirer: “Lo que se produce inconscientemente en el lenguaje es propuesto conscientemente y llevado a cabo metódicamente en el proceso científico.”

Pero lo cierto es que hasta ahora no existe una respuesta única que nos convenza acerca de estas cuestiones; sin embargo, no nos vamos con las manos vacías, ni nos damos por vencidos, al contrario, podemos decir que hemos llegado a primera base, porque si algo tienen en común el arte y la ciencia, más allá de la época y del campo donde cada una se dan, es precisamente la “realidad” como problema formal, semántico, pragmático, espiritual, lógico. El gran escultor del Renacimiento Miguel Ángel Buonarroti decía que no añadía nada a la escultura, sino todo lo contrario, quitaba lo que estorbaba a las formas que ya estaban ahí, en el bloque de mármol. Lo suyo no es una versión de lo real. La realidad de la pintura, de la música, de la literatura, no puede ser otra diferente a sí misma.

Cuando contemplamos el Guernica de Picasso estamos frente a la realidad de una tela pintada, cuando escuchamos a Schubert nos conmueve la melodía (aunque no sepamos nada de música). Del mismo modo, cuando vemos alguna película de Buñuel, lo que captamos es el tiempo real que desarrolla el film. En este sentido lo literario es real en tanto que existe como una forma concreta (verdadera o falsa) que se basta a sí misma, mientras que lo científico aspira a

© Enrique Soto, de la serie *Qué chula es Puebla*.



volverse real toda vez que en el orden de sus métodos comprueba sus respectivas hipótesis. Recapitulando, la ciencia espera desentrañar la realidad de los objetos; el arte no tiene otra realidad que aquella que le ha sido dada por su naturaleza intelectual.

Punto y aparte, Graciela Gallelli en “La literatura y la lectura: posibles interrelaciones”, nos sugiere que la literatura pertenece a la ciencia en cuanto participan de su inventiva aspectos técnico-científicos que corresponden al ámbito de las ciencias. Si bien esto es cierto, también hay que decir que existen otras obras, como por ejemplo: *Un descenso al Malström*, de Edgar Allan Poe (1841), *La Metamorfosis* de Kafka (1915), *El Aleph* de Borges (1949), *Pedro Páramo* de Juan Rulfo (1955), donde la referencia científica no se refleja a través de un objeto en particular o de un conocimiento tecnológico en sí. Es la idea de la ciencia y no lo científico lo que mueve los hilos de la trama.

Las ciencias y las artes, por más contrarias que sean, no solo no se estorban a la comprensión general de la naturaleza, sino la ayudan dando luz y abriendo camino las unas a las otras, por variaciones y ocultos enlaces... de manera que parece que se corresponden y están unidas en admirable trabazón y concierto.<sup>2</sup>

Desde *De Revolutionibus Orbium Coelestium* de Copérnico, a la *Astronomía Nova* de Kepler, los *Diálogos sobre los dos sistemas del mundo* de Galileo Galilei, pasando por *La geometría* de René Descartes, poesía y ciencia, buscan lo mismo: el vacío, lo intangible, lo invisible, respuestas a las propias preguntas. El científico no esconde su interés por las explicaciones mundanas que consagra el artista a través de su obra, y este a su vez no deja de asombrarse ante el trabajo del científico.

Hoy por hoy Darwin es uno de los escritores más leídos, *La evolución de las especies* es un *best seller* mientras que: “Harold Bloom afirma que Freud es esencialmente ‘Shakespeare prosificado’ y Einstein es el aforista más frecuentemente citado... auténticos clásicos involuntarios de la literatura” nos dice Juan Nepote en su texto: *Sonámbulos y exploradores*. Y ciertamente atina cuando plantea el asunto en términos de lenguaje y sobre todo en esta relación entre la



© Enrique Soto, de la serie *Qué chula es Puebla*.

lectura y la escritura. Hoy pareciese que solo hacemos lo primero; sin embargo, aquí estamos empeñados en desentrañar lo escrito para reconocer los vasos comunicantes entre el lenguaje del arte y de la ciencia. Parafraseando a Roland Barthes, toda lectura adquiere pleno sentido solo en la intertextualidad, en la urdimbre de textos que se entretajan con el texto original, un diálogo sobreentendido con otras escrituras a las que permanentemente se hace referencia sin nombrar. Un paralelismo entre lo “científico” y lo “literario” que nos sugiere una doble lectura, a través de las figuras retóricas: la analogía, la comparación, la sátira, la transposición, la metáfora.

C.P. Snow, en su ensayo titulado “Las dos culturas y la revolución científica”, publicado en 1959, defiende celosamente la diferencia entre los científicos y los humanistas, como “dos culturas” que se ignoran. Por su parte el doctor Carlos Elías, Profesor Titular de Periodismo Especializado en la Universidad Carlos III de Madrid, a través de su artículo “En la gran ciencia también hay literatura. Análisis de elementos literarios en las obras científicas de Galileo y Darwin”, va más allá y nos dice que el desencuentro entre la ciencia y la literatura es tal que la mayoría de los expertos considera que son dos elementos que no guardan ninguna relación.



© Enrique Soto, de la serie *Qué chula es Puebla*.

No existe literatura en la ciencia, ni ciencia en la literatura. Mario Bunge en su texto *La ciencia: su método y su filosofía* considera la cultura y el arte como una frivolidad propia de los salones victorianos, la ciencia es intelectualmente más rica, nos dice, y en un tono similar, Ernesto Sabato en su libro *Uno y el universo* (ver *Elementos* 29, pp. 42-44), propone que al alejarse de la realidad y de las palabras de la vida diaria, la ciencia se vuelve más útil, ya que lo concreto se pierde en lo particular, argumenta.

Definitivamente no estamos de acuerdo con ninguno de estos argumentos (aunque no negamos su influencia); su naturaleza tiene una suerte de marca ideológica; se hunden en esa región ambigua de la cultura, donde hoy más que nunca la ciencia recurre al arte de manera consciente para hacer imaginables, es decir, inteligibles, los mundos conceptuales que forman la esencia de sus teorías.

Pensar en la ciencia solo de forma pragmática es reducir sus partes a un comportamiento mecánico que divide los conocimientos y desestima las cualidades de la percepción y de la interpretación. Hace falta entonces reconocer la importancia de una filosofía, una ética, una estética, una moral dentro del campo de las ciencias contemporáneas, cuyo carácter interdisciplinario nos hable no solamente de “lo científico”, sino también del valor de la ciencia en relación a los cambios que ha experimentado el hombre sobre todo en

las últimas décadas. Y aquí me parece muy atinada la cita que hace Alberto G. Rojo en su texto *Literatura y ciencia, cuatro ejemplos de una curiosa intersección*, al ensayo original de Roland Barthes “Literatura versus Ciencia”, en el que sostiene que la diferencia radica en el lenguaje: “mientras para la literatura el lenguaje es su mundo, la ciencia ve en él un simple instrumento para describir la realidad”. Y prosigue: “quien haya leído los trabajos de Oliver Sacks, Feynmann o Hoyle, podrá advertir un uso expresivo y hasta lírico del lenguaje que va más allá del mero instrumento.”

¿Entonces, por qué negar dentro de las ciencias la presencia de las artes y las humanidades? Si para Bunge, Homero es, como nos dice, “menos útil” que la física, podemos deducir (con todo respeto) el pírrico valor de su concepción científica. Su análisis de las teorías científicas se esfuerza por comprender lo específico, desestimando para ello cualquier otro tipo de praxis. No vale la pena pues abrir fuego contra este tipo de comentarios, solo basta advertir sobre el peligro del dogma mal entendido y su interpretación distorsionada; en cambio, preocupa sobremedida la idea de producir una ciencia alejada de lo cotidiano.

Su encuentro con otras disciplinas y con otros lenguajes es fundamental, no solo para despejar los anacronismos que tanto abundan en el medio y que tanto daño hacen, sino también para dar forma a los nuevos problemas que definen el pensamiento contemporáneo, desde una óptica abierta e incisiva cuyas constantes se basan en la revalorización de las dimensiones humanas.

Debemos pues tomar en cuenta el pasado para recuperar las fuerzas perdidas, para renovar la lozanía de los conceptos o, en el mejor de los casos, para producir una ruptura tal como les ocurrió a los pensadores del siglo XIX, a los vanguardistas del siglo XX y esperemos que también nos ocurra a nosotros respecto a nuestra ciencia y a nuestro arte. Un proceso de reinvención donde, después de un moderado carácter propio de las tendencias neoclásicas, la literatura romántica llegó para exaltar la naturaleza, el individualismo, el sentimiento, la pasión, con un nuevo gusto por las formas íntimas y subjetivas de la expresión, dando valor a nuevos aspectos como lo oscuro, lo tenebroso, lo irracional.



© Enrique Soto, de la serie *Qué chula es Puebla*.

Una libertad que se refleja también en la concepción científica de la época; nombres como los de Rudolf Virchow, Claude Bernard, Gregor Mendel y, sobre todo, Charles Darwin, no se nos deben olvidar cuando hablamos de la ciencia decimonónica.

Pero no solo la ciencia apunta sus luces sobre lo desconocido. La literatura vio nacer de la mano de Mary Wollstonecraft Godwin, mejor conocida como Mary Shelley, a Frankenstein, en 1818. Una novela claramente romántica cuya trama aborda como ninguna otra la problemática del siglo XIX. El personaje trazado por Shelley deja al descubierto la negatividad del pensamiento científico que aspira a revelar los abismos del ser humano.

Más allá del dogma moral o del miedo al juicio histórico, la liberación del alter ego pone en entredicho la lógica de los dispositivos intelectuales, pero su condena no es la condena de él, sino la de nosotros, los que no queremos ver los límites entre la realidad y la perversión de la misma, alentada por el espejismo de la racionalidad humana que pasa por encima de cualquier otra forma de vida.

El “monstruo” termina siendo al final más humano que nosotros, en la medida en que expone sin conocimiento de causa (casi como un niño) las deformaciones del alma que le fue dada y a su vez reclama su liberación, sin percatarse que este acto de emancipación conlleva el fracaso de la ciencia moderna. En esta misma línea temática, otro clásico, *El extraño caso del doctor Jekyll y el señor Hyde*, escrito por Robert Louis Stevenson en 1886, se adelanta a su época, toda vez

que en él ya aparecen los temas que la ciencia y el arte desarrollarán a lo largo del siglo XX:

Una fábula precisa de los riesgos reales de todo hombre concreto: cada uno puede ser otro, cualquiera de los otros, incluso los más terribles. Todos sabemos que podemos ser Mr. Hyde: esa es la gran tragedia de la conducta humana. Hay veces que nos preguntamos en qué estadio del camino rumbo a Jekyll o rumbo a Hyde nos encontramos.<sup>3</sup>

Lo negativo unido a lo científico, cuya antítesis la encontraremos en las aventuras de Sherlock Holmes, el protagonista de la novela escrita por Sir Arthur Conan Doyle. Chesterton también hizo lo propio con el Padre Brown, utilizando el libre albedrío como una crítica hacia la modernidad forzada y oscura que cree alcanzarlo todo a través de la lógica y el método científico. El autor de la célebre novela *El Napoleón de Notting Hill* se vale de la ironía, el humor negro, la reducción al absurdo, para evidenciar la miopía del científico como rasgo de humanidad, más no en detrimento de su praxis. Qué lejos estaba la humanidad entonces de conocer los horrores del holocausto y del genocidio; a la luz de estos, nos parece casi inocente la ciencia en que Julio Verne se basó para escribir *Viaje al centro de la Tierra* (1864), *De la Tierra a la Luna* (1865), *Veinte mil leguas de viaje submarino* (1869), entre otras.



Su némesis literario, H. G. Wells, no va a ser tan cálido con respecto a la ciencia. Desde *La máquina del tiempo* se deja ver la posibilidad de una ciencia negativa que termina por someter al hombre en *La guerra de los mundos*.

A ambos se les considera padres de la ciencia ficción; sin embargo, el interés literario por asuntos científicos nunca cesó hasta llegar, en el siglo XX, autores como Mark Twain (*Un yanqui en la corte del Rey Arturo*, 1889), Edgar Rice Burroughs (*Bajo las lunas de Marte*, 1912), Karel Capek (*La guerra de la salamandras*, 1937), o John Wyndham (*El kraken acecha*, 1953), quienes hacen uso de la jerga científica para continuar la tradición. Pero entonces el concepto de realidad se vio acorralado por las nuevas teorías científicas (la subjetividad del tiempo de Bergson, la relatividad de Einstein, la mecánica cuántica); también influyó la teoría del psicoanálisis de Freud:

Si verdaderamente la escritura es neutra, si el lenguaje, en vez de ser un acto molesto e indomable, alcanza el estado de una ecuación pura sin más espesor que un álgebra frente al hueco del hombre, entonces la literatura está vencida, la problemática humana descubierta y entregada sin color.<sup>4</sup>

Ese tiempo de imágenes imposibles parece habernos alcanzado. La ciencia ficción ha llegado a nosotros. Sin embargo, contrariamente a lo que muchos creen, la ciencia ficción no ha surgido en la literatura occidental recientemente.

Debemos reconocer pues que dentro de la historia de la ciencia ficción existen algunos antecedentes indirectos como es el caso de Cyrano de Bergerac, Francis Godwin o Luciano de Samosata (autor romano de los comienzos de nuestra era) con su célebre *Historia verdadera*, en la que nos refiere un inverosímil trayecto a la Luna.

Luciano, con sus pensamientos poco convencionales y su espíritu crítico, contribuye a la gestación de las nuevas ideas y Europa lo acoge como uno de los autores que mejor expresan su inspiración humanística.<sup>5</sup>

Algo de ficción se cuela en todos los relatos que abordan los temas científicos y viceversa, es cierto, pero cuando la ciencia pretende bajarse de su pedestal y popularizar sus descubrimientos tiene que recurrir inevitablemente a las formas prosaicas que utilizamos cotidianamente. Arthur C. Clarke en la serie *Odisea espacial* hace posible el sueño de los viajes intergalácticos, mientras que Poul Anderson en su novela de 1961 *Viaje a la eternidad*, aborda la teoría del Big Bang y después, en otros trabajos, revisa la teoría del Big Crunch como producto de la relatividad y la dilatación del tiempo. La consagración del género responde a los nombres de Isaac Asimov (*Yo, robot*, 1950), Stanislaw Lem (*Solaris*, 1961), Anthony Burgess (*La naranja mecánica*, 1962), Robert A. Heinlein (*Estrella doble*, 1956), y Frank Herbert (*Dune*, 1965). Orwell, Bradbury y Huxley son punto y aparte.

## CONCLUSIÓN

En un mundo donde predomina la información y los medios de comunicación, es erróneo pensar en la disociación de los conocimientos y saberes (científicos, artísticos, tecnológicos); sin embargo no estamos exentos de esta tentación: en la búsqueda de la individualidad, se violentan los lenguajes, se abusa de los

impactos sensoriales y se radicalizan los juicios, propiciando con ello una condición que, ahora podemos reconocer, no se trata de una suerte de traducción entre la literatura y la ciencia.

El problema de fondo sigue siendo la realidad: la concepción de aquello que entendemos como lo normativo, lo correctamente aceptable, lo que se puede expresar en el ámbito de la familia, la escuela, la sociedad. Lo “otro”, lo inexplorado, lo irracional, lo que no se alinea a las convenciones, será siempre un punto aparte, un debate pendiente que en el momento en que “es”, termina siendo lo que no fue.

La línea divisoria entre realidad y literatura se desdibuja progresivamente, transgrediéndose la frontera desde ambos territorios. En lo personal discrepo de este orden porque, para mí, la ciencia desde la literatura es todavía un campo abierto, y la literatura científica tiene mucho que aprender de los métodos de trabajo de la ciencia.

La tarea no es sencilla, sin embargo debemos buscar un camino que nos ayude a superar la especificidad del lenguaje, el ensimismamiento profesional y el atomismo sistémico rígido que ya no puede satisfacer las exigencias de una actividad investigadora moderna y dinámica. Una resemantización basada en la iconografía de una realidad totalmente ecléctica, donde la utopía comunicativa de Habermas sigue y seguirá siendo teórica mientras permanezcamos reclusos por el arquetipo de la modernidad y su respectiva crisis.

## NOTAS

- <sup>1</sup> Durán M.A. “La ciencia ficción en la literatura” en *Luvina*, Revista de la Universidad de Guadalajara, Otoño (2009) 88.
- <sup>2</sup> Paz O. *El laberinto de la soledad*. Fondo de Cultura Económica, México (1959), p.102.
- <sup>3</sup> Blanco J.J. “Chesterton: nostalgias del Padre Brown” en *Pastor y ninfa, ensayos de literatura moderna*, Cal y Arena, México (1998) 101.
- <sup>4</sup> Barthes R. *El grado cero de la escritura*. Siglo Veintiuno, Madrid (1973) 80.
- <sup>5</sup> Grigoriadu T. “Situación actual de Luciano de Samósata en las Bibliotecas españolas” *Cuadernos de Filología Clásica: Estudios griegos e indoeuropeos* Vol. 13 (2003) 239-272.

## BIBLIOGRAFÍA

Cassirer E. *Antropología filosófica*, 2ª ed., Fondo de Cultura Económica, México (1997) 335.

Barthes R. *El grado cero de la escritura*, Siglo Veintiuno, Madrid (1973).

Barroso G. Cuando la literatura y la ciencia se encuentran. <http://www.luventicus.org/articulos/03A006/index.html> [Consultado el 15 de febrero de 2011]

Bunge M. *La ciencia: su método y su filosofía*, Nueva Imagen, Buenos Aires (1999).

Carranza JI. La doble vía: ensayo literario y conocimiento científico. *Luvina* 56 (2009) 22-36.

Elías C. En la gran ciencia también hay literatura. Análisis de elementos literarios en las obras científicas de Galileo y Darwin. *Espéculo. Revista de Estudios Literarios*, Universidad Complutense de Madrid, 2006. <http://www.ucm.es/info/especulo/numero33/grancien.html>

Galleli G. La literatura y la lectura: posibles interrelaciones. *La lectura, revista de la Asociación Argentina de Lectura*. [http://aal.idoneos.com/index.php/Revista/A%C3%B1o\\_10\\_Nro\\_11/La\\_literatura\\_y\\_la\\_lectura](http://aal.idoneos.com/index.php/Revista/A%C3%B1o_10_Nro_11/La_literatura_y_la_lectura)

Molina CA. La ciencia de la literatura, agosto 2005. [http://www.almendron.com/politica/pdf/2005/reflexion/reflexion\\_0762.pdf](http://www.almendron.com/politica/pdf/2005/reflexion/reflexion_0762.pdf) [Consultado el 10 de noviembre de 2010]

Nepote J. Sonámbulos y exploradores. [http://luvina.com.mx/foros/index.php?option=com\\_content&task=view&id=372&Itemid=45](http://luvina.com.mx/foros/index.php?option=com_content&task=view&id=372&Itemid=45)

Novell Monroy N. “Literatura y cine de ciencia ficción”. Director: Dra. Meri Torras Francés. Universidad de Barcelona, Departamento de filología española (2008).

Rojo A. Literatura y ciencia. Cuatro ejemplos de una curiosa intersección (2001). <http://www.albertorojo.com/lyc/> [Consultado el 8 de septiembre de 2010]

Sabato E. *Uno y el universo*, Seix Barral, México (1984).

Schultz M. Relaciones entre arte y ciencia. <http://indextulum.blog.com.es/2010/01/16/margarita-schultz-relaciones-entre-arte-y-ciencia-7768941/> [Consultado el 7 de febrero de 2011]

**Jesús Luis Fernando Reyes Varela**  
**Escuela Nacional Preparatoria**  
**Universidad ICEL, Campus Berlín**  
**Licenciatura en Diseño Gráfico**  
**serrat10398@hotmail.com**

© Enrique Soto, de la serie *Qué chula es Puebla*.





© **Enrique Soto**, de la serie *Qué chula es Puebla*.

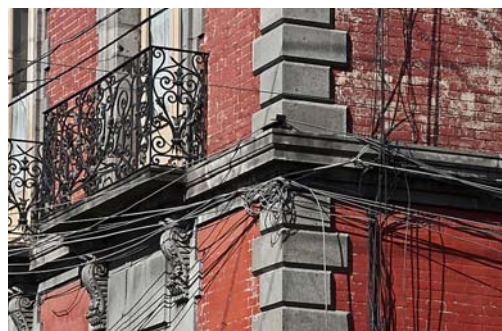
# **FITOTERAPIA:**

## alternativa para el control de la obesidad

Nemesio **Villa Ruano**  
Yesenia **Pacheco Hernández**  
Érika Beatriz **Lara Zaragoza**  
José **Franco Monsreal**

El sobrepeso y la obesidad son en conjunto los problemas de salud pública más comunes y alarmantes en todo el mundo. Según reportes de la Organización Mundial de la Salud (OMS), la pandemia comprende unos 250 millones de personas obesas, es decir, un 7.0% de la población mundial. En México se tiene contemplado que el 34.5% de mujeres y el 24.2% de hombres, ambos mayores de 20 años, padecen este mal. Para el caso del sobrepeso, se estima un 37.4 %y un 42.5% en orden respectivo. Si se refiere a la población de entre 5 y 11 años, uno de cada cuatro individuos es obeso.<sup>3</sup>

En esencia, el sobrepeso y la obesidad son condiciones morfofisiológicas que se producen por el sedentarismo, una alimentación no balanceada y en gran medida por la predisposición genética.<sup>13</sup> El peso corporal es mantenido cuando existe un equilibrio entre las calorías obtenidas en la ingesta y las que son empleadas, o “quemadas” durante alguna actividad física-mental. Cuando no se cumple esta condición y se retienen más calorías de las que el cuerpo demanda, se produce una acumulación paulatina de grasa que se refleja en el aumento de tejido adiposo.<sup>18</sup> El tejido adiposo almacena principalmente triglicéridos o triacilgliceroles (TAG), pequeñas cantidades de fosfolípidos, colesterol y ésteres de colesterol.



Se cree comúnmente que los individuos obesos pueden aminorar su condición por el simple hecho de comer menos y hacer más ejercicio; sin embargo, existen pruebas científicas que no concuerdan con esta teoría. La obesidad es heredable de manera comparable a la estatura de los progenitores, tiene una mayor propensión genética que el cáncer de mama, la esquizofrenia y las enfermedades del corazón.<sup>4</sup>

Diferencias puntuales en el peso son atribuibles a los factores genéticos y, a pesar de que en el medio actual se tiene un acceso casi ilimitado de calorías, la ganancia en peso por su consumo no parece exceder un rango de 3 a 4.5 kilogramos de peso corporal total.<sup>4</sup> Los genes asociados a la obesidad son reguladores precisos de la toma y gasto de calorías.

Por ello, aunque el obeso pierda peso, su organismo tenderá a compensar en todo momento los valores “normales” implícitos en su información genética. Por esta razón, mucha gente que pierde peso lo vuelve a ganar. Más allá de la discriminación por la apariencia física, el sobrepeso y la obesidad representan condiciones de alto riesgo que facilitan el desarrollo de otras enfermedades como la diabetes, el cáncer, la osteoartritis y complicaciones cardiovasculares.<sup>3</sup>

Es importante resaltar que los tratamientos para estos desórdenes representan una fuerte inversión económica, tanto personal como gubernamental. En nuestro tiempo, el tratamiento farmacológico es una de las opciones más viables para controlar el exceso de grasa, sobre todo cuando las técnicas más recomendadas como el ejercicio y la dieta simplemente no generan algún beneficio. Los estudios concernientes al metabolismo de grasas han conducido a la identificación de los puntos reguladores del mismo, lo cual

es utilizado como fundamento para la elaboración de fármacos con actividad antiobesidad.

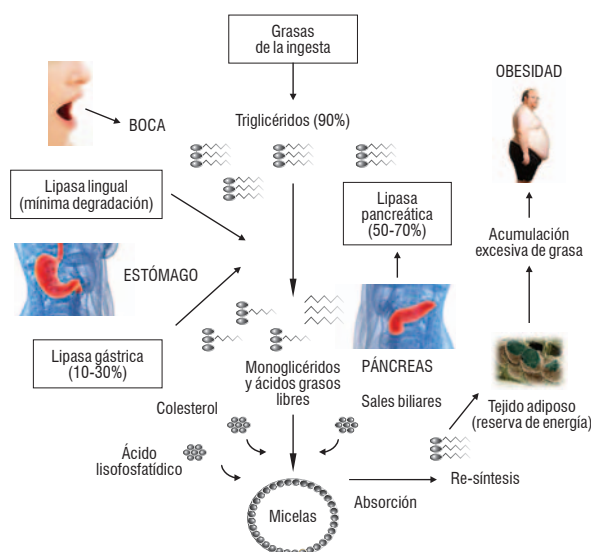
#### REGULACIÓN DIGESTIVA DE LA OBESIDAD

Las enzimas lipolíticas o lipasas constituyen el eslabón bioquímico más importante para la regulación hidrolítica de los TAG y, por tanto, su absorción en el intestino. En su forma química original, los TAG (tres ácidos grasos unidos a una molécula de glicerol) no pueden ser absorbidos en el intestino; por ello, las lipasas distribuidas en el organismo cumplen la función de romper los enlaces éster que unen a los ácidos grasos con el glicerol para hacerlos asimilables.

Solo de esta forma los TAG pueden ser absorbidos por los enterocitos o células intestinales que transportan nutrientes al interior del organismo.<sup>7</sup> Los productos de esta hidrólisis son en su mayor parte ácidos grasos libres y monoglicéridos. Entre las enzimas hidrolíticas que llevan a cabo esta tarea se encuentran las lipasas preduodenales (lipasas lingual y gástrica) y las extraduodenales (lipasas pancreáticas, endoteliales y lipoproteín lipasas).<sup>11</sup>

La lipasa lingual es secretada por una glándula ubicada en la parte anterior de la lengua y se encarga de la digestión inicial de las grasas. La lipasa gástrica humana es secretada por las células principales de la mucosa fúndica del estómago; esta enzima es altamente activa en el rango de pH 3 a 6, y es incluso estable a pH más bajos (degrada el 7 % de los lípidos). Las células acinares del páncreas sintetizan y segregan a la lipasa pancreática clásica, también conocida como triacilglicerol acil-hidrolasa; las proteínas relacionadas con la lipasa pancreática 1 y 2 (HPLRP1, HPLRP2, por sus siglas en inglés), la colesterol esterasa y la fosfolipasa A2.<sup>14</sup>

El colesterol, los ésteres de vitaminas lipídicas, monoglicéridos, diglicéridos y algunos TAG son digeridos por la colesterol esterasa. Tanto la HPLRP1 como la HPLRP2 poseen alta homología aminoacídica con la lipasa pancreática clásica.<sup>16</sup> La colipasa es necesaria para optimizar la actividad de la lipasa pancreática clásica, que representa el punto de regulación más importante en la hidrólisis y absorción de las grasas neutras ya que se encarga de catalizar el 50 o 70% de los TAG.<sup>8,9</sup> Los ácidos biliares permiten que los productos lipolíticos se tornen solubles al formarse estructuras micelares. Dichos productos son transportados desde el lumen del duodeno al interior de los enterocitos, donde son reesterificados en TAG y reensamblados en quilomicrones para ser liberados al sistema linfático; de este modo se encuentran disponibles para el resto del organismo. La ingesta excesiva de TAG es directamente proporcional al aumento de su tasa hidrolítica y de absorción, promoviendo la sobreacumulación de tejido adiposo. Un esquema global de la digestión de grasas neutras se presenta en la Figura 1.



**Figura 1.** Lipasas humanas y su función en la absorción de triglicéridos. Un exceso en la tasa hidrolítica por parte de las enzimas lipolíticas, lleva a una sobreacumulación de grasas neutras en el tejido adiposo. Modificado de Birari y Bhutani.<sup>2</sup>

## ASPECTOS FARMACOLÓGICOS DE LA OBESIDAD

Cuando el ejercicio y la dieta no proporcionan resultados en la disminución de al menos 10% del peso corporal, es indicado el tratamiento farmacológico. Dependiendo de su modo de acción, los fármacos pueden tener efecto en la disminución del apetito, el bloqueo de

la absorción de grasas, la estimulación de la termogénesis y la promoción de la apoptosis del tejido adiposo.<sup>1</sup> La sibutramina inhibe la recaptación de hormonas como noradrenalina, dopamina y serotonina, favoreciendo la pérdida del apetito; en animales de experimentación con obesidad, la sibutramina disminuye el peso, y esta pérdida se atribuye a un estímulo de la anorexia y de la termogénesis.<sup>1</sup>

En humanos, diversos estudios avalan la eficacia antiobesidad de esta sustancia. Si se administra durante un año se alcanza una pérdida de peso que oscila entre 4,7% y 7,3%, pérdida que se acompaña de una mejoría del perfil lipídico.<sup>6</sup> Efectiva en acción, pero con efectos secundarios como hipertensión arterial, constipación e insomnio, la sibutramina ha sido descontinuada en Europa, en donde controversialmente se han reportado muertes por su administración.<sup>22</sup>

En su mayoría, los medicamentos noradrenérgicos, catecolaminérgicos o serotoninérgicos que reducen el apetito se asocian con pérdidas excesivas de grasa y masa corporal, además de descompensaciones de nitrógeno.<sup>1</sup> Por ello, presentan graves riesgos si no se manejan bajo estricto control médico. El mazindol, la anfetamina y la fenfluoroamina estimulan la actividad termogénica de la grasa parda; sin embargo, la anfetamina puede causar adicción debido al potente efecto estimulante que ejerce sobre el sistema nervioso central.<sup>14</sup> Los medicamentos de acción periférica son los que causan menores daños colaterales; estos incluyen aquellos con efecto en la disminución de la absorción de lípidos y carbohidratos.<sup>2</sup> Para este último caso, los más utilizados son la acarbosa (un inhibidor de la  $\alpha$ -glucosidasa) y la faseolamina (un inhibidor de la  $\alpha$ -amilasa).<sup>16</sup>

Por otra parte, el medicamento más indicado para evitar la absorción de lípidos es el orlistat, un potente inhibidor competitivo de las lipasas gástrica y pancreática.<sup>6</sup> De acuerdo a información experimental, un 30% de las grasas de la ingesta son eliminadas con este medicamento; sin embargo, puede presentarse un molesto aumento en el número de defecaciones.<sup>16</sup> Contemplando la situación sobre la farmacología antiobesidad actual, es requerido el hallazgo de nuevos

principios activos cuyos beneficios superen los riesgos de los fármacos actuales.

#### PLANTAS: NOVEDOSA FUENTE DE MOLÉCULAS ANTIPOBESIDAD

En busca de la nueva generación de nutracéuticos, suplementos y agentes que disminuyan eficientemente la absorción de grasas en el intestino, se ha efectuado la exploración de productos naturales de plantas. Un escrutinio reciente y extensivo de 106 especies de plantas pertenecientes a las familias *Brassicaceae*, *Ericaceae* y *Fabaceae*, mostró que sus extractos ejercen una inhibición en la actividad de la lipasa pancreática que va del 40 al 70%; siendo la manzanita, más comúnmente conocida en México como pingüica (*Arctostaphylos pungens*), la más efectiva.<sup>5,15</sup>

Los constituyentes principales de la pingüica son los taninos, que son derivados fenilpropanoides, cuyo representante mayoritario es el galotanino, como se muestra en la Figura 2A. El diente de león (*Taraxacum officinale*) contiene además de flavonoides como la luteolina (Figura 2B), esteroides similares en estructura química a los presentes en la bilis, entre los que se encuentran la  $\beta$ -amirina (Figura 2C) y el taraxasterol (Figura 2D).<sup>19</sup>

Se ha demostrado que el extracto etanólico de *Taraxacum officinale* produce una inhibición del 86.3% a una media de la concentración máxima inhibitoria ( $IC_{50}$ ) de 78.2  $\mu$ g/ml sobre la lipasa pancreática clásica *in vitro*. Complementariamente, experimentos *in vivo* fueron llevados a cabo con ratas sometidas a dosis orales que incluían extractos etanólicos de *T. officinale* mezclados con aceite de maíz, demostrando que una sola dosis oral disminuyó significativamente los niveles de TAG en plasma entre los 90 y 180 minutos.

En el desarrollo experimental no se reporta algún efecto secundario en este modelo animal.<sup>20</sup> Estudios posteriores son necesarios para esclarecer qué tipo de fitosteroles y compuestos fenólicos son los responsables de la actividad inhibitoria de la lipasa pancreática.

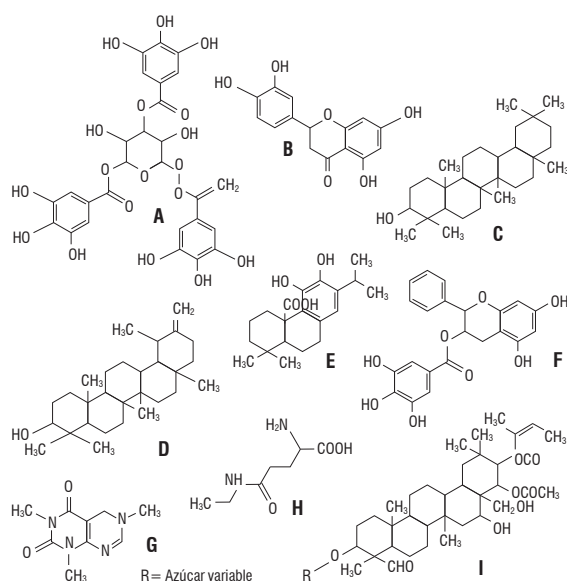
El romero (*Rosmarinus officinalis*) es una fuente de ácido carnósico (Figura 2E), un compuesto que exhibe

un elevado grado de inhibición de la lipasa pancreática *in vitro* e *in vivo*. La administración oral de ácido carnósico en ratas a una concentración de 20 mg/kg/día, reduce la ganancia de peso neto así como la grasa epididimal.<sup>12</sup> A la fecha no hay reportes clínicos sobre el efecto del ácido carnósico en humanos.

El té verde (*Camellia sinensis*), es una fuente natural de antioxidantes; estas moléculas son ampliamente recomendadas para prevenir miocardiopatías o para disminuir la frecuencia de mutaciones relacionadas con la aparición de cáncer.<sup>2</sup> Los principales componentes del té verde son la epigallocatequina galata (EGCG) (Figura 2F), la cafeína (Figura 2G), la teanina (Figura 2H) y las saponinas triterpénicas (Figura 2I).

Se ha demostrado que la EGCG es capaz de disminuir el peso corporal de ratas con obesidad en altas dosis orales.<sup>10</sup> La cafeína, un pseudoalcaloide y la teanina, un aminoácido, han mostrado un efecto similar en la activación de la termogénesis y la consecuente quema de grasa.<sup>21</sup> Las saponinas triterpénicas del té verde poseen un efecto en la inhibición de la lipasa pancreática porcina en ensayos *in vitro*.<sup>2,16</sup>

Es por esta evidencia que el té verde se recomienda sin reservas en la fitoterapia contra la obesidad. Hoy en día el empleo de extractos o productos naturales de plantas parece ser una alternativa antiobesidad novedosa y esperanzadoramente menos riesgosa que el empleo de fármacos de síntesis.



**Figura 2.** Algunos productos naturales de plantas con efecto en la quema y/o inhibición de la absorción de grasa corporal. Basado en las estructuras químicas depositadas en el Pub Chem Compound.<sup>23</sup>



## CONCLUSIONES

El conocimiento sobre la regulación del metabolismo de los lípidos ha conducido a la búsqueda y caracterización de compuestos potencialmente aptos como agentes antiobesidad.

Desafortunadamente, algunos de estos tienden a desencadenar graves efectos colaterales. En respuesta a esta problemática, el escrutinio de plantas de uso tradicional ha permitido la postulación formal de algunos ejemplares como material terapéutico contra la obesidad y el sobrepeso.

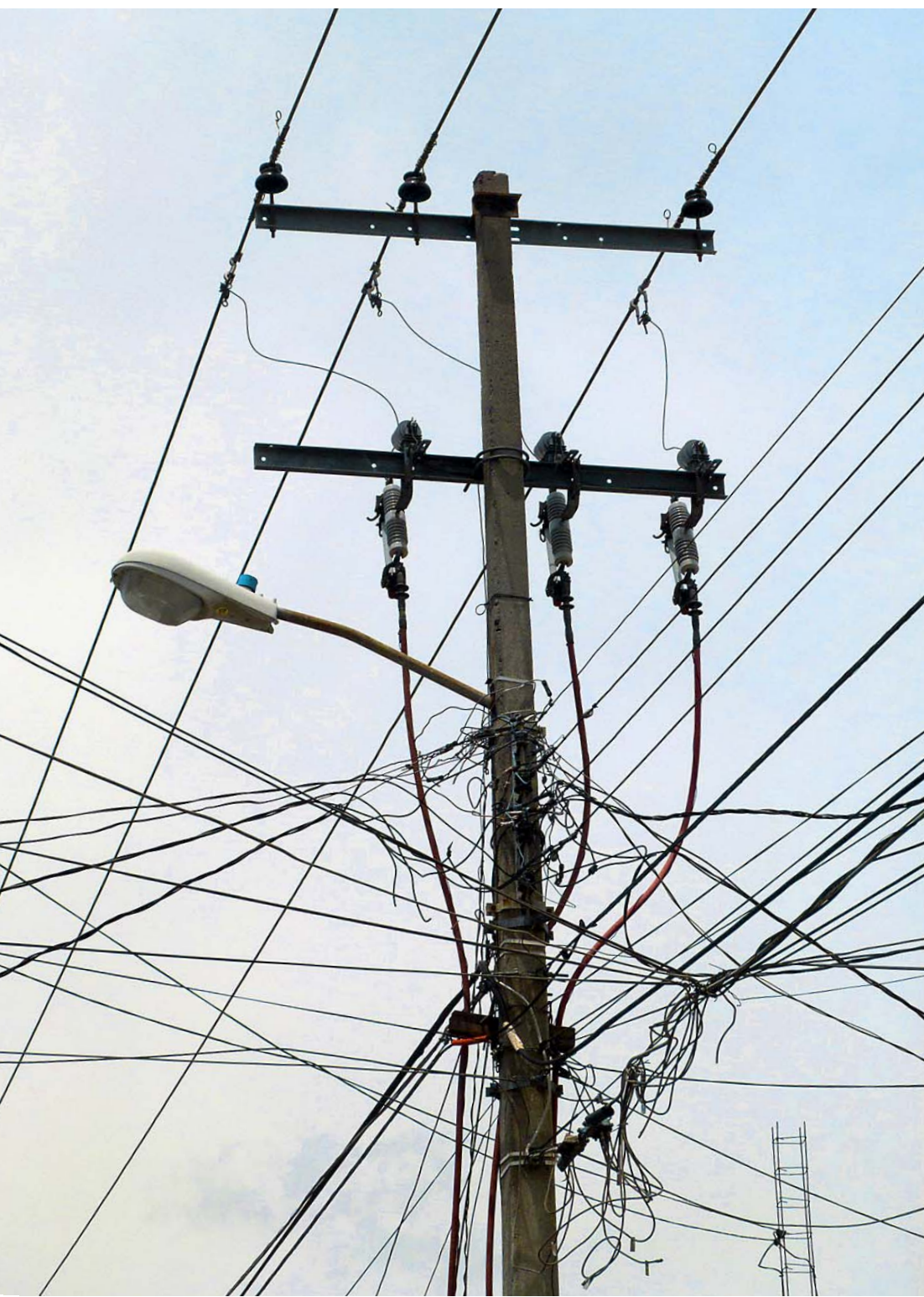
La exploración química de plantas y el hallazgo de componentes individuales constituyen una alternativa emergente que requiere un mayor estudio, sobre todo en lo que respecta al descubrimiento de productos naturales antilipasa, cuya actividad es altamente eficiente por el hecho de otorgar más beneficios que efectos secundarios al paciente obeso.

## BIBLIOGRAFÍA

- <sup>1</sup> Barquera S, Campos I. "Fármacos para el tratamiento de la obesidad" en Barquera S y Rivera-Dommarco J (edit.), *Sobrepeso y Obesidad. Panorama Epidemiológico, evaluación clínica y tratamiento*, Productos Medix, México (2002).
- <sup>2</sup> Biriari RB, Bhutani KK. Pancreatic lipase inhibitors from natural sources: unexplored potential. *Drug. Discov. Today* 12 (2006) 879-889.
- <sup>3</sup> Córdova-Villalobos JA. Overweight and obesity: public health problems in Mexico. *Cir. Cir.* 77 (2009) 393-394.
- <sup>4</sup> Friedman JM. Modern science versus the stigma of obesity. *Nature Med.* 10 (2004) 563-569.
- <sup>5</sup> Gholamhoseini A, Shahouzei B, Sharifi-far. Inhibitory effect of some plant extracts on pancreatic lipase. *Int. J. Pharmacol.* 6 (2010) 18-24.
- <sup>6</sup> Gomis-Barbará T. Tratamiento farmacológico de la obesidad. *Rev. Med. Univ. Navarra* 48 (2004) 63-65.
- <sup>7</sup> Goran M. Energy metabolism and obesity. *Med. Clin. North. Am.* 84 (2000) 347-366.
- <sup>8</sup> Guyton A. Tratado de fisiología médica. Sexta edición, Interamericana, México (1989) 825-831.
- <sup>9</sup> Hamosh M. Lingual and gastric lipases: their role in fat digestion. Boca Raton eds, 1a. ed., FL, CRC Press, USA (1990).

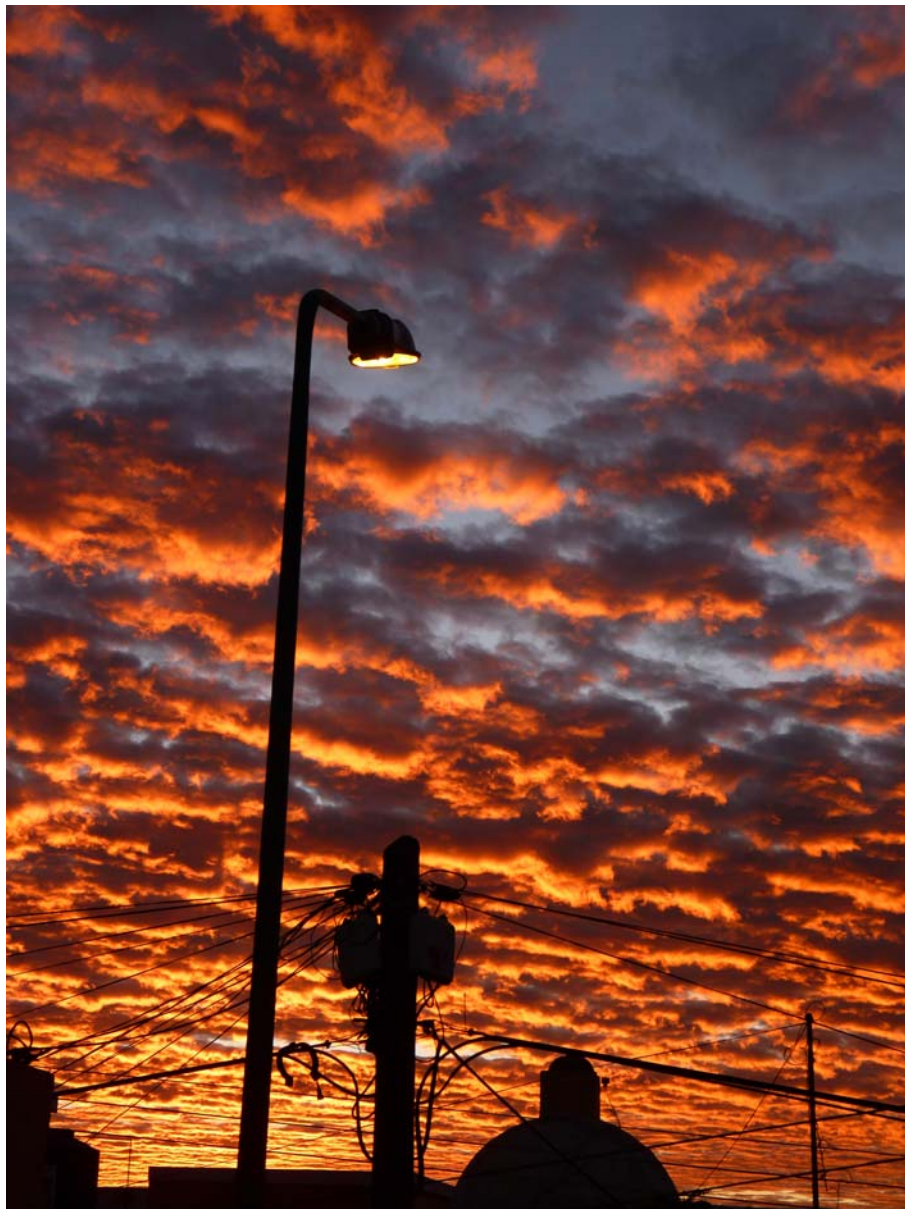
- <sup>10</sup> Kao YH, Hiipakka RA, Liao S. Modulation of endocrine systems and food intake by green tea epigallocatechin gallate. *Endocrinology* 141 (2000) 980-987.
- <sup>11</sup> Mukherjee M. Human digestive and metabolic lipases-a brief review. *J. Mol. Catal. B. Enzym.* 22 (2003) 369-376.
- <sup>12</sup> Ninomiya K, Matsuda H, Shimoda H, Nishida N, Kasajima N, Yoshino T, Morikawa T, Yoshikawa M. Carnosic acid, a new class of lipid absorption inhibitor from sage. *Bioorg. Med. Chem. Lett.* 14 (2004) 1943-1946.
- <sup>13</sup> Oláiz-Fernández G, Rivera-Dommarco J, Shaman-Levy T, Rojas R, Villalpando-Hernández S, Hernández-Ávila M, Sepúlveda-Amor J. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición. Cuernavaca México, Instituto Nacional de Salud Pública, México (2006).
- <sup>14</sup> Rosebaum M, Liebel R. Medical progress: obesity. *New. Eng. J. Med.* 337 (1997) 1-19.
- <sup>15</sup> Slanc P, Doljak B, Kreft S, Lunder M, Janes D, Strukelj B. Screening of selected food and medicinal plants extracts for pancreatic lipase inhibition. *Phytother. Res.* 23 (2009) 874-877.
- <sup>16</sup> Tucci SA, Boyland EJ, Halford JCG. The role of lipid and carbohydrate digestive enzyme inhibitors in the management of obesity: a review of current and emerging therapeutic agents. *Diabetes Metab. Syndr.* 3 (2010) 125-143.
- <sup>17</sup> Weintraub M. Long-term weight control: The National Heart, Lung, and Blood Institute funded multimodal intervention study. *Clin. Pharmacol. Ther.* 51 (1992) 581-585.
- <sup>18</sup> Wellman NS, Friedberg B. Causes and consequences of adult obesity: health, social and economic impacts in the United States. *Asia Pacific J. Clin. Nutr.* 11 (2002) S705-S709.
- <sup>19</sup> Williams CA, Goldstone F, Greenham J. Flavonoids, cinnamic acids and coumarins from the different tissues and medical preparations of *Taraxacum officinale*. *Phytochemistry* 42 (1996) 121-127.
- <sup>20</sup> Zhang J, Kang M-J, Kim M-J, Kim M-E, Song J-H, Lee Y-M, Kim J-I. Pancreatic lipase inhibitory activity of *taraxacum officinale* in vitro and in vivo. *Nutr. Res. Pract.* 2 (2008) 200-203.
- <sup>21</sup> Zheng G, Sayama K, Ohkubo T, Juneja LR, Oguni I. Anti-obesity effects of three major components of green tea, catechins, caffeine and theanine, in mice. *In vivo* 18 (2004) 55-62.
- <sup>22</sup> <http://www.drsharma.ca/obesity-sibutramine-suspended-in-europe.html>
- <sup>23</sup> <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pccompound>

**Nemesio Villa Ruanoa**  
**Yesenia Pacheco Hernández**  
**Érika Beatriz Lara Zaragoza**  
**José Franco Monsreal**  
**Instituto de Investigación sobre la Salud Pública**  
**Licenciatura en Nutrición**  
**Universidad de la Sierra Sur**  
**nvilla@unisis.edu.mx**



© **Enrique Soto**, de la serie *Qué chula es Puebla*.

# ¿Qué CHULA es Puebla?



© Aída Ortega, de la serie *¿Qué chula es Puebla?*

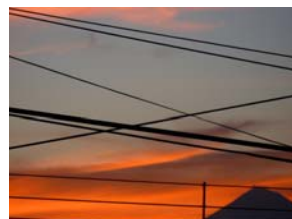
© **Aida Ortega**, de la serie *Qué chula es Puebla*.



© **Enrique Soto**, de la serie *Qué chula es Puebla*.



© **Emilio Salceda**, de la serie *Qué chula es Puebla*.





© **Emilio Salceda**, de la serie *Qué chula es Puebla*.

Cuando de la ciudad en que vives ya lo único que vale la pena es la comida, es hora de irse a otro sitio. El problema en México será, probablemente, hallar ese otro sitio, porque la idea de “modernidad” que campea por nuestras ciudades parece estar reñida con el concepto de calidad de vida.

Las imágenes que ilustran este número de *Elementos* retratan de manera cruda la fealdad, el desorden, la improvisación y el abandono que han convertido a la ciudad de Puebla en un lugar hostil para sus habitantes. Son fotografías que responden a la noción de “progreso” impuesta desde hace ya muchos años por las acciones de sus gobernantes: anuncios espectaculares, postes y cables enmarañados en lugar del cielo y los volcanes; edificios (o adefesios) y centros comerciales que brotan majaderamente en donde debería haber plazas y jardines públicos; puentes y pasos a desnivel mal proyectados y peor ejecutados, que privilegian el crecimiento de un parque automotor agresivo y contaminante, en lugar de un sistema de transporte eficiente, moderno y seguro, que proteja al peatón y no represente un peligro para el usuario; avenidas llenas de baches y topes, pero no vías para bicicletas ni calles peatonales. En resumen: humo, ruido, basura y caos... ¡Qué chula es Puebla, qué linda!

Las fotografías que conforman la serie “Qué chula es Puebla” no fueron tomadas con la intención de integrar un “proyecto”, en el sentido de que su contenido no fue consensuado previamente por los autores; son, más bien, la consecuencia de una iniciativa tomada en lo individual que resultó, casualmente, en un documento gráfico que nos enfrenta a una pesadilla: la de vivir en una ciudad en la que el cielo es una cuadrícula de cables, y los volcanes, dos gigantes escondidos tras el enorme retrato de una chica totalmente palacio.

Irene Sepúlveda



© **Enrique Soto**, de la serie *Qué chula es Puebla*.

# PTEROSAURIOS

(los lagartos alados)

## Reseña de lecturas

Francisco Javier **Jiménez Moreno**

### ¿QUÉ SON LOS PTEROSAURIOS?

El macho más próximo de Pterosaurio dejó escapar en el acto un grito agudo y silbante, y aleteó con sus más de 20 pies de envergadura de alas remontándose por los aires, las hembras y las crías se conglomeraron junto al agua, tanto que los centinelas se remontaban uno a uno por los aires, tomando altura, era un espectáculo maravilloso el ver a un centenar por lo menos de aquellos animales de enorme tamaño y aspecto repugnante volando como golondrinas por encima nuestro.

**Sir Arthur Conan Doyle**, *El mundo perdido*, 1912.

Los pterosaurios han desbordado la imaginación del hombre por generaciones, no es de extrañar que su descubrimiento llevó a una serie de teorías controversiales, pues los naturalistas del siglo XIX discutían su posible parentesco con los reptiles acuáticos, los murciélagos e inclusive las aves; para muchos eran dragones voladores. Para el público en general son erróneamente dinosaurios voladores, para otros monstruos prehistóricos que se aparecen en nuestras pesadillas. Este debate les ha dado una identidad y ahora sabemos que los pterosaurios no son dinosaurios, si bien ambos grupos pertenecen al clado diápsidos arcosaurios propio de la era mesozoica, presentan características diagnósticas que los separan de los ornitisquios y saurisquios.

Los pterosaurios vivieron durante el Triásico Superior (piso Noriense, hace 220 millones de años), hasta el Cretácico (piso Maastritiano, hace 65 millones de años), dominaron los aires por más de 150 millones de años y su morfología única no es comparable a ningún organismo viviente.



© Aída Ortega, de la serie *Qué chula es Puebla*.

Los diápsidos son organismos que se caracterizan por presentar en el cráneo dos ventanas temporales o fenestras en la región temporal (en la parte posterior del cráneo). Este grupo se divide en diápsidos lepidosaurios (tuataras, lagartos, serpientes) y el grupo que nos compete, diápsidos arcosaurios, que se identifica además de la característica anterior por presentar una ventana o fenestra anteorbital como la presente en tecodontos, cocodrilos, dinosaurios ornitomisquios y saurimisquios (incluidas las aves) y por supuesto los pterosaurios. Los pterosaurios son un orden evolutivamente distinto al de los dinosaurios, entre las características que los distinguen se encuentra la posición de la cabeza del fémur colocada en 45° grados y no en 90° como ocurre en dinosaurios.

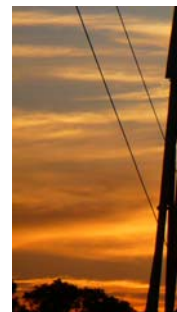
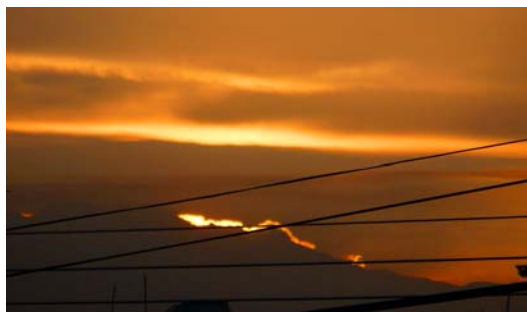
Dentro de las características propias de estos organismos se encuentra la presencia del hueso pteroiideo, estructura no presente en ningún otro tipo de animal vivo o extinto, este hueso en particular salía de la muñeca del reptil con dirección a su hombro y unía la membrana del ala, facilitando la dispersión de la corriente de aire y con ello el ascenso y descenso de estos organismos. Además, presentan huesos neumáticos, extremidad anterior extremadamente desarrollada, con el cuarto dedo alargado con tres o cuatro falanges, húmero en forma de "L", y en ciertos fósiles con impresión de piel se nota un propatagio; el esternón se encuentra amplio y ahorquillado. Los pterosaurios están descritos sistemáticamente por dos superfamilias denominadas Rhamphorhynchoidea (pterosaurios

de cola larga) y Pterodactyloidea (pterosaurios de cola corta), ambas representadas actualmente por 20 familias, 50 géneros y poco más de 100 especies con una gran variedad de formas y tamaños. La primera en aparecer fue Rhamphorhynchoidea y se caracteriza por presentar mandíbulas dentadas, cola larga, metacarpo corto y falanges del dedo alar con estrías longitudinales en el lado posterior.

Actualmente se conocen cuatro familias: Eudimorphodontidae, Dimorphodontidae, Rhamphorhynchidae y Anurognathidae. Esta superfamilia desapareció en el Jurásico Superior (piso Titoniense hace 150 millones de años). La segunda superfamilia, Pterodactyloidea, se identifica por presentar mandíbulas con dentición total, parcial o desdentadas, metacarpo largo, falanges del dedo alar sin estría, el quinto dedo del pie es corto y sustituyen cronológicamente a la superfamilia anterior; aparecieron durante el Jurásico Superior (piso Titoniense) y se extinguieron al final del Mesozoico durante la gran extinción del límite K-T (Maastritiano). Esta segunda superfamilia está representada por varias familias como Germanodactylidae, Pterodactylidae, Pterodaustriidae, Ornithocheiridae, Tapejaridae, Dsungaripteridae, Criorhynchidae, Pteranodontidae, Nyctosauridae, Azhdarchidae, entre muchas más.

#### LOS PRIMEROS DESCUBRIMIENTOS

En 1764 el naturalista de origen italiano Cosimo Alessandro Collini (1727-1806) fue el primer investigador en examinar un fósil de pterosaurio que fue encontrado por Karl Theodore en 1757, su descripción de este hallazgo la dio a conocer en el *Acta Academiae Theodor-Palatinae*. Dicho fósil surgió de las canteras de Caliza de Baviera, y al tratar de clasificarlo notó que no pertenecía a la clase aves y reconoció su parecido



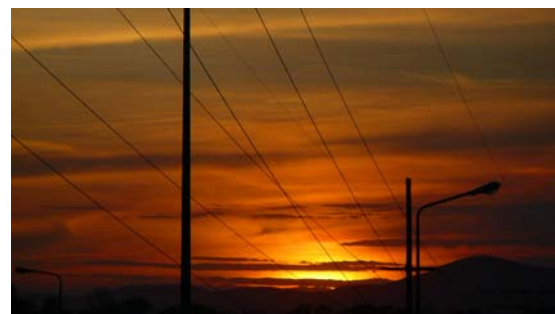
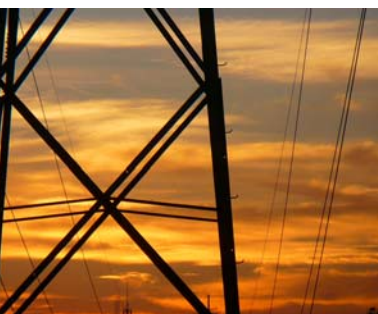
con los murciélagos, sin embargo, rechazó el parentesco debido a su morfología reptiliana. Más tarde, el anatomista francés George Cuvier (1769-1832) observó que el fósil de Collini pertenecía a un reptil, identificó los huesos largos de las extremidades anteriores acertadamente como falanges muy alargadas del cuarto dedo el cual estaba hipertrofiado, a las que él suponía debería ir fijada una membrana alar, de este modo dedujo que el organismo era un reptil volador. En 1809, con la aparición de nuevos fósiles, Cuvier lo clasificó como un reptil bajo el nombre de *Pterodactylus* (dedo alado), dicho fósil causó una gran controversia ya que investigadores como Friedrich Blumenbach pensaban que correspondía a un ave acuática debido a los frágiles huesos neumáticos que se observaron en este. Por su parte el anatomista alemán Samuel Thomas Soemmering (1755-1830) lo consideró un mamífero con aspecto de murciélago y le denominó *Ornithocephalus brevirostris*; otro punto de vista fue el de Johannes Wagler que, en 1830, reconstruyó a *Pterodactylus* como un organismo acuático que utilizaba sus enormes extremidades delanteras como aletas; según él, estas criaturas nadaban como anseriformes (patos, gansos y cisnes) o pelecaniformes (pelícanos), buscando alimento en la superficie de los mares. Posteriormente, en 1843 el inglés Edward Newman imaginó a *Pterodactylus* como un organismo de sangre caliente, lo reconstruyó como marsupial volador con pequeñas orejas.

Para George August Goldfuss, de la Universidad de Bonn, se trataba de reptiles de aspecto similar a las aves, e influenciado por este punto de vista dijo haber observado un abrigo de estructuras semejantes a plumas, hecho inmediatamente refutado por sus contemporáneos (sin embargo no se equivocaba del todo como leeremos más adelante). Hecho único y trascen-

dental del estudio de estos organismos ocurrió en el año de 1828 cuando la buscadora de fósiles inglesa Mary Anning encontró el primer pterosaurio en terrenos ingleses de Lime Regis; el hallazgo lo presentó William Buckland quien era catedrático de la Universidad de Oxford y, al igual que Cuvier, llegó a la conclusión que se trataba de una criatura voladora; sin embargo, le llamaron la atención los cortos dedos de la mano, los cuales señaló que eran utilizados para agarrarse y colgarse de los troncos y acantilados; para él era el organismo acompañante de la fauna marina como los plesiosaurios e ictiosaurios. Anotaba en una publicación: “bandadas de criaturas de este tipo volando en el aire, mientras multitudes de criaturas marinas habitaban los mares”.

Todos los indicios parecían indicar que en realidad Cuvier tenía razón. En 1837 Herman Von Meyer observó, como muchos de sus contemporáneos, pequeños orificios en los huesos neumáticos en donde se alojarían lo que, se supondría, eran los sacos aéreos convergentes a los de las aves, dando pie a la teoría de la posible endotermia de los mismos y poniendo de manifiesto un inusual sistema aéreo no conocido hasta ese momento en reptiles supuestamente ectotérmicos. Hacia 1854 el naturalista inglés Sir Richard Owen mandó a reconstruirlos en tamaño natural al paleoartista Benjamín Waterhouse Hawkins, para exhibirlos en la célebre exposición del palacio de cristal, la cual sería inaugurada por la reina Victoria; en aquel momento el debate consistía en aclarar el origen de estos organismos, fue así que Owen rehusó categóricamente y acertadamente a relacionarlos evolutivamente con las aves, hecho que para el naturalista George Mivart era innegable (por supuesto se equivocaba). En América el responsable de la primera descripción formal de un pterosaurio fue Othniel C. Marsh, quien en 1870

© Aida Ortega, de la serie *Qué chula es Puebla*.



encontró fósiles espectaculares en Kansas. Los pterosaurios de América eran enormes comparados con los europeos, pues se les calculó una envergadura de 6 metros. Entre los géneros descritos por él se encuentran *Nyctosaurus* y el famoso *Pteranodon*. Hacia el año de 1882, Von Zittel encontró en *Rhamphorhynchus*, pequeñas fibrillas que iban paralelas en relación a el ala; estas estructuras tenían posiblemente la peculiaridad de reforzarla.

Un gran amante e investigador de los pterosaurios fue el controversial investigador inglés Harry Govier Seeley quien particularmente les llamaba Ornitosaurios (lagartos-aves); sus conocimientos fueron compartidos con el mundo en el primer libro dedicado a estos animales, bajo el título: *Dragons of the Air*, publicado a principios del siglo XX, en él exponía que

© Aída Ortega, de la serie *Qué chula es Puebla*.



el encéfalo de estos organismos se encontraba altamente desarrollado y que los huesos neummatizados denotaban un eficaz sistema respiratorio, el cual proveía la energía necesaria para realizar el vuelo, batido o planeado, también debió actuar como eficaz medio para mantener la temperatura óptima.

#### LA VIDA Y EVOLUCIÓN DE LOS PTEROSAURIOS

Los restos fósiles de pterosaurios se han hallado en todos los continentes; sin embargo, las localidades que los tienen representados se caracterizan por ser depósitos acuáticos y principalmente depósitos marinos como las formaciones Solhofen, en Alemania, formación Santana en Brasil y la formación Javelina en Glenn Rose, Texas, esta última de tipo continental. Lo anterior sugiere que vivieron cerca de los ríos, lagos, pantanos, lagunas y costas; posiblemente se comportaban como las actuales aves acuáticas y marinas. Por supuesto es casi seguro que existieran especies en el interior de las masas continentales, reduciendo con ello su posibilidad de fosilización; algunas de estas, al morir, posiblemente fueron arrastradas hasta las costas y quizás sean de origen alóctono en relación a los depósitos donde se hallaron. Sus hábitos alimenticios de acuerdo al estudio de su estructura craneal, dientes contenidos en alveolos, restos estomacales y sedimentos en los que se encuentran sus fósiles denotan hábitos depredadores, seguramente muchos de ellos fueron piscívoros, insectívoros e inclusive carroñeros.

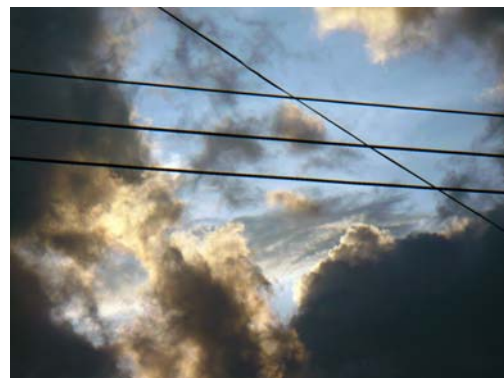
Los primeros pterosaurios eran de tamaño relativamente pequeño y seguramente versátiles voladores, empero, los pterosaurios más cercanos al límite K-T (final del Mesozoico), se especializaron en el vuelo planeado y alcanzaron envergaduras que rondaban incluso los 10 metros; en algunos casos se ha calculado envergaduras de 12 o 13 metros. Dicha tendencia puede ser explicada por la Ley de Cope, la cual explica que los organismos durante su evolución tienden a tamaños mayores que sus predecesores. Los primeros pterosaurios pertenecen a los géneros *Eudimorphodon*, *Peteinosaurus* y *Preondactylus*; su envergadura oscilaba de 45 centímetros a 1 metro. Se registraron en el Triásico Superior de Europa, en las inmediaciones de lo que era el mar de Tethys.

Los pterosaurios del Jurásico nos remiten principalmente al viejo continente y presentan formas conocidas como *Dimorphodon*, que se caracterizaba por una cabeza extremadamente robusta y una envergadura de 1.4 metros; el *Rhamphorhynchus* cuya envergadura era cercana a los 2 metros, el conocido y controversial *Pterodactylus* de 36 centímetros a 2.5 metros, *Germanodactylus* de 1.35 metros, *Gallodactylus* del Jurásico Superior de Francia, alcanzaba un metro de envergadura; *Sordes pilosus* fue una forma bastante extraña que vivió en Asia (Kazajstán).

Durante el Cretácico, último periodo del Mesozoico, los pterosaurios de cola larga, conocidos como Rhamphorhynchoidea, desaparecieron dando paso cronológicamente a los de cola corta, con los cuales habían convivido durante el Jurásico Superior, en un hecho conocido como sucesión de faunas. Entre los pterosaurios mejor conocidos se encuentran *Ornithodesmus* de Inglaterra, que alcanzaba 5 metros de envergadura, del mismo tamaño el *Cearadactylus*, de yacimientos brasileños, *Pterodaustro* de Argentina y Brasil; este último organismo llama la atención debido a que su mandíbula inferior poseía un millar de cerdas largas ideales para filtrar el alimento, de ahí que se le conoce como el pterosaurio-flamenco.

Otros formidables voladores fueron el *Anhangueira* y *Tropeognathus* de Sudamérica, que alcanzaban una envergadura de 4 y 6 metros respectivamente. Durante el Cretácico norteamericano solo hubo tres familias de Pterodactyloidea (Pteranodontidae, Nyctosauridae y Azhdarchidae). Entre ellos se encuentran el *Nyctosaurus* de casi 3 metros, *Pteranodon ingens* y *P. sterbergi* (Pteranodontidae), de 7 y 9 metros respectivamente y el *Quetzalcoatlus northropi* (Azhdarchidae), el cual alcanzaba una envergadura aún mayor calculada en 12 metros.

Por su tamaño se considera que este organismo planeaba con las corrientes térmicas en busca de animales moribundos y carroña, pero no se descarta que visitara los ríos y lagos interiores en busca de cangrejos y moluscos. El género *Hatzegopterix thambema* posiblemente sea el reptil volador más grande conocido hasta ahora, ya que se le calcula una envergadura que sobrepasaba a los 12.5 metros, pertenece a la familia Azhdarchidae y fue encontrado en Transilvania,



© Alda Ortega, de la serie *Qué chulao es Puebla*.

Rumania, en el año 2002, descrito por los paleontólogos Buffetaut y Csiki; debido a lo fragmentado del material sobre el cual fue realizado, algunos autores consideran que este tamaño es erróneo, considerando el organismo entre 11 y 12 metros de envergadura.

Una característica que llama la atención de los pterosaurios además del tamaño que llegaron a alcanzar son las formas de las crestas expuestas en sus extrañas cabezas, siendo algunas muy bizarras debido a su tamaño y forma, como en los casos de *Criorhynchus* (Inglaterra), *Dsungaripterus* (China), *Phobos* (Mongolia), *Tropeognathus*, *Tapejara* y *Anhangueira* (Sudamérica), *Pterodaustro* (Argentina), *Pteranodon sterbergi* (Estados Unidos). Dichas crestas quizás denotaban el dimorfismo sexual, o se utilizaban en las interacciones interespecíficas e intraespecíficas. Cabe mencionar que los pterosaurios, durante el Jurásico y el Cretácico, compitieron por el reinado de los aires con las aves; solo cuando aquellos desaparecieron, las aves dominaron el aire.

*Pterodactylus* es el nombre que se ha fijado en la mente del público en general, ciertamente es un nombre popular y fácil de recordar, sin embargo el término *Pterodactylus* sólo se refiere a un tipo de pterosaurios provenientes de Alemania, es decir, un grupo en particular, de un tiempo y lugar específicos y no a todas las demás especies que existieron a lo largo del Mesozoico; a este orden de reptiles alados extintos y a todas las familias y especies que representan se les denomina técnicamente Pterosaurios, que quiere decir “lagartos con alas o lagartos alados”.

Dicho nombre fue acuñado por Kaup y fue propuesto en el año de 1834. Por mucho tiempo se consideró que estos organismos poseían una fisiología no característica de los reptiles, razón por la que se les consideró endotermos, así lo demostraban evidencias como la presencia de sacos aéreos en los huesos, un cerebro altamente desarrollado en donde los lóbulos ópticos, del olfato y el cerebelo eran enormes en comparación con otros organismos contemporáneos, pero la prueba concluyente llegó en 1971 con el descubrimiento de un pequeño pterosaurio de la región de Karatau en la provincia de Kazajstan; el cual había quedado perfectamente preservado y mostraba, a lo largo de su cuerpo y extremidades, unos filamentos semejantes a pelo de 6 milímetros de longitud.

Este importante hecho fue dado a conocer por el paleontólogo A. G. Sharov, quien a su descubrimiento lo bautizó *Sordes pilosus*, “demonio peludo”, confirmando de una vez por todas la presencia de sangre caliente en estos organismos, pues las investigaciones previas realizadas en fósiles con presencia de “pelo” fueron controversiales a pesar de haber sido realizadas por eminencias de la paleontología, incluyendo a August Goldfuss en 1831, H. G. Seeley en 1870 y Karl Wanderer en 1908. Estos investigadores argüían que la cubierta de pelo eran marcas del mismo sustrato.

Recientemente el doctor Diego Pol, paleontólogo e investigador del CONICET y Egidio Feruglio, de Trelew, estudiaron las estructuras óseas de los pterosaurios y no solo descubrieron que su densidad ósea disminuía



en cuanto se acercan al final del Cretácico, sino que además descubrieron un eficiente sistema de sacos aéreos instalados en los huesos neumáticos, facilitando el vuelo para organismos más pesados que el aire que les circundaba.

El sistema es convergente y similar al que se encuentra en las aves modernas. Este sistema proporcionaba la energía necesaria para el desarrollo del vuelo dinámico. Otro descubrimiento sorprendente basado en el estudio y desarrollo de los huesos demostró que los pterosaurios, al momento de eclosionar, tenían un desarrollo muy rápido y no dejaban de crecer, aunque al alcanzar la madurez lo hacían a un ritmo mucho más lento. Es decir, estos organismos crecían durante toda su vida.

Michael B. Habib de la Universidad Johns Hopkins, demostró que los pterosaurios poseían extremidades anteriores tan fuertes como las posteriores, debido a su posible desplazamiento cuadrúpedo; en contraparte, las aves, organismos con los que suelen compararse, tienen las extremidades posteriores más fuertes debido a su bipedalismo. Un hecho trascendental en estos organismos es que no se sabía a ciencia cierta



si eran ovíparos o vivíparos; la reducción de peso a través de sus huesos sugería que estos organismos difícilmente serían vivíparos debido al excesivo peso que esto conllevaría; además, la estrecha pelvis sugería la posible colocación de huevos.

La respuesta a esta pregunta llegó recientemente de huevos fósiles con un embrión en su interior; dicho huevo fósil pertenece a la formación Yixian en la provincia de Liao Ning (noreste de China), mide 53 milímetros de largo por 41 milímetros de ancho. Cabe mencionar que en el siglo XIX, en Inglaterra, fueron hallados otros supuestos huevos de pterosaurios a los que se les denominó *Oolithes spaericus*; también en Texas, en 1980, se reportaron fragmentos de cáscara de posibles huevos de pterosaurios, pero al no existir restos óseos asociados a ellos, no se podía confirmar que pertenecieran a estos organismos alados.

#### LOS FÓSILES DE PTEROSAURIOS EN MÉXICO

Si bien son pocos los descubrimientos de pterosaurios realizados en México, parecen ser significativos. En el estado de Tamaulipas, en el cañón de Huizachal,

el doctor Clark y colaboradores encontraron un reptil volador o pterosaurio *Dimorphodon weintraubi*; dicha región pertenece al periodo Jurásico, formación La Boca. En Coahuila, en el municipio de Los Muzquiz, se encontró un pequeño pterosaurio de 2 metros de envergadura, se le asignó el nombre *Muzquizopteryx coahuilensis* y según sus características pertenece a la familia Nyctosauridae, una de las dos familias presentes en el Cretácico (piso Coniaciano), la otra es Pteranodontidae, cuyos restos han sido encontrados en Estados Unidos.

Posiblemente por la cercanía de México con Texas y la formación Javelina es posible que en el futuro se encuentren fósiles de pterosaurios azdárquidos. En la región de Tepexi de Rodríguez, Puebla, existen fósiles de estos organismos, aunque debido a lo fragmentario del material es imposible asignarlos a un género y especie. Los paleontólogos mexicanos y extranjeros realizan grandes esfuerzos para encontrarlos y describirlos, por ello, es posible que nos sorprendan con agradables resultados en los años venideros.



© Emilio Salceda, de la serie *Qué chula es Puebla*.

Entonces Alan Grant, vio la sombra oscura de una nube, la sombra se desplazaba con rapidez, en pocos instantes pasó sobre ellos en vuelo rasante... un segundo dácilo se abalanzó sobre ellos, desplazándose más rápido que el primero, llegó desde atrás y pasó como un relámpago por encima de sus cabezas, Grant tuvo una fugaz visión de su pico dentado y del cuerpo peludo, como un enorme murciélago. Pero quedó impresionado con el aspecto frágil de los animales, sus alas inmensas, de delicadas membranas rosadas, resultaban traslúcidas, reforzando la idea de la delicadeza de estos organismos.

Michael Crichton; *Parque Jurásico*

#### AGRADECIMIENTOS

Al director de la Escuela de Biología de la BUAP, Jorge Alejandro Cebada Ruiz, por el apoyo y confianza; al profesor Sergio Espinosa Morales y al doctor Enrique Soto Eguibar por la revisión, sugerencias y apoyo académico brindado para llevar a cabo el presente artículo, así como a Alejandra Macip Castañeda y Erika Rodríguez Vargas por su tiempo y amistad.

#### B I B L I O G R A F Í A

- Desmond A. *Los dinosaurios de sangre caliente*. Biblioteca de divulgación científica Muy Interesante. RBA Editores (1993).
- Clark JM, Hopson JA, Hernández R, Fastovsky DE y Montellano M. Foot posture in a primitive pterosaur. *Nature* 391 (1998) 886-889.
- McGowan C. *Dinosaurios y dragones de mar*. Editorial Crítica, Barcelona (1993).
- Norman D. *Enciclopedia ilustrada de los dinosaurios*. Susaeta Ediciones, Madrid (1992).
- Wellnhofer P. *Historia ilustrada de los pterosaurios*. Susaeta Ediciones, Madrid (2000).

**Francisco Javier Jiménez Moreno**  
Escuela de Biología, BUAP  
pacorex4@hotmail.com

# Inestabilidad de laderas Influencia de la ACTIVIDAD **HUMANA**

Oscar Andrés **Cuanalo Campos**  
Aldo Onel **Oliva González**  
Romel **Gallardo Amaya**

## INTRODUCCIÓN

El crecimiento acelerado y la inadecuada planeación territorial de muchas poblaciones y ciudades en todo el mundo han generado “transformaciones antropogénicas negativas en el espacio”,<sup>1</sup> llevando a la urbanización de zonas de lomeríos y terrenos escarpados donde las condiciones geológicas, geotécnicas, hidrológicas y topográficas no son las más apropiadas para la construcción de edificaciones. Lo anterior ha sido la causa de varios desastres para la población que habita sitios con laderas inestables (Foto 1) y para los cuales, en muchas situaciones, no se tienen las condiciones para responder en forma adecuada debido a la carencia de servicios básicos o a la dificultad para los programas de sensibilización de las comunidades. La inestabilidad de laderas puede ser producida por la actividad humana al alterar y modificar el equilibrio que existe en la naturaleza, debido a: cortes y excavaciones para la construcción de caminos, conformación de terrazas para viviendas, vertido de rellenos de material suelto en los taludes y escarpe de las laderas, voladuras para la explotación de minas o de bancos de material, vertido incontrolado y excesivo de agua y deforestación para usar el terreno en actividades agropecuarias.



**Foto 1.** Daño en edificaciones por deslizamiento de laderas en Tijuana, Baja California, México.

## FACTORES QUE INFLUYEN EN LA INESTABILIDAD DE LADERAS

Los factores que influyen en la inestabilidad de las laderas se dividen en: condicionantes y desencadenantes (Tabla 1); los primeros dependen de las características intrínsecas de las laderas, y los segundos, conocidos también como factores externos, debidos a las condiciones climáticas regionales, por los eventos extremos y por el grado de impacto o deterioro ocasionado por las actividades del hombre.<sup>2</sup>

| AGENTES                                                                        | DESCRIPCIÓN                                                   | CARACTERÍSTICAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Condicionantes</b><br>(dependen de las características de la ladera)        | <b>Morfología y Topografía</b>                                | El relieve influye en la estabilidad, a mayor pendiente y altura aumenta el efecto gravitacional.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                                                                | <b>Geología y características de los suelos superficiales</b> | El tipo de roca, grado de alteración y meteorización, presencia de discontinuidades (grietas, fracturas, fallas), planos estratigráficos, porosidad, permeabilidad, propiedades físicas y mecánicas (resistencia y deformación), y estado de esfuerzos.                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                                                                                | <b>Condiciones hidrogeológicas</b>                            | El agua en el interior del terreno disminuye la resistencia cortante al aumentar la presión intersticial, además incrementa el peso volumétrico del terreno con el consiguiente aumento en los esfuerzos actuantes.                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                                                                                | <b>Vegetación</b>                                             | Las raíces fijan los suelos superficiales a los estratos de roca más resistentes ubicados a mayor profundidad, absorben el agua contenida en el suelo y atenúan la erosión superficial al mitigar el impacto de las gotas de lluvia y reducir la velocidad de escurrimiento.                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Desencadenantes</b><br>(factores externos responsables de la inestabilidad) | <b>Lluvias</b>                                                | Su efecto depende de la intensidad, duración y distribución de la lluvia; puede ocasionar disolución de cementantes y rotura de capilaridad, además influye directamente en factores condicionantes como la meteorización y el nivel de agua subterránea.                                                                                                                                                                                                                                                          |
|                                                                                | <b>Terremotos</b>                                             | Las vibraciones sísmicas originan fluctuaciones en el estado de esfuerzos en el interior del terreno y pueden originar todo tipo de movimientos (caídos, deslizamientos, flujos, avalanchas, etcétera), dependiendo además de la magnitud del sismo y la distancia al epicentro.                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                                                                | <b>Vulcanismo</b>                                             | Las erupciones volcánicas pueden originar deslizamientos o avalanchas de derrubios de gran magnitud y velocidad en las laderas de los conos volcánicos; además que el deshielo de las partes altas puede originar flujos rápidos.                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                                                                | <b>Congelación y deshielo</b>                                 | Factores climáticos que afectan principalmente a regiones frías; este fenómeno produce expansiones, contracciones e infiltración de agua en fisuras y grietas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|                                                                                | <b>Erosión y socavación</b>                                   | Incluye la acción erosiva de ríos y oleaje, produciendo los siguientes efectos:<br>- Socavación del material en el pie de la ladera que modifica el estado tensional y aumenta las fuerzas cortantes actuantes.<br>- El deslizamiento puede embalsar un río y después romper súbitamente.                                                                                                                                                                                                                          |
|                                                                                | <b>Actividad humana</b>                                       | Influye en la estabilidad al cambiar la geometría de la ladera por excavaciones, construcción de caminos y presas, sobrecargas debido a estructuras, terraplenes o rellenos, voladuras, etc.; además, estas obras en general cambian las condiciones hidrogeológicas al alterar el drenaje superficial afectando el nivel freático y el flujo natural de escurrimiento. También se incluye la deforestación como una de las actividades humanas que más influencia negativa tiene en la estabilidad de una ladera. |

**Tabla 1.** Factores que influyen en la estabilidad de laderas naturales.

## LA ACTIVIDAD HUMANA

La incidencia del factor antropogénico se hace evidente si tenemos en cuenta que en su estado natural las laderas se encuentran en condiciones seguras ya que hay consonancia entre la pendiente del terreno o la acción de factores perturbadores y la resistencia del suelo, siendo el agua uno de los más influyentes. La incidencia de tales factores se presenta con dependencia de tiempo y espacio y cuyo efecto sobre la ladera se desarrolla lentamente; pero cuando está presente la actividad humana, la incidencia de los factores es mucho más rápida, llevando la ladera a procesos de inestabilidad.<sup>3</sup>

Las actividades humanas que más afectan la estabilidad de las laderas son:

- Cambio de la pendiente natural del terreno debido a cortes o excavaciones.
- Aumento de sobrecargas a causa de la construcción de edificaciones y obras de infraestructura, depósito de materiales, etcétera.
- Aumento de la presión de poro en el terreno por el vertido incontrolado y excesivo de agua.
- Remoción de la cubierta vegetal o cambio de la vegetación natural (deforestación).

### CAMBIO DE LA PENDIENTE NATURAL DEL TERRENO DEBIDO A CORTES O EXCAVACIONES

Los cortes o excavaciones constituyen unas de las actividades más frecuentes que desencadenan deslizamientos de laderas; estos trabajos deberían efectuarse posteriormente a los estudios ingeniero-geológicos mínimos requeridos, además del análisis de estabilidad geotécnica antes y después de efectuar los cortes. En general todo corte en las laderas produce variación en el estado de esfuerzos y, por ende, de equilibrio del terreno, y cuando no se estabiliza adecuadamente se pueden producir agrietamientos, deformaciones, hundimientos, desequilibrio de masas, etcétera, todos ellos señales indicativas del mal comportamiento que puede desencadenar deslizamientos de laderas.

Al efectuar un corte en una ladera se producen los siguientes cambios que influyen de manera directa en su estabilidad y comportamiento:

- Aumento del ángulo de inclinación del talud con efecto directo en el factor gravitacional.
- Descompresión del material de la ladera al quitarle soporte y presión lateral.
- Incremento de meteorización en los materiales expuestos por el corte que perdieron su protección superficial (suelos de cobertura y vegetación).
- Cambio del flujo de agua a través de los materiales de la ladera.
- Inestabilidad en rellenos colocados a volteo para incrementar el ancho del corte.

### Aumento del ángulo de inclinación del talud de la ladera

La estabilidad de una ladera depende de la altura de su talud, el ángulo de inclinación, la litología y estratigrafía, el peso volumétrico y la resistencia al esfuerzo cortante de sus materiales constitutivos. Si bien es cierto que los terrenos más susceptibles a los deslizamientos son los que tienen una morfología de tipo montañoso y escarpado, donde la influencia del factor gravitacional es significativa (Tabla 2), también laderas con poca pendiente, pueden sufrir inestabilidades si su resistencia es baja o si disminuye en la época de lluvias o durante un evento sísmico. Al realizar un corte en una ladera natural se provoca un incremento en el ángulo del talud, lo que resulta en un aumento del efecto gravitacional.

| CARACTERÍSTICAS DE LADERA | DETALLES INTRÍNSECOS |               |                |           |           |
|---------------------------|----------------------|---------------|----------------|-----------|-----------|
| Morfología                | Plano                | Lomerío suave | Lomerío fuerte | Montañoso | Escarpado |
| Inclinación $\beta$       | 0 – 5°               | 5 – 15°       | 15 – 30°       | 30-53°    | >53°      |
| Factor gravitacional      | Bajo                 | Moderado      | Medio          | Alto      | Extremo   |

**Tabla 2.** Factor gravitacional en función de la morfología de las laderas

Existe una relación inversamente proporcional entre la pendiente del talud  $\beta$  y el factor de seguridad  $F_s$ ; es decir a mayor ángulo  $\beta$ , menor factor de seguridad  $F_s$ .

$$F_s = \frac{c}{W \sin \beta} + \frac{\tan \phi}{\tan \beta} \dots \dots \dots (1)$$

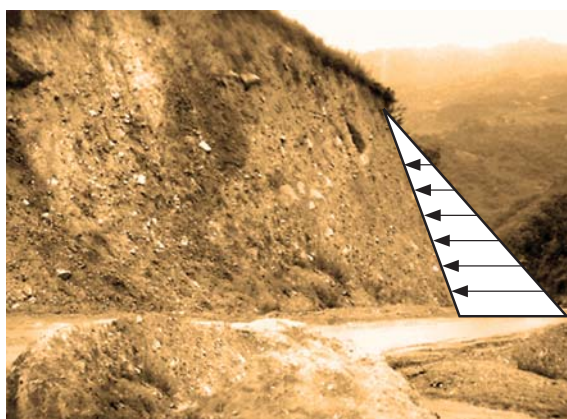
En laderas donde la disposición de los estratos de suelo y/o roca favorece el fallo a través de una superficie de rotura plana, la influencia del ángulo de inclinación del talud ( $\beta$ ) y su relación con la pendiente de los estratos ( $\alpha$ ) juegan un papel esencial en el comportamiento de la estabilidad (Foto 2).



**Foto 2.** Deslizamiento traslacional a través de una superficie plana (Necaxaltepetl, Puebla).

#### *Descompresión del material de la ladera*

La descompresión se define como la liberación de una presión y es el opuesto a la compresión física; el efecto inmediato de esta descompresión es una expansión o incremento del volumen que experimenta el material de la ladera al perder una parte importante de su presión confinante. Cuando se efectúan cortes o excavaciones en las laderas, se anula la presión o empuje lateral que sostiene y estabiliza el talud natural (Foto 3).



**Foto 3.** Descompresión del material de la ladera.

En estado de reposo, cuando no existe ningún desplazamiento del terreno, la presión horizontal " $\sigma_h$ " en el interior de una masa térrea, es función de la presión vertical existente " $\sigma_v$ ", y el coeficiente de correlación entre estas presiones se denomina coeficiente de presión de tierras en reposo  $\kappa_o$ , definido mediante la siguiente expresión:

$$\kappa_o = \frac{\sigma_h}{\sigma_v} \dots\dots\dots (2)$$

Donde  $\sigma_h$  = Empuje horizontal en estado de reposo.

$\sigma_v = \gamma_m * h$  = Esfuerzo vertical.

$\gamma_m$  = Peso volumétrico del material.

$h$  = Altura o profundidad a la que se evalúa el esfuerzo.

En suelos gruesos como gravas y arenas, el coeficiente en reposo  $\kappa_o$  puede variar entre 0.33 para materiales muy compactos a 0.53 para muy sueltos; en suelos finos arcillosos y limosos normalmente consolidados  $\kappa_o$  puede variar entre 0.4 y 0.7, y puede alcanzar valores mayores a 1 en los suelos preconsolidados (aquellos que han estado sometidos en su pasado geológico a presiones mayores que la actual).<sup>4</sup>

Así pues, los cortes en laderas imponen un nuevo estado de esfuerzos al interior del talud, el cual deberá movilizar su resistencia al esfuerzo cortante para compensar el material excavado y lograr auto-sostenerse. Una manera de mejorar la estabilidad de los cortes en laderas es por medio del diseño y construcción de muros de contención (de mampostería o concreto armado) y/o de elementos estructurales de refuerzo como anclas y barrera de pilotes.

#### *Incremento de meteorización en los materiales expuestos por el corte*

La meteorización es uno de los más importantes procesos geológicos por el cual las rocas y sus minerales constitutivos sufren fragmentación o desintegración y descomposición, transformado, modificando y/o alterando su estructura y sus propiedades físico químicas. La meteorización se clasifica en tres grupos básicos, cuyos agentes característicos en general, interactúan entre ellos (Tabla 3).

El grado de meteorización en una región específica está íntimamente relacionado con la litología o estratigrafía de los materiales y las condiciones climáticas o ambientales que integran la ladera. Cuando se efectúa un corte en una ladera, los materiales que forman el talud quedan expuestos a diversos agentes de meteorización y por ende a un deterioro acelerado; la energía potencial que provee la gravedad origina que los materiales sueltos, se desprendan del talud y caigan. Además “el Sol”, da origen a los agentes principales de meteorización por erosión de viento y lluvia. Las variaciones de humedad y temperatura también afectan las rocas desde el punto de vista mecánico, ya que el agua y el calor favorecen las reacciones químicas que las alteran.

La lluvia es uno de los factores que afecta la estabilidad de las laderas. Por ejemplo en las Sierras Norte y Nororiental del estado de Puebla, donde la precipitación anual varía entre 1000 y 4000 mm, es común encontrar espesores importantes de suelos residuales producto de la alteración de las rocas sedimentarias y volcánicas que conforman estas serranías, además la presencia de niveles freáticos variables, con mayor presión en la época de lluvias lo que puede originar mantos de agua colgados o flujos subterráneos que provocan disolución o remoción de los cementantes del terreno, afectando sus propiedades geomecánicas y activando diferentes movimiento del terreno (caídos de rocas, deslizamientos, flujos de suelos, avalanchas, erosión hídrica, etcétera.). Entre el 4 y 6 de octubre de 1999 se precipitaron 750 mm de lluvia en la Sierra Nororiental, valor que sobrepasa con mucho los 100 mm/día establecidos como el umbral que activa deslizamientos de laderas en las regiones montañosas del estado de Puebla.<sup>5-7</sup>

Para la construcción del Periférico Ecológico, en el tramo ubicado al oriente de la ciudad de Puebla, se realizaron en el año 2010, cortes en laderas constituidas por rocas calizas, los cuales representan un alto riesgo para los vehículos que circulan por dicha carretera, debido a las siguientes características: gran altura de los cortes, algunos superiores a los 30 m, fuerte inclinación de los taludes, con ángulos entre 60 y 90 grados, los cortes sin elementos de estabilización (muros, anclas, pilotes, etcétera), roca de origen sedimentario

| METEORIZACIÓN      | EFFECTOS/ REACCIONES                                                      | AGENTES CARACTERÍSTICOS                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Física o mecánica  | Fragmentación y desintegración                                            | Fuerzas gravitacionales, cambios térmicos diarios y estacionales, congelamiento de agua en las discontinuidades de las rocas, erosión por viento y lluvia, y fricción entre partículas durante el transporte (abrasión) |
| Química            | Disolución, hidratación, hidrólisis, oxidación, carbonatación y reducción | Agua de lluvia, vapor de agua y dióxido de carbono                                                                                                                                                                      |
| Biológica/orgánica | Agua de lluvia, vapor de agua y dióxido de carbono                        | Acción de las raíces de árboles y plantas, hongos, insectos y gusanos                                                                                                                                                   |

**Tabla 3.** Agentes de Meteorización.

marino con planos estratigráficos, de mala calidad, con agrietamiento y fracturación intensa, presencia de plegamientos y de estratos buzando hacia el corte o completamente verticales y algunos tramos con alto grado de meteorización y roca completamente fracturada con comportamiento similar a un suelo. De lo anterior, podemos establecer con cierto grado de certeza que los cortes en este tramo carretero (km 28 a 34), tendrán serios problemas de inestabilidad al presentarse un evento sísmico o en la época de lluvias.

### *Cambio del flujo de agua a través de los materiales de la ladera*

En general, al efectuar un corte en una ladera, se cambia el flujo natural interno del agua que puede originar aumento de presiones y de fuerzas de filtración desfavorables. Se ha reconocido que muchas fallas de laderas se presentan durante o posteriormente a la temporada de lluvias, y que existe una estrecha relación con el régimen de las filtraciones y con el establecimiento de los escurrimientos subterráneos.<sup>8-14</sup>

Cuando el agua se mueve a través de una masa de suelo, lo hace con una presión hidrodinámica en la dirección del flujo que es superior a la presión hidrostática; lo anterior puede alterar el peso volumétrico sumergido del suelo y origina reducción de la resistencia al esfuerzo cortante, al disminuir la presión efectiva del terreno por aumento de la presión de poro. El incremento en la presión de poro puede ser considerable en casos en los que en la ladera se encuentran estratos con diferentes permeabilidades o discontinuidades litológicas, presentándose saturación diferencial, que

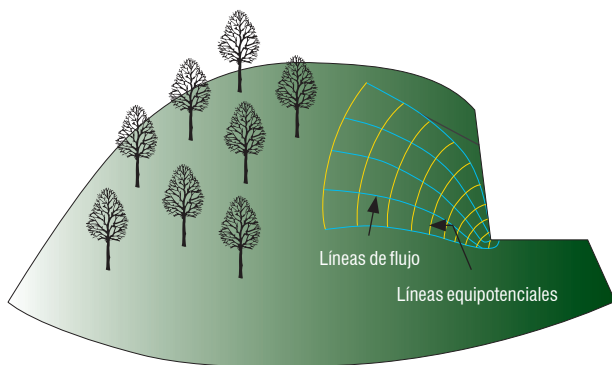


Figura 4. Red del flujo de agua en el interior de una ladera.

hace que el agua se infiltre y se detenga a una determinada profundidad creando un plano sobresaturado, el cual con ayuda de la gravedad puede hacer que se deslicen los estratos superiores.<sup>15</sup> El análisis de estabilidad de un talud sometido a fuerzas de filtración, se efectúa a partir de la red de flujo, que según la ecuación de continuidad de Laplace, la cual gobierna la condición de flujo establecido para un punto dado en el interior de la masa de suelo,<sup>14</sup> está representada por dos familias de curvas ortogonales entre sí, que se denominan “líneas de flujo y líneas equipotenciales” (Figura 4). Una vez trazada la red de flujo, se podrán determinar las presiones neutrales en cualquier punto de la ladera, el gradiente hidráulico, la velocidad del agua y su correspondiente fuerza de filtración. El análisis de estabilidad de la ladera se podrá efectuar utilizando los pesos totales de material y el valor de las fuerzas de filtración evaluadas según la ecuación 3); o también se podrán utilizar los pesos sumergidos del suelo (cuando sea el caso), más el peso del agua, más las presiones hidrodinámicas en la dirección del flujo y tangentes a las respectivas líneas de flujo.

$$j = i \gamma_w \dots\dots\dots (3)$$

Donde  $j$  = fuerza de filtración por unidad de volumen del suelo.

$i$  = gradiente hidráulico (pérdida de carga hidráulica entre la distancia de dos puntos).

$\gamma_w$  = Peso volumétrico del agua.

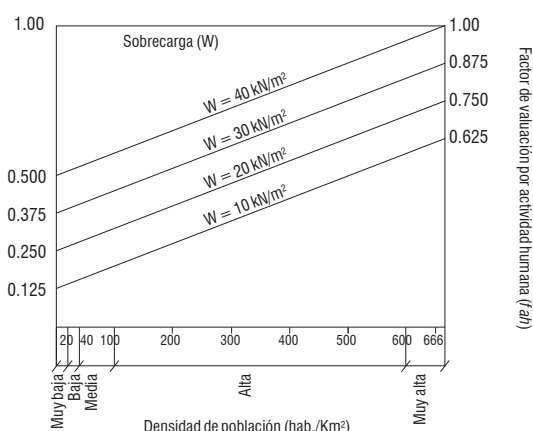
En general se puede afirmar que el cambio del flujo de agua a través de los materiales de la ladera afecta

la estabilidad de la misma debido a la erosión interna por fuerzas de filtración originadas por el flujo subterráneo, la meteorización y cambios en la composición mineralógica del material y, en algunos casos, la apertura de discontinuidades por agua congelada.

ADICIÓN DE SOBRECARGAS DEBIDO A LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES Y OBRAS DE INFRAESTRUCTURAS, DEPÓSITO DE MATERIALES, ETCÉTERA

Los esfuerzos que transmiten las construcciones al terreno de cimentación y los materiales depositados sobre las laderas, constituyen sobrecargas que tienen incidencia directa en el comportamiento y estabilidad. Un análisis de la influencia de las sobrecargas debidas a viviendas puede hacerse usando los llamados *factores de valuación por actividad humana* ( $f_{ah}$ ), obtenidos a partir de los esfuerzos o cargas promedio que transmiten las construcciones al terreno de cimentación y la densidad de la población (Figura 5).<sup>16</sup> La gráfica de la Figura 5 muestra que a medida que aumenta la sobrecarga “ $W$ ” sobre el terreno y la densidad de población, mayor será el factor de valuación, con valores ponderados comprendidos entre 0 y 1, el primero corresponde a un efecto nulo o mínimo sobre la estabilidad y el segundo, al de mayor impacto en esta misma. El depósito de materiales en zonas de ladera y el aumento de sobrecarga sobre esta, genera una condición de amenaza a la población, porque estos materiales al ser más porosos y permeables que el suelo subyacente permiten una mayor concentración de agua en sus vacíos, siendo más susceptibles a deslizarse bajo acciones sísmicas y/o de lluvias,<sup>1</sup> lo cual ha ocasionado

Figura 5. Factores de valuación por sobrecargas.



tragedias como la de Bello en Colombia en el año 2010 con un saldo lamentable de 82 víctimas.

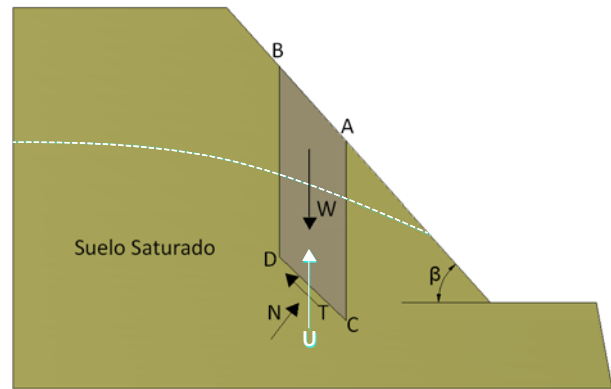
#### AUMENTO DE LA PRESIÓN DE PORO EN EL TERRENO POR EL VERTIDO INCONTROLADO Y EXCESIVO DE AGUA

Anteriormente se explicaron los efectos del cambio de flujo de agua a través de los materiales que conforman la ladera. La presencia de agua aumenta la presión de poro “ $u$ ” y reduce el esfuerzo normal  $\sigma_n$ , por ende disminuye también la resistencia cortante del material según se consignan en la ecuación 8 (Figura 6); además genera presión sobre las grietas de tensión lo que incrementa las fuerzas desestabilizantes y aumenta el peso del material por saturación.<sup>17,18</sup>

$$\tau_f = c + (\sigma_n - u) \tan \phi \dots\dots\dots (4)$$

#### REMOCIÓN DE LA CUBIERTA VEGETAL O CAMBIO DE LA VEGETACIÓN NATURAL

La presencia de vegetación es un factor que condiciona en gran medida la acción de otros factores considerados como desencadenantes de la inestabilidad de laderas. Las raíces de los árboles y las plantas ayudan a fijar los suelos superficiales a los estratos de roca más resistentes ubicados a mayor profundidad, absorben parte del agua del subsuelo, mitigan con su follaje el impacto de las gotas de lluvia y reducen la erosión superficial al disminuir la velocidad del agua de escurrimiento. Para tomar en cuenta el efecto que la vegetación ejerce sobre la estabilidad de la ladera, se requiere investigar el tipo de vegetación, su volumen, la densidad de su follaje, el área cubierta y la profundidad de las raíces. Algunos autores proponen determinar el tamaño, ángulo de inclinación y aspereza de las hojas, altura total de la cobertura vegetal, presencia de diferentes tipos de cobertura, así como el tipo, forma, profundidad, diámetro, densidad, cubrimiento y resistencia de las raíces.<sup>17</sup> Cuanalo y colaboradores,<sup>19</sup> proponen factores de valuación de la vegetación ( $f_v$ ) dependientes del tipo de vegetación, de la densidad de follaje, del área cubierta y de la profundidad de las raíces. La remoción de la cubierta vegetal también



**Figura 6.** Efecto del agua en el equilibrio de fuerzas.

condiciona la acción de factores desencadenantes; el retiro de la parte superficial del suelo que funciona como una segunda capa de protección natural contra la pérdida de suelo por erosión y el aumento de presión de poros por la infiltración del agua. El cambio de la vegetación natural incide en el patrón de escorrentía que se presenta en la ladera, debido a que este cambio involucra una modificación en la distribución espacial y densidad de las plantas, que puede llevar a crear sitios de concentración de la escorrentía formándose canales de drenaje más pronunciados, transportando mayor cantidad de agua a la zona baja de la ladera con el consecuente aumento de la erosión.<sup>20</sup>

#### ACCIONES PARA REDUCIR EL IMPACTO DE LA ACTIVIDAD HUMANA

Estudios acerca de las características de los factores antrópicos generadores de inestabilidades de laderas, demuestran que algunas medidas estructurales como la ejecución de obras de protección y control, contribuyen a la reducción del impacto de la actividad humana en la inestabilidad de laderas. Dichas obras, entre las que se encuentran los cambios de geometría, las estructuras de contención y sostenimiento, elementos de drenaje, uso de la vegetación y reforestación, pueden prevenir o mitigar desastres provocados por movimientos de masas de suelo y rocas como deslizamientos, flujos de lodo, avalanchas y caída de rocas, entre otros. Estas obras pueden ofrecer protección sustancial en muchas áreas, sin embargo, en la mayoría de los casos, solo consiguen reducir parcialmente el riesgo y en

ocasiones pueden llegar a causar impactos negativos en el medio ambiente. Hay ejemplos de laderas donde las soluciones de estabilización han fallado debido a la acción negativa de la actividad humana. Investigaciones recientes parecen indicar que un conjunto de medidas no estructurales dirigidas a la regulación en los usos del suelo, al fortalecimiento institucional, la educación y la preparación de la comunidad, así como a la legislación y la planificación, son de especial importancia para que, en combinación con las medidas estructurales, se pueda mitigar el impacto de la actividad humana de una manera efectiva y balanceada. Algunas de estas medidas incluyen: desarrollo y fortalecimiento institucional, educación formal y capacitación, información pública e implementación de campañas de difusión, participación comunitaria y gestión a nivel local, códigos y normas de construcción, reglamentación de usos del suelo y el ordenamiento territorial.

## CONCLUSIONES

La construcción en laderas y su entorno es una práctica habitual en ciudades y poblados en muchas regiones del planeta. Los cortes, excavaciones y movimientos de tierra que se realizan en esas zonas sin asesoría técnica, los diseños inapropiados de estructuras muchas veces construidas con tecnologías inadecuadas y con materiales de mala calidad, así como la ausencia de redes para la evacuación de aguas residuales que se vierten directamente sobre el terreno, provocan erosión, debilitamiento e inestabilidades del terreno que desencadenan los movimientos de masas de suelo y rocas. Una adecuada cultura de la vivienda en zonas de laderas con la combinación óptima de medidas estructurales y no estructurales será la mejor decisión para reducir el riesgo de desastres ocasionados por eventos relacionados con fenómenos de inestabilidad de laderas (caído de rocas, deslizamientos, flujos de suelos y avalanchas).

## RECONOCIMIENTO

Por su participación en este artículo a los alumnos de Servicio Social: Roberto Tonix Reyes, Jorge Hernández Gordillo, Gustavo Saldaña Molina y Jorge González Pérez.

## REFERENCIAS

- Montiel González Y, Loaiza C y Gouveia E. Inestabilidad de laderas en el barrio Cerros de Marín, Maracaibo, estado Zulia, Venezuela. *Terra Nueva Etapa*. Vol. 24, julio-diciembre (2008) 13-53.
- Cuanalo O, Oliva A y Flores C. Factores condicionantes y desencadenantes de los deslizamientos de laderas en las Sierras Norte y Nororiental de Puebla, México. *Memorias del VI Simposio Nacional sobre taludes y laderas inestables*. Valencia, España. Vol. 2 (2005) 705-715.
- Escobar C. La degradación de las laderas urbanas y su relación con la pobreza. *Revista Electrónica Luna Azul* 15 (2001). [http://lunazul.ucaldas.edu.co/index.php?option=com\\_frontpage&Itemid=1](http://lunazul.ucaldas.edu.co/index.php?option=com_frontpage&Itemid=1)
- Braja D. "Principles of geotechnical engineering". Lateral earth pressure. PWS Publishing Company, USA (2003) 380-381.
- Hubo L, Vázquez M, Melgarejo G, García F y Matias G. Procesos Gravitacionales en las montañas de Puebla. *Revista Ciencia y Desarrollo* 157 (2001).
- Cuanalo O., Quezada P. y Aguilar A. Sismos y lluvias, factores detonantes de deslizamientos de laderas en las regiones montañosas de Puebla, México. *Revista Digital Científica y Tecnológica e-Gnosis*. Vol. 4, Art. No.13 (2006). <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/730/73000413.pdf>
- Cuanalo O. y Melgarejo G. Inestabilidad de laderas Sierras Norte y Nororiental del estado de Puebla. *Elementos* 47 (2002). <http://www.elementos.buap.mx/num47/pdf/51.pdf>. Universidad Autónoma de Puebla.
- Godt J. W. Maps showing locations of damaging landslides caused by El Niño rainstorms, winter season 1997-98, San Francisco Bay region, California (1999). <http://pubs.usgs.gov/mf/1999/mf-2325/>
- Heyerdahl H, Harbitz C., Domaas U., Sandersen F., Tronstad K., Nowacki F., Engen A., Kjekstad O., Devoli G., Buezo S., Díaz M. y Hernández W. Rainfall induced lahars in volcanic debris in Nicaragua and El Salvador practical mitigation. *Proceedings of the International conference on fast slope movements, prediction and prevention for risk mitigation*. Editorial Bologna., Nápoles, Italia. Vol. 1 (2003) 275-282.
- Harp E. Landslides in Honduras triggered by hurricane Mitch. *Memorias del III Simposio Panamericano de deslizamientos*. Cartagena, Colombia. Vol. 1 (2001) 387-392.
- Sobre la avalancha y flujo de agua con sedimentos, en el volcán Casita, Nicaragua, disparados por el huracán Mitch (1998). <http://www.ineter.gob.ni/geofisica/vol/casita/rep-sheridan-es.html>
- Honduras suffered the brunt of hurricane Mitch (2003). <http://landslides.usgs.gov/Honduras/>
- Mora R. Arancibia landslide-debris avalanche in Costa Rica (2003). [http://www.crid.or.cr/crid/EIRD/DIRDNINF/No2\\_2001/ingles/Pagina12.htm](http://www.crid.or.cr/crid/EIRD/DIRDNINF/No2_2001/ingles/Pagina12.htm)
- Braja D. "Principles of geotechnical engineering". Flow of water in soil: permeability and seepage. PWS Publishing Company, USA (2003) 129-181.
- Valladares F. "Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante". Editorial Ministerio de Medio Ambiente, España (2004) 309-334. <http://www.globimed.net/publicaciones/LibroEcolndice.htm>
- Cuanalo, O. "Metodología para la selección de procesos constructivos empleados en estabilizar deslizamientos de laderas". Tesis Doctoral. Facultad de Construcciones. Universidad Central de Las Villas, Cuba (2004) 137.
- Suárez J. Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales. Editorial UIS, Colombia (1998) 548.
- González L., Ferrer M., Ortuño L. y Oteo C. "Ingeniería Geológica". Editorial Prentice Hall, España (2002) 15.
- Cuanalo, O., Oliva, A. y González, C. Estabilidad de laderas. Análisis mediante factores de valuación. *Revista IngeoPress* 164 (2007) 38-44.
- Lavee, H., A.C. Imeson y P. Sarah. The impact of climate change on geomorphology and desertification along a mediterranean arid transect. *Land Degradation & Development* 9 (1998) 407-422.

**Oscar Andrés Cuanalo Campos**  
**Facultad de Ingeniería BUAP**  
**oscar.cuanalo@fi.buap.mx**

**Aldo Onel Oliva González**  
**Universidad de las Californias Internacional UDCI**

**Romel Gallardo Amaya**  
**Universidad Francisco de Paula**  
**Santander Ocaña UFPSO**

# El año de la **QUÍMICA** y su **influencia** en la **física** y otras **CIENCIAS**

Arnaldo **González Arias**  
Antonio **Horta**

En consonancia con los 100 años del otorgamiento del premio Nobel de Química a la polaca Marie Skłodowska Curie, en su 63ª reunión de diciembre de 2008 la Asamblea General de la ONU proclamó a 2011 como el Año Internacional de la Química, persiguiendo tres objetivos esenciales:

1. Crear conciencia y comprensión en el gran público de cómo la química puede responder a las necesidades globales.
2. Despertar el interés de los jóvenes en esta ciencia.
3. Reconocer la contribución de las mujeres al mundo de la química así como resaltar los principales hitos históricos en su desarrollo.

La UNESCO promociona la participación en las actividades programadas para el Año Internacional de la Química en el sitio <http://www.chemistry2011.org>.

Madame Curie fue la primera persona en recibir dos premios Nobel, pues con anterioridad al de Química en 1911 ya había recibido el de Física en 1903; ha sido la única persona en la historia en recibir premios Nobel en ciencias diferentes. Sus logros científicos incluyen haber desarrollado una teoría de la radioactividad (ella le dio nombre al fenómeno), técnicas para separar materiales radioactivos y el descubrimiento de dos elementos de la tabla periódica, el polonio y el radio. Fue además pionera en los estudios del tratamiento del cáncer con isótopos radioactivos.

Si hace apenas unos pocos decenios era relativamente fácil establecer una separación bastante precisa entre los límites de la química con la física y otras ciencias, ese límite se ha ido haciendo cada vez menos definido con el curso del tiempo. En el último decenio, el auge de las nanotecnologías aplicadas a la Ciencia de Materiales ha acelerado mucho el proceso de solapamiento. El especialista en materiales ya no puede atender exclusivamente el aspecto químico o el físico de un determinado material y despreocuparse del otro; lo usual es que para lograr las propiedades óptimas deseadas le sea necesario combinar los conocimientos de ambas ciencias. Se podría decir que tal combinación siempre fue más o menos intensa, pero indudablemente ahora lo es mucho más.

La química del carbono, sus enlaces y propiedades químico-físicas, que por mucho tiempo fueron de la atención exclusiva de los químicos, también han pasado a ser parte importante en los estudios de los físicos e ingenieros de materiales. Por citar un ejemplo, las celdas solares basadas en sustancias orgánicas son tema de desarrollo desde hace varios años en diversas universidades y centros de investigación.

## TEFLÓN

Entre los muchos posibles ejemplos de la interacción entre la química y la física en la ciencia de materiales, quizás uno de los más llamativos –aunque ya no tan reciente– es el del Teflón, nombre comercial empleado para designar al politetrafluoretileno (PTFE) y otros materiales de la misma familia. Su estructura microscópica es la de un polímero, formando largas cadenas a partir de una sección básica que se repite (el monómero). La fórmula química de cada sección elemental es similar a la del polietileno;  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ , con los hidrógenos (H) sustituidos por flúor (F) (Figura 1). El teflón fue creado accidentalmente en 1938 por el químico Roy J. Plunkett, de la transnacional DuPont, mientras investigaba la forma de obtener nuevas sustancias refrigerantes. Al tratar de caracterizar el nuevo

material, Plunkett descubrió que era inerte a todos los disolventes, ácidos y bases que tenía a su disposición. Al inicio se reconocía que el teflón era un material inusual, pero no se sabía muy bien qué hacer con él. Las primeras evaluaciones técnicas y económicas sobre los costos para fabricar productos útiles fueron desalentadoras; resultó muy difícil justificar las primeras inversiones para su producción a gran escala, lo que retardó bastante la aparición y popularización de productos basados en el teflón.

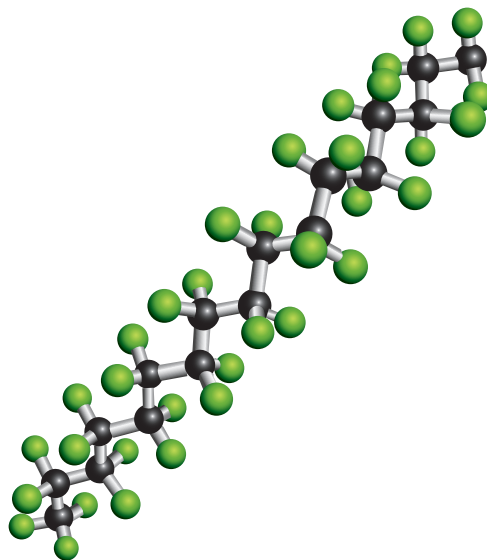


Figura 1. Estructura cristalina del teflón.

La virtud principal del teflón es que resulta ser prácticamente inerte y no reacciona con otras sustancias químicas, excepto en situaciones muy especiales. Sólo es atacado por metales alcalinos en estado elemental, por trifloruro de cloro y por flúor elemental a altas temperaturas y presiones. La carencia de reactividad hace que su toxicidad sea prácticamente nula. Otra cualidad característica es su impermeabilidad; además, mantiene inalterables sus cualidades en ambientes húmedos; piezas de teflón, expuestas durante veinte años a condiciones climáticas extremas no han mostrado cambios en sus propiedades. Es también un excelente aislante eléctrico y sumamente flexible, no se altera por la acción de la luz y es capaz de soportar temperaturas desde  $-270\text{ }^{\circ}\text{C}$  hasta  $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Su cualidad más conocida en lo popular es la antiadherencia, y es por eso que en cualquiera de sus variantes se utiliza para recubrir el interior de sartenes y cazuelas. Desde luego, se necesita un tratamiento

especial a alta temperatura para que la fina capa quede adherida al material de la sartén. Una propiedad adicional, no menos importante, es que resulta ser el material con el coeficiente de rozamiento más bajo que se conoce. Cuando nos referimos al contacto entre dos sólidos se habla de rozamiento. Si el contacto se refiere al de un sólido con un líquido o un gas, entonces tenemos viscosidad.

Ambos términos, rozamiento y viscosidad, se refieren a las fuerzas de fricción, pero las propiedades no son las mismas. La viscosidad depende exclusivamente de las propiedades del líquido y de la velocidad relativa de las superficies en contacto. El rozamiento es prácticamente independiente de la velocidad, una vez que las superficies han comenzado a moverse. La fricción por rozamiento es una fuerza mañosa. Siempre que dos superficies están en contacto, la fricción está presente. Pero a diferencia de otras fuerzas que actúan siempre en el mismo sentido, como la gravitación, que invariablemente tira de los cuerpos hacia la tierra, la fricción no lo hace así. Si se coloca la mano ejerciendo presión sobre la superficie de una mesa y se intenta deslizarla hacia adelante, la fricción actuará hacia atrás. Pero si mueve la mano hacia atrás, entonces la fricción actuará hacia adelante. Siempre contraria al movimiento.

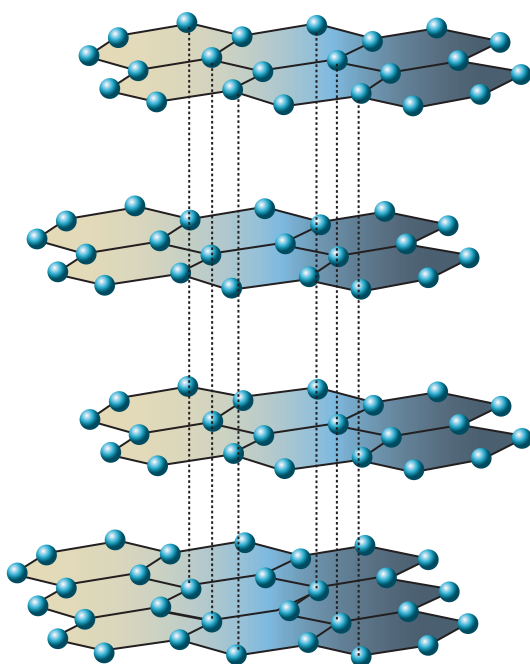
La fuerza de rozamiento depende a su vez de la fuerza de interacción normal o perpendicular a las superficies en contacto; mientras más fuerte se haga presión sobre la mesa, más difícil será deslizar la mano. También depende de otro factor, el coeficiente de fricción o rozamiento. Para cada par de superficies sólidas existe un coeficiente diferente; mientras mayor sea este coeficiente también será mayor la fuerza de rozamiento. Así, por ejemplo, el coeficiente toma un valor entre 0.4 y 0.6 para dos superficies de acero pulido (como en los ejes de una carreta sin caja de bolas). Ese valor se reduce a 0.05-0.1 si el eje se engrasa adecuadamente (porque el rozamiento cambia a viscosidad, con otras leyes). Sin embargo, si una superficie es de acero y la otra de teflón, el valor del coeficiente de rozamiento se reduce unas 10 veces, hasta 0.04. Con el transcurso de los años el teflón se ha convertido en un material de amplias aplicaciones domésticas, industriales y aeroespaciales. Además de la fabricación de

cazuelas, sartenes, moldes para hornear y otros utensilios de cocina, la industria mecánica lo emplea en la producción de engranajes y diferentes mecanismos autolubricados, a causa de su bajo coeficiente de fricción. La industria automotriz lo emplea para fabricar diferentes tipos de mangueras, frenos, filtros de aceite y escobillas de limpiaparabrisas que no hacen ruido. También se utiliza ampliamente en la industria eléctrica y electrónica como aislamiento externo o forro de alambres y cables, como dieléctrico para separar las chapas de los condensadores variables de los radioreceptores, en la fabricación de semiconductores y como material aislante de la electricidad. Algunos han criticado su empleo en los utensilios de cocina, pues es cierto que al calentarse a temperaturas altas el material se descompone y puede generar gases nocivos; sin embargo, esas temperaturas se encuentran muy por encima de la que es capaz de alcanzar cualquier utensilio cuando se emplea normalmente para cocinar. Desde luego, si en forma inapropiada se deja el utensilio vacío expuesto al fuego directo durante 5 minutos o más, es posible alcanzar temperaturas que comiencen a descomponer el material.

#### GRAFENO

Este es otro ejemplo de material mucho más reciente, también basado en la química del carbono, que en los últimos años ha creado conmoción en el universo de la electrónica y la ciencia de materiales. Cada día que pasa se reduce más el intervalo de tiempo entre un nuevo descubrimiento y la implementación de sus aplicaciones prácticas. Si para popularizar el teflón se necesitaron décadas, solo bastaron 6 años para pasar de la obtención del grafeno al reconocimiento universal de su descubrimiento, pues el premio Nobel de Física de 2010 recayó en los físicos de la Universidad de Manchester André Geim y Konstantín Novoselov por los resultados alcanzados en el estudio del grafeno. Aunque la Unión Internacional de Cristalografía (IUPAC) bautizó formalmente este compuesto en 1994, no fue hasta 2004 que se logró separar por primera vez una capa individual de grafeno del grafito volumétrico.

Pero, ¿qué es el grafeno? Los átomos de carbono forman dos tipos de sólidos estables a la temperatura ambiente con propiedades físicas muy diferentes: el diamante y el grafito. La diferencia está en la forma que se ordenan los átomos a nivel microscópico. En el diamante, uno de los materiales más duros que existen, son los átomos de carbono que forman una malla tridimensional, entrelazada y compacta. En el grafito, mucho más blando, los átomos se ordenan en estructuras hexagonales similares a las de un panal de abejas (Figura 2). Esas celdas están fuertemente enlazadas por los costados, formando capas bidimensionales; sin embargo, los enlaces entre capas adyacentes son muy débiles, de manera que cada capa se desliza fácilmente respecto a las demás. De ahí proviene la “blandura” del grafito, que deja fácilmente una huella en el papel y nos permite escribir con él. Es tan blando que se usa incluso como lubricante sólido. Cada una de esas capas de carbono, esté o no integrada al grafito, es una capa de grafeno.



**Figura 2.** Estructura cristalina del grafeno.

Geim y Novoselov lograron en 2004 separar las monocapas y estudiar por primera vez sus singulares propiedades. Se obtuvo así un nuevo material, constituido por una sola capa bidimensional de carbono,

con propiedades físicas muy diferentes a las del grafito volumétrico. El espesor de una capa de grafeno es tal que un gramo bastaría para cubrir totalmente un campo de fútbol. El hallazgo del grafeno fue, sin lugar a dudas, algo sorprendente. Hasta ese momento, tanto la teoría como el experimento indicaban que no era posible la existencia de estructuras cristalinas bidimensionales desligadas del cristal volumétrico. Los cálculos indicaban que tal estructura sería inestable y que tendría que colapsar para formar una estructura tridimensional normal.

A partir del descubrimiento comenzó una intensa investigación acerca de las propiedades del grafeno. Su alta transparencia óptica y gran conductividad eléctrica lo hace un buen candidato para la confección de electrodos transparentes, aplicables a dispositivos tales como pantallas de cristal líquido, celdas fotoeléctricas orgánicas y diodos orgánicos emisores de luz. Su flexibilidad y alta resistencia mecánica también resultan ventajosas en comparación con las de otros materiales que se emplean en la microelectrónica.

Otra posible aplicación podría ser la confección de ultracondensadores, con una capacidad de almacenar carga eléctrica y energía mayores que las de los existentes hasta el momento. En diciembre de 2008 la IBM hizo público que habían logrado fabricar transistores de grafeno operando a frecuencias del orden de un gigahertz. Anteriormente, en ese mismo año, se había reportado la construcción de un transistor ultrapequeño (1 átomo de espesor, 10 átomos de ancho). Los transistores son la base de los circuitos integrados y de toda la electrónica moderna. Los procedimientos para obtenerlo también se han multiplicado. Si el método inicial fue utilizar cinta adhesiva para exfoliar los cristales de grafito repetidas veces con una posterior disolución en acetona y sedimentación, actualmente existen otros muy diversos. Uno de ellos consiste en aplicar sacarosa a un sustrato de cobre o níquel y calentar a 800 °C a baja presión en atmósfera inerte o reductora. El proceso tarda solamente 10 minutos, se puede adecuar a escala industrial y permite controlar la pureza del grafeno obtenido.

En enero de 2010 la revista *Science* reportó la síntesis del grafano, también en la Universidad de Manchester. El grafano posee una estructura monocapa

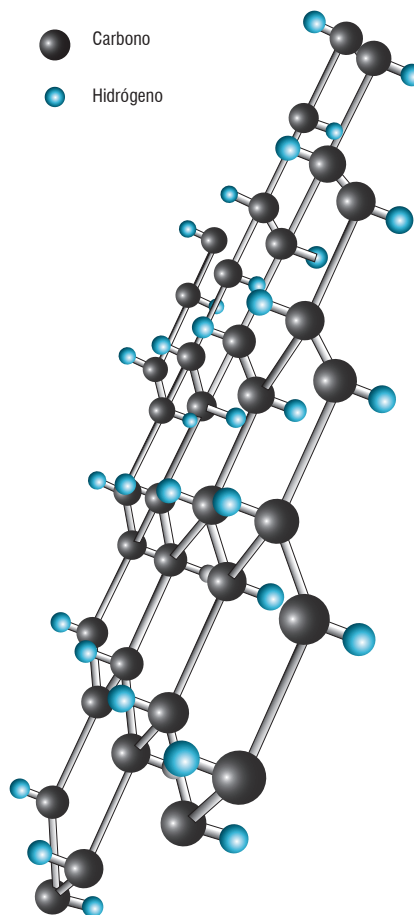
similar a la del grafeno, con la diferencia de que los átomos de carbono, además de estar enlazados entre sí, lo están también a átomos de hidrógeno ubicados a ambos lados de la capa (Figura 3). A diferencia del grafeno, el grafano no conduce la corriente eléctrica. Los enlaces con el hidrógeno “amarran” los electrones responsables de la buena conductividad eléctrica del grafeno, convirtiéndolo en un aislante. No obstante, el grafano mantiene las buenas propiedades mecánicas de su antecesor; super resistencia mecánica, alta densidad y flexibilidad. Al calentar a una temperatura suficientemente alta el hidrógeno se elimina y el grafano se convierte de nuevo en grafeno.

En principio, controlando la ubicación de los átomos de hidrógeno en la malla del grafeno sería posible construir materiales aislantes con regiones intermedias conductoras –principio de operación de infinidad– de dispositivos microelectrónicos.

Pero quizás lo más importante sea que la obtención del grafano abre las puertas a muchas otras modificaciones. Con el grafeno conductor en un extremo y el aislante grafano en el otro, no es difícil vislumbrar una gran familia de nuevos materiales que aparecerán al sustituir el hidrógeno por átomos de otro tipo. Por ejemplo, en principio parece posible sustituir el hidrógeno, o parte de él, con flúor, cuyas posibilidades de enlace con el carbono son similares a las del hidrógeno. Así se obtendría un nuevo material con propiedades diferentes al grafeno y al grafano.

¿Será posible lograr que un solo material basado en el carbono pueda ser modificado para cubrir el espectro completo necesario en todas o casi todas las aplicaciones electrónicas? Dada la gran cantidad de investigadores trabajando actualmente en este sentido, es muy posible que tales materiales aparezcan mucho antes de lo que se pudiera imaginar.

La gran importancia del descubrimiento de Geim y Novoselov es que abrió las puertas a todo un universo de nuevos dispositivos, con propiedades ópticas y eléctricas insospechadas. Así, por ejemplo, a principios de 2008, en la Universidad de Rutgers, lograron construir láminas transparentes de grafeno con un área de decenas de centímetros cuadrados, un espesor de 5 nanómetros y una alta transparencia del orden del 99%.



**Figura 3.** Estructura cristalina del grafano.

En septiembre de 2010 el boletín de la Materials Research Society reportó que el grafeno sometido a determinados procesos presenta propiedades de absorción muy intensas en el infrarrojo, no observadas en otros materiales. Esa característica también podría ser aprovechada en el futuro para crear nuevos dispositivos optoelectrónicos.

Prácticamente cada día que pasa aparecen nuevas posibilidades de dispositivos basados en la física de los semiconductores, todas ellas emparentadas a la química del carbono.

**Arnaldo González Arias**  
Departamento de Física Aplicada  
Universidad de La Habana  
arnaldo@fisica.uh.cu

**Antonio Horta**  
Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental  
Universidad de Guanajuato  
anthort@hotmail.com



© **Enrique Soto**, de la serie *Qué chula es Puebla*.

# RELACIONES **DAÑINAS**, **neutras** o **positivas**:

el caso de los microorganismos,  
los insectos y las plantas

Adán **Martínez Medina**  
Ricardo **Ramírez Romero**

Millones de diminutas criaturas nos rodean en todo momento. No nos percatamos, pero desde su pequeñez muchas de ellas nos perciben habitables, cual mansión. Al entablar contacto con ellas es que nos damos cuenta de su existencia, ya que nos provocan malestares, nos enferman. Desde tuberculosis hasta amibiasis, la relación con muchos microorganismos posee generalmente tintes de hospital. Y es que no vivimos en un medio libre de microorganismos. ¿Has considerado la posibilidad de que muchos microbios se encuentren en una asociación no dañina con infinidad de seres vivos?, ¿que algunos protozoarios habiten los cuerpos de insectos proporcionándoles facilidades para adquirir su alimento sin causar una enfermedad? O bien, ¿que una ancestral bacteria dentro de cada una de las células de tu cuerpo genere la energía que usas al correr, hablar y pensar? Estas extrañas relaciones entre organismos tan diferentes en forma y tamaño, que podrían parecer ficticias, son bastante comunes a nuestro alrededor.

Los microorganismos como las algas, los hongos, protozoos y bacterias, tan pequeños en tamaño, son, sin embargo, seres voluminosos en número, y forman asociaciones con todo tipo de vegetales y animales, de cualquier tamaño, color y nivel taxonómico: pueden dañarlos mortalmente o entablar una amistosa relación. De manera general, estas interacciones que se dan entre organismos, sean positivas, neutras o negativas, se conocen como simbiosis.

**RELACIONES DAÑINAS, NEUTRAS  
O POSITIVAS: SIMBIOSIS**

Cuando dos especies en un ecosistema tienen actividades o requerimientos coincidentes, en la mayoría de los casos, interactúan. En dicha interacción es posible que una o ambas especies se beneficien, dañen o no se afecten. Pensemos en un factor básico para la vida, como la obtención de nutrientes. Los seres vivos los necesitan para crecer, multiplicarse o reproducirse, y usan múltiples estrategias para obtenerlos. Por ejemplo, pueden formar alianzas y llegar a asociarse de manera tan estrecha y permanente que forman un solo sistema biológico, tan integrado, que sus componentes originales ya no puedan existir separados. Veamos más detalles. El botánico alemán Albert Frank, en 1877, propuso el término *symbiotismus* para describir aquellos casos en que dos especies diferentes viven una con la otra de manera más o menos dependiente, término que sería la base para la palabra *symbiose* o simbiosis, acuñada por su compatriota Anton DeBary dos años después, y que se define literal y brevemente, como “la vida en conjunción de dos organismos disimilares, en íntima asociación, y por lo general con efectos benéficos para al menos uno de ellos”. Actualmente, aunque el término simbiosis sigue siendo puesto a debate, se define de manera similar a la expuesta por DeBary: “una relación estrecha y persistente entre organismos de distintas especies, cuyo vínculo es significativo para el bienestar de al menos uno de los asociados”, denominados simbiosites. Dependiendo del tipo de relación entre los organismos o simbiosites, la simbiosis puede tomar diferentes nombres.

El parasitismo es aquella interacción en que uno solo de los simbiosites se beneficia a expensas del otro, siendo las bacterias y hongos patógenos un buen ejemplo de esto. En el comensalismo, un simbiosite se beneficia mientras el otro permanece inalterado, es decir no vive a expensas del otro, justo como harían un par de comensales al compartir un vasto banquete. Por último, el mutualismo se refiere a la simbiosis en la que ambos individuos resultan beneficiados (Tabla 1).

| SIMBIOSITES/SIMBIOSIS | ESPECIE A | ESPECIE B |
|-----------------------|-----------|-----------|
| Parasitismo           | +         | -         |
| Comensalismo          | +         | 0         |
| Mutualismo            | +         | +         |

**Tabla 1.** Tipos de interacciones entre dos especies, según el gradiente de beneficio para simbiosites. “+” indica un beneficio, “-” un daño y “0” ni daño, ni beneficio.

Tanto Frank como DeBary, en su definición, intentaban explicar sus observaciones sobre los líquenes, organismos que surgen de la simbiosis entre un hongo y un alga. Por un lado, las algas producen su propio alimento (carbohidratos) al igual que las plantas, por fotosíntesis, y habitan en lugares con mucha humedad; sin embargo, su presencia es escasa lejos de una fuente de agua continua. Los hongos por su parte, habitan muchos lugares distintos en los que generalmente se nutren a partir de materia en descomposición de la cual obtienen compuestos nitrogenados, pero pocos carbohidratos. Pues bien, al conjuntar sus características particulares ocurre que el hongo obtiene del alga los carbohidratos que le ayudan a crecer, y el alga consigue un refugio ante la desecación, por lo que la simbiosis con el hongo le permite estar en ecosistemas donde por sí sola no podría desarrollarse. De esta forma, dos organismos se conjuntan y forman un organismo totalmente diferente, que no es ni un hongo ni un alga, sino un líquen, una simbiosis con un grado de integración muy alto, que podría denominarse como simbiogénesis.

El botánico Konstantine Merezhkovskii definió el concepto de simbiogénesis como el origen de organismos por la combinación o asociación entre varios seres vivos que entran en simbiosis; es decir, individuos



de distinta especie que forman un solo sistema biológico tan integrado que sus componentes originales no pueden existir separados, como ocurre con muchos líquenes. Por tanto, la simbiogénesis podría ser entendida como el resultado de un proceso evolutivo, y la simbiosis como un elemento esencial de este proceso.

Así, lo que empezó como una relación de conveniencia entre un hongo y un alga, desemboca en el origen de una nueva morfología, un metabolismo novedoso y un nuevo organismo. Y es que los líquenes, dado que sintetizan en gran medida su propio alimento, pueden colonizar tempranamente muchos ecosistemas que son pobres en nutrientes, siendo los formadores del sustrato sobre el cual organismos vegetales pueden crecer.

#### RELACIONES POSITIVAS: EL DOCTOR JEKYLL

Los animales no están exentos de convivir con microorganismos. Incluso son notorias las enfermedades que muchos hongos y bacterias ocasionan. Sin embargo, estas asociaciones presentan diferentes grados de integración, tal como ocurre con las algas y hongos, las asociaciones simbióticas y la simbiogénesis. En el caso de los insectos, algunos microbios están aún más interrelacionados, habitando el interior de las células de su anfitrión, lo cual se denomina endosimbiosis.

Esta relación consiste en una simbiosis común y corriente, con la única particularidad de que uno de los simbioses habita en los tejidos o células del otro. Se calcula que cerca del 10% de los insectos posee bacterias dentro de sus células que les permiten optimizar diversas funciones, como la alimentación. Estos animales se alimentan de una gran variedad de sustancias. Muchos insectos son fitófagos (*i.e.*, se alimentan de plantas) y cuentan con simbioses dentro de las células en sus tractos digestivos. Por ejemplo, las termitas de la especie *Reticulitermes speratus* poseen, en sus células intestinales, protozoarios que procesan la celulosa de la madera con que se alimentan las termitas. De otra manera, la madera se convertiría en un refrigerio difícil o imposible de digerir para las termitas. Por su parte, los protozoos obtienen comida directo a su mesa, al mismo tiempo que brindan distintos compuestos nutritivos a las termitas. Una relación muy conveniente. Sin embargo, no es necesario exponerse al termitero y a un montón de enojadas termitas soldado para observar esta simbiosis más de cerca. Existen insectos potencialmente menos riesgosos, los cuales se alimentan de la savia de las plantas y proveen un ejemplo más de estas relaciones. Analicemos el caso de los pulgones.

Estos pequeños invertebrados de seis patas extraen la savia de las plantas mediante un aparato bucal similar a una aguja para jeringa, que les permite ingerir su alimento directamente de los tejidos conductores de la planta. Esta dieta es rica en azúcares, pero pobre en proteínas y compuestos nitrogenados necesarios para la reproducción y crecimiento del insecto.

El pulgón del chícharo, *Acyrtosiphon pisum*, tiene como único alimento la savia de leguminosas (i.e., chícharos y frijoles), y las proteínas y compuestos nitrogenados que no encuentra en su dieta no los puede sintetizar. Afortunadamente para el insecto, sus bacterias endosimbióticas (de nombre y apellido, *Buchnera aphidicola*) sí lo hacen, y solamente requieren de un albergue intracelular. Se estima que el pulgón y estas bacterias han evolucionado conjuntamente desde hace unos 150 millones de años.

En esta larga simbiosis interna o endosimbiosis mutualista, las bacterias ya no pueden vivir de manera natural fuera del insecto y los pulgones pueden llegar a morir o tener problemas en su tasa de reproducción si se eliminan sus bacterias simbioses. Las plantas de chícharo, cuyas semillas comemos en nuestras ensaladas, pueden ser fuertemente asediadas por los pulgones y producirles enfermedades. Gracias a los endosimbioses, los pulgones solo tienen que preocuparse por consumir suficiente savia para crecer y multiplicarse. Sin sus endosimbioses, quizá estos pulgones no llegarían a ser un problema importante para nuestros cultivos de chícharos, frijoles y demás leguminosas. Si el propósito de los seres vivos es perseverar y perpetuarse, este lazo tan favorecedor entre bacterias y pulgones coadyuva en este cometido para ambos organismos. Más no todos los organismos que habitan el cuerpo de los insectos son tan cordiales.

#### RELACIONES DAÑINAS: EL TERRIBLE SEÑOR HYDE

Quien haya visto la película *Alien*: el octavo pasajero estará familiarizado con esos terribles extraterrestres que crecen dentro de las personas y que al emerger abruptamente aniquilan a su hospedero. Esta forma de desarrollo es muy parecida a la de los parasitoides,

insectos que se desarrollan dentro de otro artrópodo. Un ejemplo de estos raros insectos son las avispas parasitoides que en sus etapas tempranas de desarrollo requieren de un organismo u hospedero del cual alimentarse. Por lo anterior, las avispas progenitoras colocan sus huevecillos dentro de un hospedero, por ejemplo nuestro pulgón del chícharo, o bien una larva de mariposa.

El pulgón o la larva sirven como incubadoras y bocadillos del retoño de la avispa hasta que este está listo para salir del hospedero como nueva avispa y repetir el ciclo. Este estilo de vida con tintes dramáticos constituye un tipo especial de parasitismo donde al tiempo que comen, parasitan y matan: el parasitoidismo. Como para muchos otros organismos, adquirir un alimento completo es un problema al que los parasitoides se enfrentan constantemente. Por su parte, los hospederos atacados cuentan con un sistema inmune que puede bloquear el crecimiento de las larvas, aniquilando al incómodo endosimbionte.

Pero esto no siempre ocurre, ya que algunas avispas parasitoides de las familias Braconidae e Ichneumonidae poseen armas eficientes en contra de estas defensas. Por ejemplo, la existencia de ciertos virus (polydnavirus), los cuales se replican dentro del cuerpo



© Miguel Sánchez, de la serie *Qué chula es Puebla*.

de la avispa parasitoide y al momento en que la avispa inyecta u oviposita sus huevecillos en el hospedero, los virus también son introducidos. Los virus, aunque no son considerados organismos vivos por varios autores, sino meros agentes infecciosos, quedan así integrados en un mosaico simbiótico. En el caso de su introducción al hospedero por la avispa, ocurre que diezman el sistema inmune del hospedero, facilitando las cosas para la larva parasitoide en desarrollo. Estas avispas juegan un rol muy importante en la naturaleza, ya que actúan como controladores de la población de los insectos de los que se alimentan. Por ello, son usados como agentes de control de plagas en muchos cultivos comerciales. Insecticidas vivos que, en conjunto con sus compañeros virales, forman una excelente sociedad con un fin letal, al menos para nuestro pulgón del chicharo o la larva de mariposa parasitada.

#### VIVIENDO CON MICROBIOS

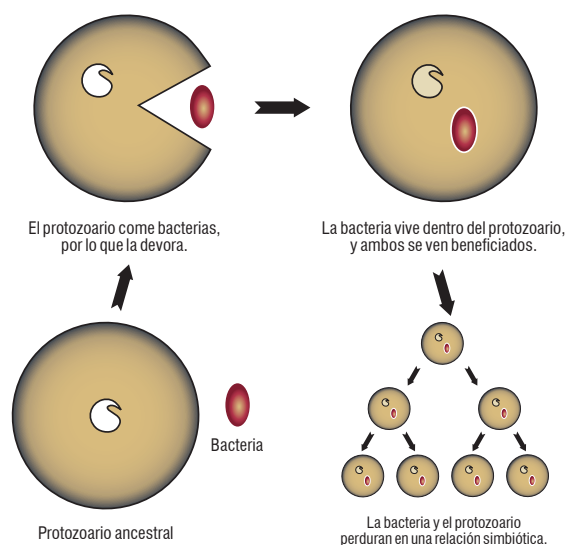
Pero, ¿son los líquenes, las bacterias en los pulgones o los virus de las avispas parasitoides los ejemplos de organismos con el mayor grado de integración? Creemos que no, y es que al parecer existen simbiogénesis ancestrales tan estrechamente conformadas que solo



se observan rastros de las características de ambos organismos, y de no ser por esos vestigios quizás pasarían desapercibidas. Toda cadena trófica comienza con un organismo capaz de producir su propia energía, como las algas o plantas. Estas últimas mantienen simbiosis mutualistas con microorganismos que habitan cerca de sus raíces. Mas en lo recóndito de las células vegetales, la actividad fotosintética de estas plantas podría ser el resultado de una asociación íntima endosimbiótica. Se ha propuesto que las bacterias, y específicamente las cianobacterias, fueron los primeros organismos en realizar la fotosíntesis oxigénica, en la cual se produce energía química a partir de la luz liberando el oxígeno que respiramos.

La bióloga evolutiva Lynn Margulis, en su trabajo *Symbiosis in cell evolution*, argumenta que es probable que surgieran asociaciones entre dos organismos procariotas, bacterias y ciertos protozoos (microorganismos unicelulares similares a una ameba) ancestros de las células vegetales, hace ya algunos miles de millones de años. El planteamiento puede ser resumido de manera sencilla: ya que los protozoos se alimentan de bacterias, una cianobacteria no digerida podría haber encontrado refugio dentro del confortable protozoo, incorporándose en su cuerpo unicelular donde seguiría realizando su actividad fotosintética otorgando los compuestos sintetizados al protozoo, y originando el cloroplasto (Figura 1), de manera similar a la relación descrita previamente entre el alga y el hongo (*i.e.*, líquen), o las bacterias endosimbióticas de los pulgones. Margulis además postula que otros componentes celulares vegetales y animales, como las mitocondrias, son de igual manera resultado de la incorporación de microorganismos en las células, en la cual organismos procariotas muy diferentes se conjuntan para formar otro organismo un tanto diferente, un organismo eucariota. Las mitocondrias tienen la función de proveer la mayor parte de la energía que las células y los organismos necesitan para vivir. Sea para correr, hablar o simplemente para permanecer sentados, las células de nuestro cuerpo utilizan energía proveniente de estos organelos. Tanto los cloroplastos como las mitocondrias poseen una estructura similar a la bacteriana,

e información genética que se replica independientemente al ADN de las células donde se encuentran estos organelos. Estas asociaciones con origen simbiótico (endosimbiótico, para ser precisos) producirían hoy en día el oxígeno atmosférico, el metabolismo energético celular por las mitocondrias y explicarían, por tanto, el origen de la célula eucariota. Gracias a los cloroplastos, el oxígeno que muchos seres vivos respiramos está disponible en la atmósfera. Las plantas pueden así fijar el carbono del aire convirtiéndolo en troncos gigantes, hojas comestibles y frutos jugosos. Esos árboles que brindan sombra durante el caluroso verano podrían ser producto de la refinada simbiosis ocurrida hace millones de años entre dos células ajenas. Bajo esta perspectiva, podemos considerar que aunque no tengamos mucho en común con un ser unicelular, los organismos actuales podríamos ser un consorcio simbiótico, donde una serie de pactos biológicos o asociaciones intracelulares se mantienen.



**Figura 1.** Esquema del proceso de endosimbiosis y el origen de nuevas formas de vida (simbiogénesis). Puede resumirse como la inclusión de una célula fotosintética autótrofa (en negro) dentro de un organismo procariota heterótrofo (en gris). Mientras que el núcleo (en blanco) posee la información genética para llevar a cabo el procesamiento de los nutrientes del procariota, la célula fotosintética proveería de nutrientes que el procariota no podría conseguir de otra manera. La célula fotosintética obtiene así un medio estable y protección.

#### AHÍ ESTÁ EL DETALLE: MICRO ASOCIAR Y PERDURAR

La historia de la evolución y la biodiversidad es en gran medida la historia de las interacciones entre especies.

Aunque al aludir la frase “la supervivencia del más apto”, vienen a la mente imágenes de encarnizada competencia por los recursos, la vida como la conocemos pudo no haberse formado tras innumerables combates. Los armoniosos ejemplos de interacciones simbióticas acarrearán nuevos enfoques en los que las simbiosis, de un tipo u otro, pueden moldear la adaptación al ambiente y las novedades evolutivas necesarias para producir progenie vigorosa y abundante que pueda entrar, ahora sí, a la arena de la selección natural y dar una idea diferente del “más apto”.

Quizás la mejor simbiosis, o endosimbiosis, o la mejor simbiogénesis fruto de esta asociación sea un primer paso para enfrentar la selección natural y perdurar en el proceso evolutivo. Desde los líquenes que colonizan nuevos lugares o los pulgones que comen la savia de los vegetales que consumimos, y sus bacterias endosimbiontes las cuales les permiten proliferar, hasta la célula eucariota, la simbiogénesis aparece como un mecanismo muy importante en el cambio evolutivo, aportando novedad y diversidad que genera nuevos organismos.

La evolución es generalmente enseñada como una serie de mutaciones y recombinaciones genéticas que en combinación con la selección natural conllevan a la prevalencia o extinción de los organismos. Sin embargo, los parásitos, comensales o mutualistas microscópicos desempeñan un rol importante en el proceso evolutivo y en el cambio paulatino de los ecosistemas. Y es que vista desde esta perspectiva, la Tierra es probablemente una gran red de simbiosis.

#### B I B L I O G R A F Í A

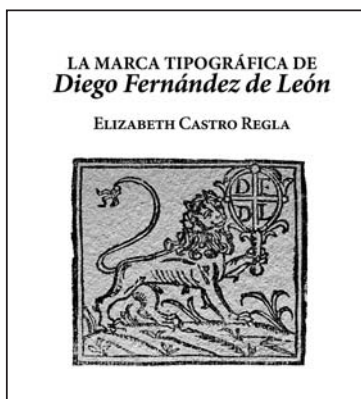
De Duve C. *La vida en evolución: moléculas, mente y significado*. Editorial Crítica, España (2004).

Margulis L. *Una revolución de la evolución: escritos seleccionados*. Universitat de Valencia, España (2003).

Sapp J. *Evolution by association: a history of symbiosis*. Oxford University Press, Nueva York (1994).

**Adán Martínez Medina**  
**Ricardo Ramírez Romero**  
**Departamento de Producción Agrícola**  
**Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara**  
**mma49322@alumnos.cucba.udg.mx**  
**rramirez@cucba.udg.mx**

# Libros



LA MARCA TIPOGRÁFICA DE DIEGO FERNÁNDEZ DE LEÓN

ELIZABETH CASTRO REGLA

BUAP-ICSyH "Alfonso Vélaz Pliego"

México, 2010

Diego Fernández de León fue uno de los escasos impresores y mercaderes de libros en la Nueva España –y, al parecer, el único en Puebla– que utilizó una marca tipográfica para destacar su producción editorial. Una marca tipográfica es el equivalente al logotipo comercial actual con que se identifica a una imprenta o impresor. Era un grabado –tallado en madera o metal– que se colocaba en la portada de los libros.

En aquel entonces, era un elemento visual importante, pues implicaba prestigio dentro del oficio de impresión y como elemento gráfico podía llegar a ser muy complejo simbólicamente. Del material impreso por Diego Fernández de León en un lapso cercano a tres décadas (1683-1710), hasta ahora solo en dos textos se ha encontrado estampada su marca tipográfica, hecho que la convierte en un elemento gráfico sumamente excepcional.

Esta obra se divide en cinco capítulos. En el primero de ellos la autora nos ofrece los datos biográficos generales del impresor. Se sabe que viene de Valladolid, España. Se casa con una poblana de alcurnia, se dedica a imprimir y a comerciar libros, pero es también un empresario activo, pues instala imprentas en Puebla, la ciudad de México y, por vez primera, en Oaxaca.

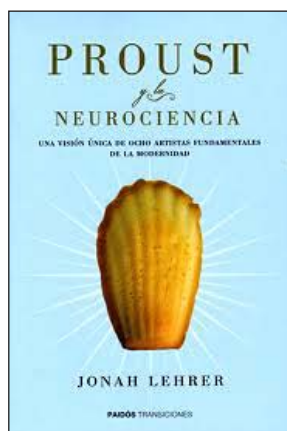
En el segundo apartado, Elizabeth Castro Regla analiza el *Arte de la lengua mexicana...* de Antonio Vázquez Gastelu. Este es el título de la obra (y su autor) en la cual –por única ocasión, en las ediciones de 1689 y 1693– aparece incluida la marca tipográfica de Diego Fernández de León.

Es una gramática para aprender náhuatl redactada para los sacerdotes poblanos de la época, para que pudieran evangelizar con mayor eficacia a los indígenas. La imprimió y patrocinó el propio Diego Fernández de León.

La marca tipográfica de Diego Fernández de León es examinada específicamente en el tercer capítulo. En este, la autora escudriña otras marcas con leones, y aborda asuntos de iconología y representaciones simbólicas a partir de los elementos incluidos en la marca de Diego Fernández de León. Gabriel de León y “De forti dulcedo” es el cuarto apartado. Gabriel de León es un editor librero madrileño que fue muy importante en el periodo de Diego Fernández de León. Son homónimos por apellido, comerciaron entre sí y es muy probable que Diego Fernández de León quisiera emularlo.

“De forti dulcedo” es el lema de la marca de Gabriel de León, que quiere decir “Del fuerte manó dulzura”. Para concluir, la autora reflexiona en torno a la literatura simbólica como fuente de inspiración. En este capítulo asocia un ejemplo de emblemática que podría vincularse con la marca de Diego Fernández de León.

La emblemática era una ilustración –acompañada con un texto explicativo de la figura– que tenía un fin moral, y fue un género literario que estuvo muy de moda en la época de Diego Fernández de León. En resumen, este trabajo ofrece una reflexión histórica y visual en torno a la función que ejerció la imprenta en el virreinato y al papel que representó el libro impreso en el contexto novohispano.



## PROUST Y LA NEUROCIENCIA

**JONAH LEHRER**

Ediciones Paidós

Madrid, 2010

Recientemente se ha publicado en español *Proust y la Neurociencia* por la editorial Paidós. Este libro se ubica justamente como el autor lo hace notar en la coda de lo que C.P. Snow denominó la tercera cultura, ya que se basa en la búsqueda de los puentes que unen a la ciencia y el arte como distintas formas de exploración de la realidad. No como formas equivalentes, como gustaría imaginar a los relativistas posmodernos, sino simplemente como formas diferentes de mirar a la realidad y al acontecer psíquico. Una, la ciencia con sus métodos analíticos bien establecidos, otra, el arte, basado en la introspección y la intuición del artista. El autor cabalga con holgura entre la neurociencia y el arte. Con una formación inicial como neurocientífico bajo la dirección del muy conocido neurocientífico Erik R. Kandel (Premio Nobel de Fisiología y Medicina en el año 2000) se muestra como un amplio conocedor de diversos temas que le permiten profundizar en el conocimiento científico sin las muy comunes simplificaciones y errores de interpretación.

Proust tuvo vía la introspección diversas intuiciones acerca del funcionamiento de la memoria en el hombre. La ciencia luego de cien años ha demostrado que eran esencialmente correctas. Esta es la base del argumento del libro y que le da título. La intuición e introspección artística son dos formas de conocimiento que pueden alcanzar una comprensión profunda sobre diversos procesos psíquicos superiores, la memoria, el desarrollo del yo, el lenguaje, el conocimiento del cuerpo, etcétera. Y las ideas sobre estos procesos en un número importante de casos anteceden a las de los científicos, quienes luego de complejos análisis han llegado a conclusiones similares.

Descubrir estas filias cognoscitivas entre arte y ciencia es una importante contribución a nuestro conocimiento del hombre, sus formas de aprender la realidad y, finalmente, lleva también a establecer puentes que favorezcan la comprensión entre los artistas y los científicos, que forman dos grupos sociales influyentes en nuestras vidas y entre quienes existe frecuentemente una honda incomprensión. Ni qué decir entre científicos que estudian

los procesos de la naturaleza y aquellos que se dedican a las llamadas ciencias sociales. Ahí la incomprensión y creo que hasta la mala voluntad de unos con otros es profunda y en nuestra sociedad está fuertemente arraigada. Me pregunto, por ejemplo, qué tan fuerte es este nivel de incomprensión y desinterés mutuo entre psiquiatras y neurocientíficos.

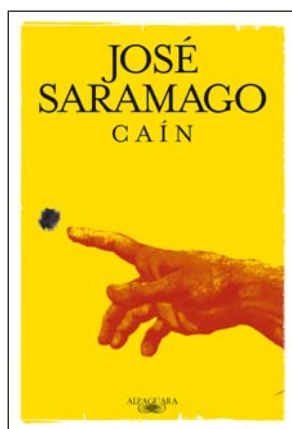
No cabe duda que hay psiquiatras con un gran conocimiento de neurociencia, y neurocientíficos con un saber y comprensión serios de la psiquiatría, pero en general el desconocimiento y la incomprensión de los métodos, los campos y los niveles de explicación entre unos y otros son profundos y llevan a una enorme incomprensión que se manifiesta comúnmente en un desprecio lamentable del saber, cuando no de las personas. Ni hablar de la incomprensión en campos del saber más alejados. Resulta de interés, claro está, imaginar también los casos en que ciencia y arte han desarrollado visiones discordantes y hasta contrapuestas. No serán pocas. Hoy la ciencia, por su desarrollo mismo y por los problemas que encara se enfrenta de tú a tú con algunas de las más hondas creencias de la humanidad.

Es ineludible el choque entre ciencia y creencias religiosas iniciado hace ya cerca de 500 años con el juicio de Galileo y que actualmente resulta en una confrontación constante donde la ciencia ha cuestionado diversos aspectos de la religión en sus cimientos mismos y en todos sus aspectos y explicaciones, todas ellas de orden sobrenatural y, por tanto, acausales y claramente insuficientes para entender el mundo, dejando a los más creyentes con la sola idea de Dios que se relaciona más con el sentido de la existencia que con la necesidad de comprensión que dio origen a las religiones.

La traducción, como es frecuente en la editorial Paidós, revela un enorme descuido de ciertos aspectos que hacen el texto de muy difícil comprensión en algunos pasajes. Particularmente cuando el autor habla de neurociencia y se mete en los asuntos de la redes neuronales: resulta para el traductor un enredo que no hay red neuronal que pueda desenredar.

Quisiera finalmente anotar que se ha atribuido a la ciencia un poder malvado. Se le reconoce su influencia positiva, pero frecuentemente se enfatiza su lado "maligno". Creo que el mundo moderno y los horrores de la guerra son tan producto de la ciencia y de la técnica como del arte y la cultura. La inefable presencia de la música, la literatura, la buena comida o la pintura fue tan fuerte como la de las ametralladoras en los campos de concentración. Baste al respecto recordar el sonido espectacular de "La cabalgata de las Valquirias" de Wagner, mientras los helicópteros diezman aldeas vietnamitas en *Apocalipsis Now*. No digo nada nuevo, ya todo lo ha mostrado el cine que, como dijera García Riera, "es mejor que la vida".

Si algo ha inflamado la conducta guerrera y agresiva del hombre no son las armas ni los instrumentos de la guerra, sino el pensamiento, los escritos que han originado los grandes ismos. Se tiene la tendencia a señalar a la ciencia como responsable de las desgracias de la humanidad; un ejemplo que se usa con gran frecuencia es la bomba atómica, pero lo importante no fue la bomba sino la decisión, primero de construirla y luego de lanzarla. Ambas decisiones fueron de orden militar y no científico.



CAÍN

JOSÉ SARAMAGO

Editorial Alfaguara

México, 2009

En el libro *Caín*, José Saramago se revela como exégeta irreverente del Antiguo Testamento de la *Biblia*, de raigambre judía, y en particular del Génesis, que el cristianismo adoptó, mereciendo por ello la religión cristiana el nombre de religión judeo-cristiana. También es irreverente con algunas reglas gramaticales, como escribir los nombres propios con letra inicial minúscula, caín, por ejemplo. Lo irreverente no quita lo exégeta. Intérprete de un libro sagrado, por más que la iglesia católica ponga el grito en el cielo, esta exégesis —ino faltaba más!—, pues no es la iglesia la única con derechos al respecto. Desde el inicio del libro Saramago deja ver su posición: “*Cuando el señor, también conocido como dios...*”, y la sostiene a lo largo de la obra. Sería interesante saber qué opinan sobre el *Caín* de Saramago quienes profesan el judaísmo. A pesar de las observaciones que a continuación detallaré, este *Caín* me parece una obra divertida y escrita con maestría. El maestro Humberto “Cacho” Constantini dijo una vez a sus talleristas que la primera obligación de un escritor es no aburrir al lector, que es su cómplice. Tanto la *Biblia* como el *Caín* del portugués logran esto desde el primer párrafo. Lamento que le obra de Saramago termine antes del diluvio bíblico.

La exégesis de Saramago no me deja del todo satisfecho por dos razones. De la primera daré cuenta a continuación y expondré la segunda más adelante. La exégesis gira alrededor de la vida de Caín después de asesinar a Abel, como se hace llamar el mismo y hasta que le confiesa su crimen y admite su verdadero nombre ante Lillith, su tórrida amante del país de Nod. La *Biblia* dice escuetamente que Caín marchó a ese país y que allí conoció mujer. Mi primera insatisfacción es que pasa sin detenerse en el hecho de que, además de Adán y Eva y de su progenie, había otros, por lo menos en el país de Nod, y quizá en Sodoma, Gomorra y Jericó, que no fueron creados por la gracia de dios a su imagen y semejanza. La tesis creacionista judeo-cristiana tiene no uno, sino varios huecos imposibles de llenar. Por otra parte, el capítulo 6 del Génesis se inicia con el título *Los hijos de Dios y los hijos de los hombres*. A mí me parece clara la distinción bíblica entre Adán, Eva y sus progenie —el pueblo escogido por Dios— y los otros, es decir, la mayoría de la humanidad.

Me gustaría saber qué opinan quienes profesan la religión mosaica. Por el grado de avance y refinamiento de las ciudades mencionadas en comparación con un pueblo chivero aún nómada, es de suponer que sus habitantes existían antes de los primitivos hebreos. Si mi propia exégesis es acertada, con la *Biblia* se establece ya la distinción entre judíos y gentiles, aunque deja la puerta abierta para que los varones, hijos de Dios, se aparean con las hijas de los hombres, por ejemplo Lillith y la egipcia Agar, concubina de Abraham, pero no al revés. Nada de que los hijos de los hombres se aparean con las hijas de Dios.

El judaísmo se distingue de otras religiones, entre otras cosas, porque no trata de atraer a otros a su seno, y si alguna se cuela en su comunidad, se hacen de la vista gorda, pero entorpecen hasta donde pueden el matrimonio entre un gentil y una judía.

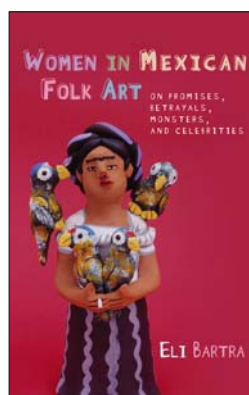
Mi segunda insatisfacción con el *Caín* de Saramago es que termine el libro con la extinción de la humanidad por el diluvio. Los hijos de Noé son asesinados por Caín después de conocer a las esposas de estos y también a la de Noé. Finalmente, Caín es eliminado por aquel señor dios, pero habiendo creado el escritor la interesante posibilidad de que su exégesis culminara con que todos somos, hasta hoy y para siempre, descendientes de Caín.

Es cierto que se le asigna a Seth el haber concebido hijos e hijas con su mujer (la que no sabemos de donde salió ni qué nombre tuvo), que naturalmente contribuyeron a la multiplicación antediluviana de la especie, apareándose entre hermanos, lo que quizá sea menos pecaminoso que el apareamiento entre padres e hijos, lo cual, sin embargo, es admitido en la realidad bíblica, pues las hijas de Lot, después de que su madre fue convertida en estatua de sal —nomás porque volvió la vista hacia atrás— embriagaron a su padre y con él fornicaron, para dar continuidad a su estirpe. Una especie de razón de estado celestial.

Asesinar a un hermano y tener relaciones incestuosas son cosas de poca monta. Comparado con esto, las cosas del padre Maciel, fundador de los millonarios de Cristo, resultan chiquilladas. Me queda la duda de cuál es la corrupción humana por la que el señor Dios decidió acabar con ella mediante el diluvio.

La crónica bíblica me hace pensar que los corruptos fueron los hijos del señor Dios. A este, la sodomía le resultó repulsiva, y por ello acabó con todos los habitantes de Sodoma, a excepción de Lot y sus hijas, aunque no todos los demás eran sodomitas. Corajudo que era el señor Dios de los judíos. Dice la *Biblia* que el señor creó a Adán a su imagen y semejanza, pero parece claro que el ser de Yavéh coincide muy bien con la naturaleza humana.

Julio Muñoz



VEHÍCULOS AEROSPACIALES  
**ALEJANDRO PEDROZA, CELSO GUTIÉRREZ, ELSA CHAVIRA Y  
 FRANCISCO J. MENDIETA (COMPILADORES)**  
 Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Aeroespacial  
 (SOMECYTA)  
 México, 2011

WOMEN IN MEXICAN FOLK ART: OF PROMISES, BETRAYALS,  
 MONSTERS AND CELEBRITIES  
**ELI BARTRA**  
 University of Wales Press  
 Gran Bretaña, 2011

Las actividades en Investigación Aeroespacial no forman el aspecto más activo de la ciencia en México. Comparado con otros países, la actividad de investigación en este campo es muy pobre. Sin embargo, en el año 2006 se aprobó la iniciativa de ley en la Cámara de Diputados para la creación de la Agencia Espacial Mexicana (AEM) y finalmente, en 2010, se aprobó la creación de la aem, que permanece hasta hoy como una entidad difusa y, a juzgar por la información disponible en la Internet, esencialmente inactiva.

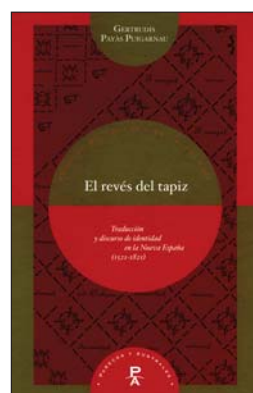
Eso no ha impedido que la comunidad académica interesada en la investigación creara la Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Aeroespacial, la cual tuvo su primera reunión de trabajo en el mes de agosto de 2011 y que se enfocó en la presentación de trabajos relacionados con el diseño y construcción de vehículos, materiales aeronáuticos y espaciales, estabilización y control, telemetría, nuevas fuentes de energía y combustibles, sistemas de despliegue, diseño de dispositivos de calidad espacial.

Resultado de esta reunión es el libro *Vehículos Aeroespaciales*, que reúne el conjunto de trabajos presentados en dicha reunión y que constituye una fuente importante de información en relación con las actividades académicas y capacidades reales que tiene la comunidad científica en México en el campo de la investigación y conocimiento sobre el espacio y el desarrollo de tecnologías y vehículos que permitan navegarlo y estudiarlo.

En *Mujeres en el arte popular mexicano* se involucra la complejidad de esta forma de expresión popular en México y examina a los artesanos que lo producen. La participación femenina en este proceso es muy poco estudiada, y este libro pretende ir más allá de las falsas nociones de universalidad para analizar los roles de género. El trabajo establece una clara distinción entre el arte popular y las artesanías, además de proporcionar las discusiones sobre el neocolonialismo, la ideología, el androcentrismo y las cuestiones de “autenticidad” en Latinoamérica.

Se presta especial atención al sincretismo de las artes populares y “alto” arte, la amalgama de estos dos procesos creativos. Mientras el hibridismo es posiblemente una estrategia de supervivencia entre los artesanos, sus elementos estéticos son, no obstante, actuales y elásticos como los de “alto” arte. Eli Bartra se acerca al arte popular como un proceso de creación, distribución y consumo, y toma en consideración sus aspectos iconográficos al enfocarse en cuestiones de género, clase y etnia.

Este libro presenta ocho ejemplos de arte popular mexicano. Algunos son tradicionales, otros son modernos, pero no tienen una función utilitaria. Incluyen pinturas votivas, bordado, exvotos, muñecos de cartón de Judas y alebrijes, figuras fantásticas de barro de Ocumicho, reproducciones de pinturas de Frida Kahlo en este mismo material, sarapes de Teotitlán del Valle (Oaxaca) y las muñecas neozapatistas. Ofrece además, una sorprendente comparación entre el *siurells* de Mallorca, España y la artesanía mexicana. Eli Bartra es Profesor de Investigación en Estudios de la Mujer en la Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, ciudad de México.



COFACTOR  
DESIGUALDAD, GÉNERO, ENVEJECIMIENTO Y DESARROLLO  
Revista Semestral del Consejo de Investigación  
y Evaluación de Política Social  
Volumen 1, número 2, segundo semestre de 2010

EL REVÉS DEL TAPIZ  
**GERTRUDIS PAYÀS PUIGARNAU**  
Iberoamericana/Vervuert/Universidad Católica de Temuco  
Madrid, 2010

La revista *Cofactor* desea contribuir desde el Estado de México a la discusión nacional sobre los retos sociales del presente y en este número propone cinco artículos de investigación aplicada, estudios de caso y análisis interpretativo sobre distintos aspectos de la cuestión social.

Entre otros artículos, destacan los siguientes:

Noé Arón Fuentes y Melina Fuentes analizan la polarización económica regional en México en el periodo 1980-2004 y las implicaciones sociales, políticas y económicas de su comportamiento, a partir de la medición, en series quinquenales, del Producto Interno Bruto por habitante; en sus conclusiones, encuentran un proceso de dualización en los niveles de desarrollo regional a partir de 1995 en el norte y el sur del país. Por su parte, Mario Camberos Castro y Joaquín Bracamontes Nevárez estudian el empobrecimiento de la clase media en México, especialmente en la Frontera Norte, durante las últimas décadas del siglo XX; enfatizan las políticas que podrían explicar la evolución y resultados de este fenómeno y reflexionan sobre lo que podría esperarse en el contexto de la crisis financiera internacional. Los investigadores Eduviges Javier García Herrera y Raúl Delgado Wise someten a escrutinio formas de desarrollo local que se producen en la Región de Pinos, en el estado de Zacatecas, México, caracterizada por el flujo de migrantes hacia los Estados Unidos de Norteamérica, el envío de remesas familiares y el surgimiento de actividades agrícolas sustentadas en la producción de nopal; el estudio analiza el impacto de dichos procesos en el mejoramiento de las condiciones de vida de la población. La investigadora Gloria Guadarrama Sánchez explora el proceso de institucionalización de la perspectiva de género en las políticas públicas de las entidades federativas en México; argumenta que las formas que adopta este camino, a través del surgimiento de institutos de la mujer, presenta algunas limitaciones. Indaga el papel gubernamental en el abordaje de los problemas de género centrándose en el caso del Consejo Estatal de la Mujer y Bienestar Social, en el Estado de México.

Como práctica de escritura interlingüística y lugar de intersección y negociación, la traducción es uno de los mecanismos de creación de identidades. Partiendo de un *corpus* de más de 700 traducciones, y apoyándose en los estudios del nacionalismo, este trabajo nos descubre las variadas formas en que la traducción sustentó representaciones de la nación mexicana ya desde inicios del periodo novohispano, y pone de manifiesto su papel fundacional en la constitución de la cultura letrada.

Los resultados del incisivo interrogatorio al que se expone el enorme y variado material traductológico que el lector podrá apreciar en esta obra sorprenden tanto por su rigor y riqueza (desde la palabra fronteriza se reconstruye toda la complejidad de una sociedad que se va gestando a partir del contacto del español con el indígena), como por su radical actualidad (aun cuando el límite temporal del estudio llega hasta el siglo XIX). La riqueza de los resultados remite antes que nada –resultaría extraño que fuera de otro modo– a la dominación cultural como apropiación y/o eliminación de un mundo, que en este caso se ejerce a través de formas ejemplares de escritura al uso.

Gertrudis Payàs Puigarnau es especialista en historia de la traducción y la interpretación. Está adscrita a la Universidad Católica de Temuco, en Chile. Forma parte de los grupos de investigación "Alfaqueque", de la Universidad de Salamanca, y "Frontera de Lenguas", de la Universidad Católica de Temuco. Es traductora e intérprete profesional.



© Manuel Molina, proyecto Centros de Poder.

#### JORGE LLACA: CENTROS DE PODER

Intervención al Museo Imagina a partir de *La urdimbre de la imaginación*.

“En el pasado, aquellos que locamente buscaron el poder cabalgando a lomo de un tigre, acabaron dentro de él.”

John F. Kennedy

La capacidad creativa que un museo posee para revisar su propio acervo se evalúa, en buena medida, por el riesgo que implica una movilización de sus piezas o dejar de sus salas. En este sentido, el Museo Imagina ha demostrado una apertura crítica sobre su función social y estética en el momento en que formaliza una invitación para que un artista contemporáneo intervenga su sala principal, la cual posee un valor monumental: la denominada “Arca”, donde se sitúan diversas plataformas con animales disecados que representan la riqueza de la fauna del mundo y que, por el perfil del museo, poseen un valor didáctico.

Jorge Llaca (México, 1965) asumió esta invitación incorporada una de sus piezas escultóricas que si bien ya cuenta con una trayectoria de exhibición —me refiero a *La urdimbre de la imaginación* (2006)—, para este montaje exigió un replanteamiento desde dos ángulos. Por principio, el valor rotundo de una intervención que no funciona como un elemento aislado en el espacio (en este caso, como una escultura), sino como una totalidad que forma y deforma la percepción del Arca. En segundo lugar, un valor simbólico en tanto esta intervención se enfoca sobre los “restos” de lo que en otro momento fue un Museo de Historia Natural: una selección de animales disecados que pervivieron a la lógica de un giro institucional y museográfico y que en esta exhibición adquieren un papel protagonista.

*Centros de poder*, de Jorge Llaca, consiste en un ejercicio de desmontaje museográfico de Arca del Museo Imagina y, a su vez, en un novedoso montaje, francamente perturbador, que pone en tensión, dos fuerzas que a lo largo de la historia de la cultura han pugnado por mostrar su primacía por un lado, el dominio de la razón, de la introspección de un artista que reflexiona sobre su oficio, y por el otro, el dominio de la bestia, el grito feroz del león rampante, la mirada, ora penetrante, ora cautivadora de un alce o de un venado.

Iván Ruiz



