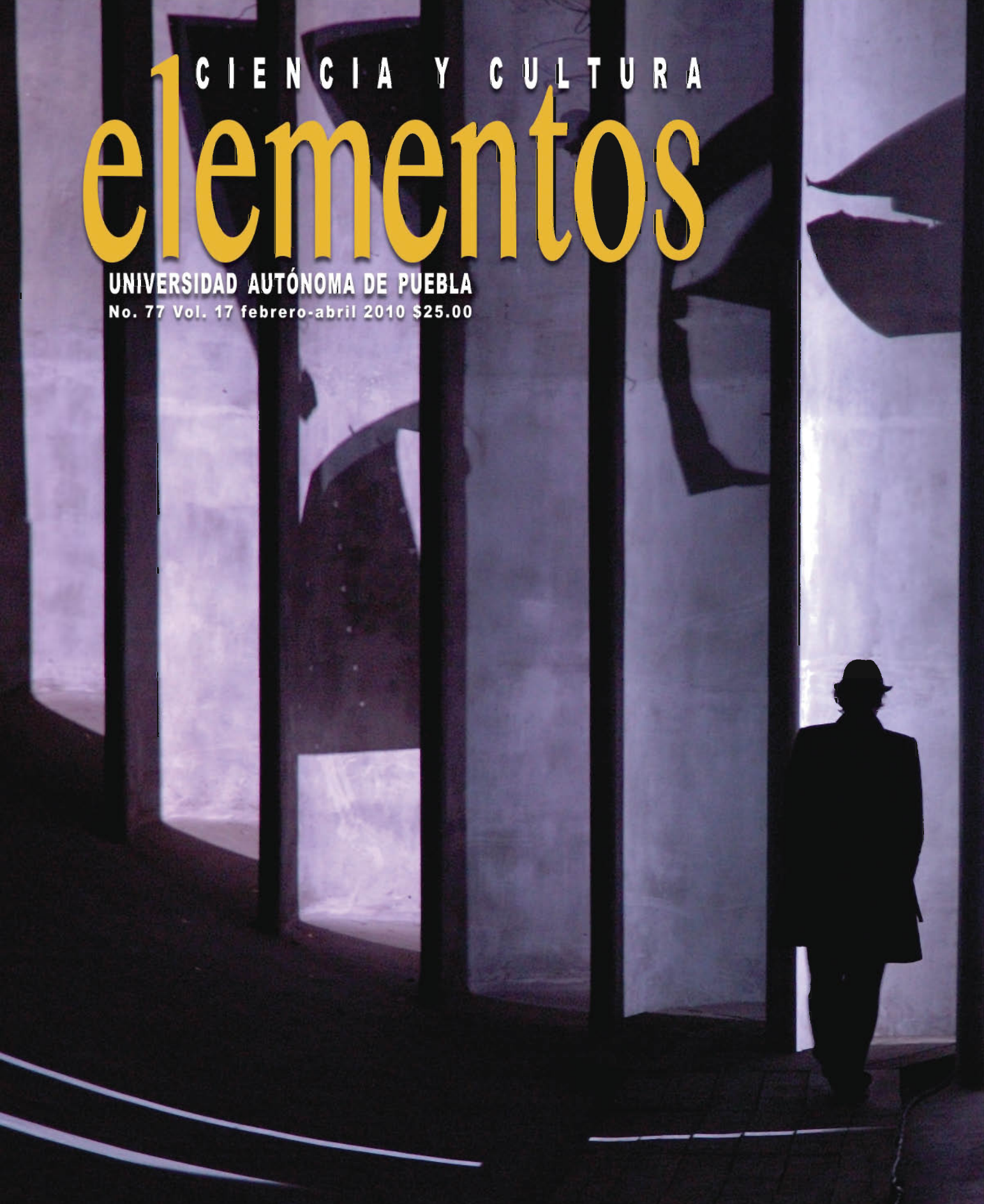


# CIENCIA Y CULTURA

# elementos

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

No. 77 Vol. 17 febrero-abril 2010 \$25.00



CITEM



EXHIBIR HASTA EL 30- ABR-10

**El autocontrol y las adicciones** D.M.C. Flores Olvera **Matemática: ¿invención o descubrimiento?**  
M. Jiménez Pozo **De la infección parasitaria al modelaje computacional** E. Martínez, *et al.* **Las aves**  
**de México y el estado de Puebla** F.J. Jiménez Moreno **Obra fotográfica** Valeria Schwarz



© Valeria Schwarz, de la serie *Inmaterial*, 2004.

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

**ELEMENTOS**

**www.elementos.buap.mx**

revista trimestral de ciencia y cultura  
 número 77, volumen 17, febrero-abril de 2010

**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, Cristóbal Tabares Muñoz †

Gerardo Torres del Castillo

**edición**, José Emilio Salceda, Enrique Soto Eguibar

**foto portada**, Valeria Schwarz,

Making of *The Shift*, videoinstallation by Julian Rosefeldt. (Fragmento).

**diseño de portada**, Liliana Gisela Arellano Aguilar

**obra gráfica**, Valeria Schwarz

**diseño y edición gráfica**, Miguel A. Sánchez Vázquez

**impresión**, Xpress Gráfica S.A. de C.V.

**redacción**, 14 Sur 6301, Ciudad Universitaria

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

**email**: esoto@siu.buap.mx

Revista registrada en Latindex (www.latindex.unam.mx)

catalogada en red alyc (<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



© Valeria Schwarz, de la serie *Inmaterial*, 2004.

# S U M A R I O

**El autocontrol y las adicciones** 3

Dulce María C. **Flores Olivera**

**El desarrollo del niño y los métodos de enseñanza** 9

Yúlia **Solovieva**, Luis **Quintanar Rojas**

**Los microorganismos: pequeños gigantes** 15

Noé Manuel **Montaño Arias**, Ana Lidia **Sandoval Pérez**,

Sara Lucía **Camargo Ricalde**, Juan Manuel **Sánchez Yáñez**

**Matemática: ¿invención o descubrimiento?** 25

Miguel Antonio **Jiménez Pozo**

**De la infección parasitaria al modelaje computacional** 33

Evelyn **Martínez Morales**, Thomas F. **Scior**,

Lourdes **Millán PerezPeña**, Eduardo M. **Salinas Stefanón**

**Estado, economía y caos** 37

Julio **Muñoz**

**Hacia una universidad flexible** 41

Rogelio **Martínez Cárdenas**

**Cruces a la vera del camino** 47

Fabio Germán **Cupul Magaña**

**Valeria Schwarz** 49

**Las aves de México y el estado de Puebla** 51

Francisco Javier **Jiménez Moreno**

**Otro remedo energético: la energía floral** 57

Arnaldo **González Arias**

**Filosofía y ciencias de la vida** 59

Francisco **Pellicer**

**Libros** 63

**In Memoriam** 64



© Valeria Schwarz, de la serie *Nobody's places*, Beelitz, 2008.

# EL AUTOCONTROL

Y LAS

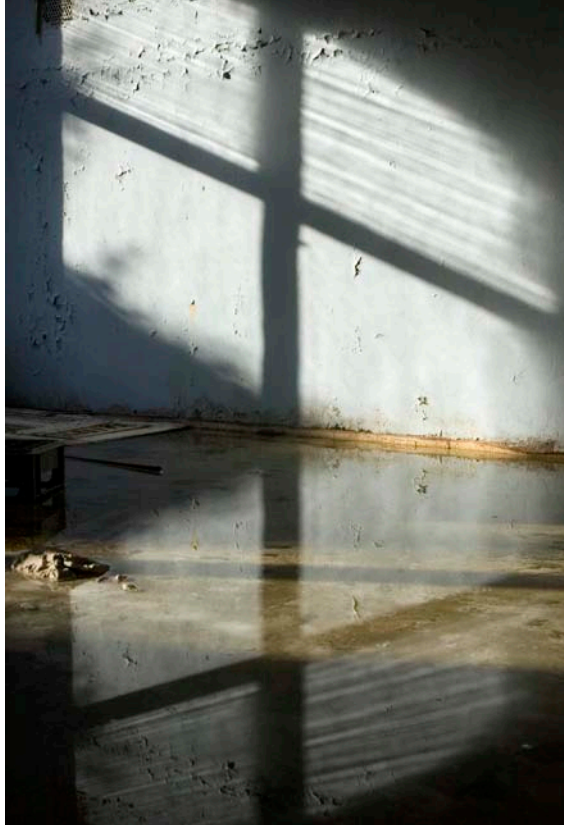
# Adicciones

Dulce María C. **Flores Olvera**

Se considera que millones de personas a nivel mundial tienen un problema debido al consumo de drogas. La Organización Mundial de la Salud considera al síndrome de dependencia<sup>1</sup> como la pérdida del control consciente sobre los propios actos y del control voluntario que se tiene sobre el uso de una droga. Actualmente, se reconoce que el cerebro tiene una alta sensibilidad a sustancias, de tal forma que favorece la adicción o produce un efecto neurotóxico, provocando una falta de protección natural.

Tras repetidas exposiciones a drogas psicoactivas, el cerebro humano desarrolla una neuroadaptación que lleva a la aparición de la tolerancia y la dependencia. Los modelos experimentales en animales indican la relevancia del sistema dopaminérgico en la instauración y mantenimiento de las adicciones. Se considera que las vías neuronales de conexión dopaminérgica con el córtex prefrontal son las principales en afectarse debido a la adicción. Sin embargo, los modelos en animales, en los cuales el lóbulo frontal, como área cerebral diferencialmente humana no existe, no resultan adecuados restándole justamente a esta área prefrontal la importancia que probablemente tiene en el papel mediador en las adicciones en humanos. De ahí la importancia reciente que han adquirido las investigaciones que usan técnicas de imagenología cerebral en humanos.

Paralelamente a la adaptación bioquímica y neuronal, desde un punto de vista neuropsicológico, el hombre adquiere una adaptación funcional o psicológica.



El objetivo de este trabajo es analizar algunos de los términos que son básicos para entender las adicciones desde la neuropsicología, por lo que se hará énfasis en conceptos tales como voluntad, voluntariedad, autocontrol, regulación, y funciones ejecutivas, así como sus posibles alteraciones en personas que presentan el síndrome de dependencia.

#### **VOLUNTAD Y VOLUNTARIEDAD**

La actividad voluntaria constituye un elemento básico del desarrollo de la personalidad. No obstante, el término de actividad voluntaria (voluntariedad) y actividad volitiva (voluntad) suelen confundirse o no se realiza una clara diferenciación de dichos términos. Aun cuando ambas se desarrollan en la infancia temprana, existen características diferenciales y particulares para cada una de ellas. De acuerdo con E.O. Smirnova,<sup>2</sup> el desarrollo de la voluntad se debe considerar en relación con la formación de la esfera de los motivos, mientras que el desarrollo de la voluntariedad, en el contexto del desarrollo de los medios de dominio de sí mismo.

El desarrollo de la voluntad, en la edad temprana, se puede considerar como la formación de las aspiraciones propias, deseos o "voluntades" del niño, su determinación

y estabilidad. Desde este punto de vista, las etapas del desarrollo de la voluntad se pueden determinar de acuerdo al contenido de los motivos que impulsan la actividad del niño, a su estabilidad y jerarquía.

El desarrollo de la voluntariedad o de la capacidad para dominar su propia conducta, se puede considerar como la regulación de la actividad propia. La premisa necesaria es la concientización de las consecuencias de las acciones del sujeto. Las etapas del desarrollo de la voluntariedad se pueden determinar de acuerdo al nivel de la concientización del comportamiento y por los medios de su organización.

Ante esta consideración, la voluntad y la voluntariedad, poseen un contenido diferente y no coinciden en sus manifestaciones. Es por ello que en el adulto, al igual que en el niño, la voluntad y la voluntariedad pueden no coincidir. El hombre volitivo, quien posee una jerarquía estable de motivos y de las cualidades respectivas (persistencia, carácter decisivo, dirigido hacia los objetivos), no necesariamente es capaz de organizar su comportamiento voluntariamente, es decir, no se domina a sí mismo, no regula sus reacciones, no se controla a sí mismo. Por lo contrario, podemos señalar que un hombre con una voluntariedad adecuadamente desarrollada es quien domina adecuadamente su comportamiento, lo organiza, es capaz de dirigir conscientemente su comportamiento y sus procesos internos (entre ellos la motivación), aunque no necesariamente muestre el sistema estable de sus propios motivos y valores y, consecuentemente, puede tener una voluntad "débil".

Además, podemos considerar que la función general de ambas en la vida psíquica del individuo es la superación de los estereotipos conformados y la inhibición de la actividad espontánea.

La voluntad y la voluntariedad se desarrollan en una unidad inseparable: cada etapa del desarrollo de la voluntariedad presupone la formación de motivos nuevos, los cuales no solo someten a los motivos viejos, sino también impulsan a dominar la conducta propia. Por eso, el estudio del desarrollo de la voluntariedad, como del dominio del comportamiento propio con ayuda de los medios proporcionados por la cultura, es imposible sin el análisis del desarrollo de la voluntad, así como de la formación de la motivación nueva y la superación de la motivación anterior. De esta forma surgirá la cualidad de superar los estereotipos

conformados y la inhibición de la actividad espontánea, por lo que se requiere el trabajo intenso de la conciencia.

Finalmente, podemos señalar que la acción volitiva se dirige hacia afuera, hacia el objeto del mundo externo (sensorial o ideal), hacia su logro o transformación y, por eso, presupone la participación de la propia conciencia. Por otra parte, la acción voluntaria se dirige a sí misma, hacia los medios y métodos de la actividad externa e interna y requiere de la conscientización de las acciones propias, es decir, del análisis reflexivo de la conciencia.

## EL AUTOCONTROL Y LA AUTORREGULACIÓN

Uno de los elementos básicos de la clínica de las adicciones es la pérdida del control sobre el uso de la sustancia que genera la dependencia. En tal sentido, uno de los objetivos terapéuticos es el restablecimiento del autocontrol en la vida del paciente, tanto en lo referente al uso de drogas, como a la normalización de su estilo de vida. El objetivo principal es irremediamente la abstinencia de todas las sustancias psicoactivas que puedan alterar la capacidad de decisión del paciente a lo largo de su recuperación, así como la actitud vigilante imprescindible para poder reconocer las situaciones de riesgo que puedan, por mecanismos de aprendizaje asociativo, desencadenar un deseo intenso irrefrenable, urgente por la droga (*craving*) o motivar la reaparición del hábito adictivo. Un problema relacionado es que el paciente adicto presenta dificultades en tomar las decisiones adecuadas<sup>3</sup> para alejarse de los estímulos o contextos que le puedan generar ese *craving*. Particularmente, los miembros del equipo terapéutico deben tomar en cuenta estos problemas en la toma de decisiones, además de los problemas relacionados con la voluntariedad y la volición analizados en el apartado anterior. En este caso, la adecuada toma de decisiones también formaría parte de la capacidad para controlar el ambiente, las situaciones de riesgo, etc., por parte del paciente.

Examinando el término de autocontrol de forma particular, podemos señalar que W.R. Miller y J. Brown<sup>4</sup> consideran a la capacidad de autorregulación como la posibilidad de llevar a cabo conductas controladoras específicas a fin de alterar la probabilidad de conductas posteriores, habitualmente disminuyendo o desplazando una conducta previa de mayor probabilidad, que es una



© Valeria Schwarz, de la serie *Nobody's places*, Beelitz, 2008.

capacidad adquirida para poder formular un plan de acción y para poder adaptar las propias conductas a dicho plan a pesar de unas circunstancias ambientales siempre cambiantes. Esta consideración derivada de la psicología cognitiva, señala una serie de subcomponentes dentro del concepto de autocontrol: búsqueda y selección de información, autoevaluación, motivación para cambiar, búsqueda, planificación, implementación y evaluación del plan de acción.

Por otra parte, para A.R. Luria<sup>5</sup> el autocontrol constituye una capacidad aprendida y su origen se encuentra desde las primeras etapas de la vida del ser humano.

## FUNCIONES EJECUTIVAS, AUTOCONTROL

### Y SÍNDROME DISEJECUTIVO

El concepto de funciones ejecutivas fue esbozado por A.R. Luria, pero fue J. M. Fuster quien lo designó como tal. Aun cuando no existe una definición reconocida y aceptada por todos los especialistas, podemos señalar que se considera al sistema ejecutivo como el encargado de los distintos subsistemas que permiten al pensamiento actuar coordinadamente, activando o desactivando los circuitos cerebrales funcionales necesarios para facilitar dicho proceso. La función ejecutiva es la última instancia cerebral en



el control, regulación y dirección de la conducta humana. Para M.D. Lezack, las funciones ejecutivas consisten en aquellas capacidades que permiten a una persona funcionar con independencia, con un propósito determinado, con conductas autosuficientes y de una manera satisfactoria.<sup>6</sup> Esta misma autora destaca la diferencia que existe entre las funciones ejecutivas y las funciones cognitivas, resaltando que mientras que las funciones ejecutivas permanezcan intactas, una persona puede sufrir pérdidas cognitivas considerables y continuar siendo independiente, constructivamente autosuficiente y productiva. Cuando se alteran las funciones ejecutivas, el sujeto ya no es capaz de cuidarse, de realizar trabajos para sí o para otros, ni de mantener relaciones sociales estables, independientemente de cómo conserve sus capacidades cognitivas. Como principio básico, los déficits cognoscitivos usualmente atañen a funciones específicas o áreas funcionales, mientras que la atención ejecutiva se manifiesta de una manera más general, afectando a todos los aspectos de la conducta.

Entre los problemas conductuales que muestran los sujetos con alteración de las funciones ejecutivas se encuentran: una capacidad deficitaria de autocontrol, autodirección, labilidad emocional o afecto “aplanado”, tendencia a la irritabilidad y excitabilidad, impulsividad, o indiferencia, rigidez y dificultad en cambiar la atención,

así como para la conducta dirigida a una meta. Aspectos que muy a menudo vemos en sujetos adictos y que rápidamente atribuimos como exclusivos de la adicción, pero que sin duda se pueden considerar como más primarios, ya que son los efectos que tienen las drogas de abuso sobre el cerebro y concretamente sobre el lóbulo frontal y, en consecuencia, sobre las funciones ejecutivas.

Autores como Robbins y Everitt<sup>7</sup> proponen la inclusión de un nuevo concepto en el campo de la clínica neuropsicológica de las adicciones: el síndrome disejecutivo. Este síndrome se produce de forma secundaria a un daño de las regiones frontales del cerebro. Tiene como sintomatología clínica una dificultad en el control de impulsos, perseveración en patrones de comportamiento desadaptativos, dificultades para cambiar estos patrones desadaptativos a través de nuevas experiencias de aprendizaje, un humor expansivo, así como una carencia de censura, entre otros síntomas. En cualquier caso, este nuevo síndrome se presenta como un reto en el ya difícil diagnóstico diferencial con toda la serie de rasgos y conductas desadaptativas de los trastornos de la personalidad que son tan prevalentes dentro de los pacientes adictos a sustancias psicoactivas.

#### LOS LÓBULOS FRONTALES Y EL AUTOCONTROL

Estas consideraciones son importantes debido a que los múltiples fracasos en materia de rehabilitación son debidos a la alta resistencia al cambio de los pacientes que son atendidos por un problema de adicción. Se considera que son muchas las variables que han sido utilizadas para explicar estas dificultades terapéuticas, siendo el trastorno dual y las alteraciones psiquiátricas relacionadas, hasta la fecha, las variables de mayor repercusión sobre el pronóstico y evolución del trastorno adictivo. Estas dificultades son lo suficientemente importantes como para hacer que los profesionales se replanteen el umbral de los criterios y de las exigencias terapéuticas que proponen a sus pacientes y se proponen a sí mismos.

Sin embargo, la sintomatología neuropsicológica también puede aportar valiosa información señalando las afectaciones funcionales debidas al consumo de sustancias.

Los estudios neuropsicológicos señalan que el papel del córtex orbitofrontal es relevante en el control e inhibición de los impulsos y de las conductas. El síndrome



© Valeria Schwarz, de la serie *Nobody's places*, Beelitz, 2008.

orbitofrontal se caracteriza por una desinhibición conductual e hiperactividad, acompañadas de inestabilidad afectiva y cognitiva. Es este síndrome el que ha sido más comúnmente asociado al uso crónico de drogas.

En tal sentido, y considerando que el concepto de autocontrol o autorregulación es fundamental, la organización del proceso integral terapéutico y la rehabilitación neuropsicológica se debe dirigir hacia el re-aprendizaje o reorganización del autocontrol en el tratamiento de los pacientes adictos. El sujeto adicto deberá organizar nuevamente su sistema estable y jerárquico de motivos y valores. Igualmente, se debe garantizar que el sujeto recupere nuevamente su esfera voluntaria para poder organizar y dirigir conscientemente su comportamiento y sus procesos internos y externos.

## CONCLUSIONES

La identificación de las alteraciones neuropsicológicas aportará nuevas ideas al tratamiento de las adicciones y podrá, sobre todo, ayudar a los profesionales que atienden a personas con síndrome de dependencia a comprender la resistencia al tratamiento y su tendencia a perseverar en comportamientos desadaptados. Así, el tratamiento deberá incluir una evaluación neuropsicológica general y específica del funcionamiento frontal y

un posterior proceso de rehabilitación neuropsicológica basado en la reorganización del autocontrol y, por lo tanto, del control sobre conductas repetitivas, en este caso riesgosas y nocivas.

## REFERENCIAS

- <sup>1</sup> Organización Mundial de la Salud (OMS) *Neurociencia del consumo y dependencia de sustancias psicoactivas*. Washington, D. C. Estados Unidos: Banco Mundial (2005).
- <sup>2</sup> Smirnova E.O. El desarrollo de la voluntad en la ontogenia temprana. En Burmenskaya G.V. *Crestomatía de psicología infantil*. Moscú, Instituto de Psicología Práctica (1996) 213-228.
- <sup>3</sup> Verdejo-García, A., Becara, A., Recknor, E. C. & Pérez-García, M. Decision-making and the Iowa Gambling Task: Ecological validity in individuals with substance dependence. *Psychologica Belgica*, 45, (2006) 55-78.
- <sup>4</sup> Miller W. R. and Brown J. M. Self regulation as a conceptual basis for the prevention of addictive behaviours. In Heather N., Miller W.R. Greeley J. (Eds.) *Self-control and the Addictive Behaviours*. Australia: Maxwell Macmillan Publishing (1991).
- <sup>5</sup> Luria A.R. *Atención y Memoria*. México: Ed. Roca (1980).
- <sup>6</sup> Lezack M. D. *Neuropsychological Assessment*. 3a Ed. New York Oxford: University Press (1995).
- <sup>7</sup> Robins, T.W. y Everitt, B. J. Interaction of the dopaminergic system with mechanisms of associative learning and cognition: implication for drug abuse. *Psychol Sci*; 10 (1999) 199-202.

**Dulce María C. Flores Olvera**  
**Facultad de Psicología, BUAP**  
**email: dulce.flores@fsilc.buap.mx**



© Valeria Schwarz, de la serie *Deformacity*, 2006.

# El desarrollo del **NIÑO** Y los **MÉTODOS** de enseñanza

Yulia **Solovieva**  
Luis **Quintanar Rojas**

Los métodos de enseñanza constituyen uno de los problemas más inquietantes del sistema educativo, debido a que no se basan en los avances de la pedagogía y de la psicología, sino en lo que está de “moda” o en decisiones políticas.

No obstante que periódicamente se reconoce la necesidad de cambios, estos generalmente se limitan a sustituir una teoría por otra, sin contemplar los programas ni los métodos de enseñanza. Así, dichos cambios nada tienen que ver con el proceso de enseñanza y el desarrollo del niño, ni con la preparación teórico-metodológica de los maestros.

Consideramos que cualquier cambio educativo debe incluir:  
1. Una teoría sólida de la enseñanza y el aprendizaje, 2. La preparación de maestros de acuerdo a esta teoría, 3. La sensibilización de los maestros para que se apropien del modelo.

El objetivo de este artículo es presentar un enfoque novedoso para la enseñanza y el aprendizaje, como una alternativa para organizar la educación.



© Valeria Schwarz, de la serie *Deformacity*, 2006.

## LOS MÉTODOS TRADICIONALES DE ENSEÑANZA

En la educación existen dos tipos básicos de enseñanza:

1. El “tradicional”, donde el maestro, como figura central, expone los temas de acuerdo al programa a través de la memorización. Su base es la psicología conductual, donde el proceso de aprendizaje se describe en términos de estímulo-respuesta y los alumnos participan como receptores. El éxito escolar del niño se valora por su capacidad para memorizar, recordar y reproducir la información. En este modelo la enseñanza debe seguir a la maduración, es decir, que sólo es posible enseñarle al niño cuando esté listo.

2. El “interactivo”, donde el aprendizaje es un proceso activo de interacción del niño con el medio sobre la base de su motivación. Se basa en la psicología de la personalidad y el psicoanálisis. Plantea que cada niño es creativo por naturaleza y que sólo necesita condiciones ade-

cuadas para que sus potenciales se realicen. Para ello se organizan juegos, solución de problemas y actividades libres, de acuerdo a los intereses del niño, y el maestro participa como animador, respetando su individualidad. La comunicación es “democrática” y la figura principal es el niño. Se plantea la enseñanza sin conceptos, ya que no son necesarios ni interesantes y el éxito escolar se valora por la creatividad y la espontaneidad.

En el primer caso, la memorización no conduce a la adquisición de conocimientos teóricos, mientras que en el segundo es posible llegar a formar sujetos “analfabetas”, debido a que ningún niño podrá comprender y elegir con certeza qué es lo que le conviene aprender y qué debe excluirse del programa.

En ambos casos la enseñanza es empírica: el maestro pone ejemplos concretos o definiciones para memorizarlos (tradicional) o para observarlos activamente (interactivo) y después pasa al siguiente fenómeno o concepto y así sucesivamente. Esta forma de enseñanza parte de lo particular a otro particular y, en algunos casos, se llega a

lo general, pero los alumnos no logran formar una visión sistémica acerca de la materia que se estudia.

### UN ENFOQUE NOVEDOSO

Una alternativa es la psicología de L.S. Vigotsky –considerado el Mozart de la psicología–, que plantea que la enseñanza estimula el desarrollo, el cual consiste en la adquisición de la experiencia histórico-cultural de toda la humanidad. En otras palabras, que el desarrollo depende de la enseñanza.

En este enfoque la acción es la unidad de la actividad humana que contiene todas las características esenciales de la psique humana, es decir, es la unidad mínima que incluye a todos los elementos del objeto de estudio (la actividad). En la acción identificamos los elementos estructurales invariantes, como el motivo (objetivo), el objeto de la acción, la base orientadora de la acción, las operaciones y sus medios de ejecución.

Esta comprensión del objeto y de la unidad de análisis condujo a nuevas propuestas en la psicología pedagógica: el método de la formación de las acciones mentales por etapas, el cual permite estudiar el transcurso gradual de la formación de la acción, desde el plano material externo, hasta el plano ideal, interno.

El proceso de enseñanza-aprendizaje es un proceso único, indisoluble, y es imposible sin sus dos participantes: el maestro y el alumno. Las acciones del alumno son la base para la asimilación de los contenidos, las cuales organiza el maestro. Esto significa que el éxito o el fracaso del niño en la escuela primaria dependen del método de enseñanza.

Veamos cómo se organiza este proceso de enseñanza-aprendizaje. El objetivo básico en la escuela es la adquisición de conceptos científicos de las materias básicas. Para lograrlo, es necesario diferenciar entre conceptos empíricos y teóricos.

Los conceptos empíricos, que existen aisladamente sin formar sistemas, el niño los adquiere en juegos, actividades prácticas y artísticas. Las características empíricas de los objetos las descubre a través del contacto con ellos y de la observación de las conductas de otros.

Por su parte, los conceptos teóricos forman sistemas y no se adquieren a través de la simple interacción con los objetos. De ser así, la humanidad no hubiese

necesitado de la ciencia, aunque frecuentemente se piensa que los conceptos teóricos se construyen espontáneamente sobre la base de la experiencia cotidiana del niño. Este punto de vista es muy común y conforma el paradigma de la enseñanza actual.

Veamos algunos ejemplos para mostrar que dicho punto de vista es erróneo. Existe el concepto “igual” como concepto empírico, y el niño pequeño entiende lo que significa “tú y yo tenemos dulces iguales”. Sin embargo, el concepto “igual” en geometría (dos triángulos iguales), no se relaciona ni depende de este concepto empírico. Lo mismo sucede con el concepto lingüístico “sujeto”. Los maestros de primaria saben qué tan difícil es para un alumno identificar al sujeto gramatical en las oraciones. ¿Por qué sucede esto? El niño conoce la palabra sujeto y en su experiencia cotidiana interactúa con diversos sujetos o personas. Sin embargo, no sabe cuáles son las características esenciales del concepto lingüístico “sujeto”, ni tampoco puede utilizarlo correctamente, lo cual indica que aún no adquiere este concepto.

Para formar estos conceptos se debe presentar claramente el sistema de las características esenciales del concepto. Las características científicas son el resultado de acciones de abstracción y generalización de las particularidades esenciales de los fenómenos, por lo que la formación de conceptos teóricos, si queremos que sea menos lenta y dolorosa, requiere de una organización especial.

Se entiende que cualquier falla o deficiencia en la escuela primaria, no solo se mantiene, sino que puede agravar el aprendizaje del alumno en los siguientes niveles educativos (secundaria, bachillerato).

### EL MÉTODO ALTERNATIVO

Si el objetivo es introducir conceptos sistémicos en la etapa escolar, debe existir un método correspondiente. La alternativa para los métodos tradicionales es la organización sistémica del proceso de enseñanza-aprendizaje. Los autores que más han aportado al estudio y la aplicación de estos métodos son los psicólogos y pedagogos rusos P.Ya. Galperin y N.F. Talizina, quienes realizaron sus investigaciones sobre la base de las propuestas teórico-metodológicas de L.S. Vigotsky. A este método de organización



© Valeria Schwarz, de la serie *Deformacity*, 2006.

sistémica enseñanza-aprendizaje se le puede denominar “de lo general a lo particular”.

En lugar de hechos o solución de problemas particulares, se presenta un sistema de conocimientos de la materia con su núcleo general. Para ello se identifica el núcleo de conceptos generales esenciales para cada materia. Por ejemplo, para las matemáticas son el número y el sistema decimal, mientras que para la gramática es la clase de palabras. La enseñanza de cada materia debe iniciar con la introducción de los conceptos nucleares a través de una orientación adecuada. La adquisición de los conceptos es imposible sin su inclusión en las acciones correspondientes. Dichas acciones se trabajan desde el plano externo hasta el plano interno, cuando el alumno se convierte en actor independiente de su aprendizaje.

La acción conserva todas las características esenciales de la actividad y toda su estructura. La acción incluye los elementos estructurales básicos: motivo, objetivo, medios de realización, base orientadora y resultados. Las partes funcionales de la acción son: orientación, ejecución y verificación y control. No puede existir la enseñanza-aprendizaje sin acciones, es decir, los alumnos siempre deben hacer algo. Pero ese algo, para nosotros, es lo que construye el profesor de acuerdo al principio sistémico de la estructura de la materia y la teoría de la formación de acciones mentales por etapas (interiorización).

Veamos como ejemplo la enseñanza de la lectura. Tradicionalmente al niño se le enseña la lectura a través de los siguientes métodos:

a) La asociación de la imagen visual de una letra con su nombre alfabético, después de lo cual se tratan de unir las letras en sílabas y, más adelante, en palabras.

b) La asociación de la imagen visual de una palabra con su pronunciación y el reconocimiento posterior de la palabra sobre la base de la memoria visual.

Con estas formas de enseñanza los niños presentan dificultades para la adquisición de la lectura. En el primer caso, las dificultades básicas son: silabeo, errores ortográficos en la escritura y falta de comprensión de lo que se lee, mientras que en el segundo caso son: olvido de palabras, confusión de palabras visualmente parecidas, imposibilidad para leer palabras nuevas, anticipaciones y fallas en la comprensión. Ninguno logra desarrollar la habilidad generalizada para reproducir la estructura gráfica de la palabra en su estructura auditiva.

La lectura en los idiomas alfabéticos consiste en convertir un grafema (imagen visual de una letra) en un fonema (sonido verbal) o combinaciones de fonemas dentro de las palabras. Por ello el método de enseñanza de la lectura, desde el inicio mismo de su introducción en el primer año de primaria, se debe basar en el análisis fonético-fonemático de las palabras del idioma castellano.

El niño, bajo la orientación del maestro, determina la cantidad de sonidos que contienen las palabras, su estructura, el lugar de cada sonido y los sonidos parecidos y diferentes; además, inventa palabras con la misma (u otra) cantidad de sonidos. Para ello se utilizan apoyos materializados, como los esquemas de las palabras (Figura 1).

Después el niño aprende a realizar la primera clasificación teórica de los sonidos del lenguaje: reconocer los sonidos vocales y consonantes. Estos sonidos se



Figura 1. Esquema material para la palabra "pato".

marcan en los esquemas de las palabras con diversos colores (Figura 2).

Así, el niño analiza la estructura de las palabras de acuerdo al orden y el tipo de sonidos que las componen, puede elaborar palabras con la misma cantidad de vocales o consonantes y palabras que inicien con el mismo sonido o que lo tengan en otra posición en la palabra. ¡Y todo esto sin conocer, hasta este momento, ninguna letra! Además, la acción de análisis de la estructura de los sonidos que componen las palabras la podemos llamar general y no particular, debido a que es útil para cualquier idioma que estudie el alumno.

Las letras se introducen mucho más tarde, después de que el niño adquiere la posibilidad de diferenciar oposiciones fonemáticas finas del idioma materno: sordo-sonoro, blando-duro, largo-corto. Las letras se introducen gradualmente de acuerdo a la correspondencia entre el fonema y el grafema. Las letras no participan como nombres de sonidos, sino como representaciones de uno o más sonidos. De acuerdo a nuestra experiencia con grupos de niños preescolares y escolares, para el niño es fácil entenderlo, debido a que representa un sonido (y no la letra) con una ficha de color. De esta forma, los niños adquieren la posibilidad de realizar un análisis independiente de la estructura fonológica de las palabras.

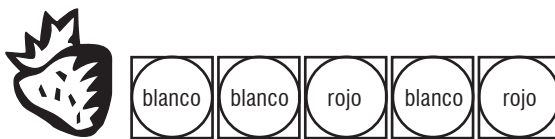


Figura 2. Esquema para la palabra "fresa" con la introducción de los sonidos vocales.

## CONCLUSIONES

Nuestra experiencia con la aplicación de este método en México a niños de edad preescolar mayor y escolar menor ha sido exitosa y permite superar muchas dificultades que el niño presenta durante la adquisición de la lecto-escritura. Los niños que aprenden a leer con este método nunca silabeán, en su escritura nunca confunden una palabra con otra y nunca separan o juntan letras en pala-

bras de manera inadecuada. El método es propedéutico en relación con el gran porcentaje de errores ortográficos, especialmente los que dependen de la posibilidad de análisis del contenido fonológico de las palabras.

Debemos señalar que este método de enseñanza "a partir de lo general hacia lo particular" es aplicable a todas las materias escolares: gramática, geometría, matemáticas, etcétera. Es importante señalar que el método sistemático de la formación de conceptos científicos permite reducir el tiempo de la enseñanza y ampliar la profundidad del contenido de las materias. Debido a que en la actualidad la cantidad de información se incrementa constantemente, nuestros niños necesitan conocimientos cada vez más sistematizados y ordenados. Desafortunadamente, hasta la fecha los métodos de la enseñanza enfatizan la repetición y la reproducción mecánica de grandes volúmenes de información en cada materia escolar, sin considerar la posibilidad de que los alumnos usen creativamente los conceptos. De esta manera, el aprendizaje escolar podría ser realmente un aporte significativo para el desarrollo de la personalidad creativa. Esta propuesta teórico-práctica puede ayudar a solucionar muchos problemas que existen en el sistema educativo contemporáneo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Davidov VV. *La teoría de la enseñanza que conduce al desarrollo*, Moscú, INTER (1996).
- Galperin PYa. *Actividad psicológica como ciencia objetiva*, Academia de Ciencias Pedagógicas y Sociales, Moscú (1998).
- Solovieva Yu y Quintanar L. *Enseñanza de la lectura. Método práctico para la formación lectora*, México, Trillas (2008).
- Solovieva Yu y Quintanar L. *Educación neuropsicológica infantil. Métodos prácticos de solución de problemas de aprendizaje en la lectura*, México, Trillas (2006).
- Talizina NF. *La formación de las habilidades matemáticas en niños escolares*, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México (2001).
- Talizina NF. *Dirección del proceso de asimilación de conocimientos*. Universidad estatal de Moscú, Moscú (1984).
- Talizina NF. *Psicología pedagógica*, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México (2001).
- Vigotsky LS. *Obras escogidas*, Madrid, Visor, Tomo 4 (1996).

**Yulia Solovieva y Luis Quintanar Rojas**  
**Facultad de Psicología, BUAP.**  
**email: yulia.solovieva@fsic.buap.mx**



© Valeria Schwarz, de la serie *Uribelarrea*, 2005.

# Los MICROORGANISMOS: pequeños gigantes

Noé Manuel **Montaño Arias**  
Ana Lidia **Sandoval Pérez**  
Sara Lucía **Camargo Ricalde**  
Juan Manuel **Sánchez Yáñez**

Hace trescientos años Antonie van Leeuwenhoek observó por primera vez en un microscopio primitivo unos “pequeños animáculos” que ahora se conocen como microorganismos. Los microorganismos son los seres más primitivos y numerosos que existen en la Tierra, colonizan todo ambiente: suelo, agua y aire, participan de forma vital en todos los ecosistemas y están en interacción continua con las plantas, los animales y el hombre. Los microorganismos son clave para el funcionamiento de los sistemas biológicos y el mantenimiento de la vida sobre el planeta, pues participan en procesos metabólicos, ecológicos y biotecnológicos de los cuales dependemos para sobrevivir y enfrentar los retos del futuro. Estos retos son gigantescos para la continuidad de la vida, en particular, para satisfacer la demanda de alimentos y medicamentos y resolver problemas ecológicos y de contaminación ambiental. En otras palabras, parte de la actividad biológica esencial que permite la vida depende de los microorganismos. Este artículo 1) describe la importancia de los microorganismos mediante ejemplos que explican su utilidad ecológica y biotecnológica en su interacción con los humanos, y 2) analiza la situación actual de la investigación microbiana en México y hace una propuesta para fortalecerla y mejorarla.



© Valeria Schwarz, de la serie *Urribelarrea*, 2005.

## LA DIVERSIDAD MICROBIANA

Los microorganismos se agrupan en dos categorías: procariontes y eucariontes. En la primera están las archaeas y las bacterias, mientras que en la segunda se encuentran hongos, algas y protozoarios. No obstante, de manera convencional los virus, viroides y priones son también considerados microorganismos.<sup>1,2</sup> En principio, la diversidad microbiana puede apreciarse en términos de la variedad estructural y funcional de los microorganismos, tal como sus variaciones en el tamaño celular, en la morfología, en la división celular, o bien en la capacidad metabólica y de adaptación. No obstante, en la actualidad el estudio del material genético (ADN y ARN) revela la existencia de miles de millones de especies microbianas, sugiriendo que habitamos un mundo plagado de microorganismos que incluso habitan el planeta desde mucho antes que cualquier otro ser vivo. Aun cuando se estima que sólo se conoce el 3% de los microorganismos y que

pocos se han estudiado con profundidad, resulta sorprendente su diversidad en relación con la variedad de plantas y animales.<sup>2</sup> Asimismo, se reconoce que los microorganismos son más diversos y versátiles que los macroorganismos debido a su historia evolutiva y a su rápida capacidad para adaptarse a los cambios ambientales. Por ejemplo, hace poco más de 3,300 millones de años las bacterias fueron las primeras formas de vida en colonizar la Tierra, ya que tienen capacidad para usar distintas fuentes de energía. Desde entonces y hasta la actualidad las bacterias y otros microorganismos pueden crecer en los ambientes más diversos. Su capacidad y eficiencia metabólica permitieron que ellos colonizaran la superficie terrestre, el aire, los lagos salados y prácticamente todas las regiones geográficas del planeta.<sup>3,4</sup> Los encontramos desde los polos en ambientes debajo del punto de congelación, hasta ambientes secos como los desiertos, o los muy húmedos como las selvas lluviosas. Otro de sus éxitos evolutivos es que pueden vivir solos o en asociación con otros seres vivos. En las plantas viven hongos y bacterias sin causarles daño, tal como los hongos micorrízicos en las raíces del 97% de las plantas, o la bacteria *Rhizobium*, un simbiote de las leguminosas como el frijol y el chícharo. En seres humanos también existen bacterias en elevada densidad, como es el caso de *Escherichia coli* en el colon del intestino humano. De esta forma, la diversidad microbiana en un sentido amplio se define como la variedad de microorganismos y de sus diversos mecanismos de adaptación.<sup>5</sup>

En general, de los microorganismos se han descrito 30,800 especies de protozoarios, 70,000 de hongos y 45,000 de bacterias; aunque se pronostican hasta 2 millones de especies de hongos y de tres a diez millones de especies bacterianas. De ellos los más estudiados son los relacionados con el bienestar humano.<sup>1,3,5</sup> No obstante, en los ecosistemas, hábitats como el suelo tienen una amplia diversidad de protozoarios, cianobacterias, bacterias y hongos. Se estima que en el suelo existen miles de especies en poblaciones de 100 a 2,000 millones de individuos por gramo de suelo, con hasta 35,000 especies de bacterias y 1,500,000 de hongos, aunque sólo se han identificado entre un 8% y un 1%, respectivamente.<sup>4</sup> Esto sugiere que otros hábitats dentro de cada ecosistema del planeta podrían contener una elevada diversidad microbiana aún no descubierta.

## IMPORTANCIA DE LOS MICROORGANISMOS

Los microorganismos participan en procesos ecológicos que permiten el funcionamiento de los ecosistemas, y biotecnológicos que son esenciales para la industria farmacéutica, alimenticia y médica. Ellos son los principales responsables de la descomposición de la materia orgánica y del ciclaje de los nutrientes (carbono, nitrógeno, fósforo, azufre, etc.). Así, en la fijación y ciclaje del nitrógeno están implicadas bacterias simbióticas como *Rhizobium* y *Frankia*, y bacterias de vida libre como *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Burkholderia*, *Thiobacillus*, incluidas las cianobacterias: *Anabaena* y *Nostoc*. Otros ejemplos son la bacteria *Rhizobium etli* la cual aporta nitrógeno a las plantas de frijol, las micorrizas que ayudan a las plantas a capturar los nutrientes del suelo y *Burkholderia* que promueve el crecimiento vegetal de los cultivos.<sup>4,6</sup> En la industria biotecnológica, de los microorganismos se han obtenido y producido antibióticos de enorme importancia médica como la penicilina, sintetizada por los hongos *Penicillium notatum* y *P. chrysogenum*, la cefalosporina por el género fúngico *Cephalosporium*. Mientras que otras bacterias son indispensables para la industria alimentaria, como ocurre con el género *Lactobacillus* usado en la producción de vitamina B12 en el yogurt. En el rubro industrial, las levaduras son también microorganismos ampliamente utilizados. La levadura *Saccharomyces cerevisiae* se emplea para elaborar vino, tequila y cerveza.<sup>4,5</sup> Además, otras numerosas especies de los géneros *Candida*, *Kloeckera*, *Picha* y *Bacillus*, participan en la fermentación de bebidas de origen indígena como aguamiel, pulque, tepache, colonche, tesgüino (cerveza de maíz) y de alimentos como el pozol;<sup>7,8</sup> lo que muestra el potencial etnobiológico de los microorganismos en la cultura alimentaria tradicional de México.

A pesar de su importancia y de los servicios ambientales que ofrecen (Cuadro 1),<sup>9</sup> los microorganismos son los menos conocidos, particularmente en los países megadiversos, como ocurre en México,<sup>17</sup> donde la investigación microbiológica es aún incipiente comparada con la que realizan países con menor diversidad biológica como Estados Unidos, Japón, Corea, Alemania, Dinamarca y Suiza. En estos países el uso de la diversidad microbiana es fuente de nuevos productos y de altas ganancias provenientes de la industria farmacéutica y

**Cuadro 1. Diez principales servicios ecosistémicos que proveen los microorganismos**

1. Descomposición y mineralización de desechos orgánicos (materia orgánica).
2. Regulación de los ciclos biogeoquímicos (nitrógeno, fósforo, azufre, etc.).
3. Retención y liberación de nutrientes para las plantas.
4. Generación, mantenimiento y renovación del suelo y su fertilidad.
5. Regulación atmosférica de gases traza (producción y consumo: CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub>, etc.).
6. Regulación de las poblaciones de animales y plantas.
7. Control de plagas agrícolas y urbanas.
8. Síntesis de productos farmacéuticos, alimenticios, industriales y de control biológico.
9. Mantenimiento de la productividad primaria de agroecosistemas y ecosistemas.
10. Recuperación de suelo y vegetación de ecosistemas degradados.

de otros procesos industriales.<sup>10</sup> La pregunta en ese sentido es ¿qué podrían hacer países como México si conocieran más sobre los microorganismos y se fortaleciera la investigación microbiológica? A continuación se describen ejemplos que revelan la utilidad de algunos organismos y fundamentan la importancia de invertir en la investigación microbiana.

## LOS MICROORGANISMOS EN LOS AVANCES CIENTÍFICOS

Las bacterias han sido esenciales en la investigación. Su utilidad se remonta a los trabajos del bacteriólogo inglés F. Griffith (1928), quien a partir de las bacterias que causan la neumonía (*Pneumococcus*) aportó la primera evidencia para demostrar que el ácido desoxirribonucleico (ADN) era la sustancia portadora de la herencia y de los rasgos estructurales y funcionales de un individuo. Griffith descubrió que la capacidad de estas bacterias para causar la neumonía depende de la presencia de una cápsula que rodea a la célula bacteriana (cápside).<sup>11</sup> Este trabajo documentó que las bacterias muertas con cápside o las vivas sin cápside, eran inofensivas. No obstante, los animales infectados con una mezcla de estos dos grupos de bacterias contraían la neumonía. La explicación fue



© Valeria Schwarz, de la serie *Uribelarrea*, 2005.

que algo de las bacterias muertas con cápside transformó a las sin cápside en virulentas. Este fenómeno, hoy conocido como transformación genética bacteriana (introducción de ADN extraño a una célula), fue esencial para identificar al ADN como el responsable de que la virulencia de las bacterias muertas fuera transferida a las no virulentas vivas y de que esta se heredara de una generación a otra. Esto revela la utilidad de los microorganismos en diversos hallazgos que marcaron importantes avances científicos. Así, el trabajo de Griffith fue crucial para el posterior descubrimiento del ADN y de su estructura, y estableció la base para el surgimiento de la genética molecular que posteriormente permitió eventos como el desciframiento del genoma humano o la obtención de plantas transgénicas con el uso de *Agrobacterium tumefaciens*, una bacteria que se encuentra en casi todos los suelos del mundo.

### LAS MICORRIZAS

Algunos microorganismos establecen una simbiosis mutualista con otros organismos, mediante la cual el microorganismo ofrece un beneficio a su huésped a cambio de recibir otro. Los hongos micorrícicos establecen este tipo de simbiosis con las raíces de las plantas formando lo que se conoce como micorriza. En esta simbiosis, la planta suministra al hongo fuentes de carbono procedentes de la fotosíntesis (proceso que el hongo no



© Valeria Schwarz, de la serie *Uribelarrea*, 2005.

puede realizar), mientras el hongo le facilita la obtención de agua y nutrientes como fósforo y nitrógeno, recursos del suelo que en condiciones extremas la planta difícilmente obtendría sin la ayuda del hongo. La simbiosis micorrícica está ampliamente distribuida en la naturaleza y se reconoce que la de tipo arbuscular se presenta en el 97% de las plantas terrestres, caracterizándose por el hecho de que el hongo que coloniza a la raíz forma un diminuto arbolillo en las células radicales, estructura llamada arbusculo y sitio de intercambio de recursos entre la planta y el hongo. La micorriza arbuscular es la más antigua que se conoce, se originó probablemente hace 460 millones de años y se considera que fue fundamental para que las plantas pudieran colonizar la superficie terrestre; desde entonces, este tipo de micorriza y las plantas evolucionaron conjuntamente.<sup>12</sup>

Ante los problemas ambientales y ecológicos, la micorriza ofrece múltiples beneficios a las plantas y al suelo. Las micorrizas arbusculares, por su efecto sobre las plantas de interés agrícola o forestal, son útiles en la agricultura y en programas de reforestación de bosques y selvas. Al respecto, está documentado que las plantas micorrizadas resisten condiciones ambientales adversas: falta de agua, nutrientes esenciales y ataque de microorganismos fitopatógenos. Asimismo, la micorriza arbuscular estimula en las plantas hospederas un mayor tamaño, masa, producción de semillas, resistencia a plagas y sequía, y les permite garantizar su establecimiento y éxito en sitios perturbados. En el suelo, la

micorriza extiende su micelio (conjunto de hifas) y ayuda a la formación de agregados por medio de la adhesión de partículas debida a una proteína llamada glomalina, contribuyendo con esto a dar estructura y estabilidad al suelo, lo cual reduce la erosión y mejora la capacidad de retención de agua del suelo.<sup>12</sup> En consecuencia, las micorrizas son potencialmente útiles para enfrentar problemas ambientales como la pérdida de la vegetación natural y el aumento de la erosión del suelo. A pesar de que se reconocen los beneficios de las micorrizas, en México la investigación es aún escasa. Ello se refleja en que sólo se conocen 81 especies en relación a las 183 reportadas en el mundo, y en que el 95% de la investigación se ha realizado en sistemas agrícolas, mientras que poco se conoce para las selvas y bosques. Esto sugiere que, dada la utilidad de los hongos formadores de la micorriza en la agricultura, la reforestación y la restauración de ambientes deteriorados, la investigación sobre su diversidad y funcionalidad debe ser apoyada y documentada más ampliamente en México.

#### EL ÁNTRAX: PROTAGONISTA Y VILLANO

El ántrax (o carbunco, debido al ennegrecimiento de la sangre de los enfermos), fue el villano en los acontecimientos terroristas que siguieron al 11 de septiembre del 2001. Sin embargo, paradójicamente *Bacillus anthracis*, bacteria causal del ántrax, fue en los dos últimos siglos un protagonista del surgimiento de la microbiología y de la medicina. *B. anthracis* existe de forma natural en varias regiones del mundo. En humanos, el ántrax se presenta en forma cutánea, gastrointestinal o pulmonar. La primera ocurre cuando la bacteria (sus esporas) infecta una herida o los ojos de su víctima. La segunda, se adquiere por el consumo de alimentos contaminados con esporas de *B. anthracis* y se caracteriza por una inflamación intestinal severa, náuseas, vómito sanguinolento, diarrea y es, en más del 50% de los casos, mortal. La última forma es un ántrax pulmonar que se adquiere por inhalación de esporas de la bacteria; los síntomas son similares a una gripe severa: tos, dolor de cabeza y muscular, hasta causar la muerte en el 95% de los casos. En sus tres formas, el ántrax es una enfermedad agresiva que si es tratada con antibióticos se controla; sin embargo, por su difícil diagnóstico, el tratamiento suele no ser oportuno en

la mayoría de los casos.<sup>13</sup> Hasta la segunda mitad del siglo XIX no se conocía la causa del ántrax ni el tratamiento de animales enfermos. Robert Koch y Luis Pasteur encontraron la solución al sospechar ambos que las enfermedades eran causadas por microorganismos. Koch, al examinar la sangre de un animal afectado por ántrax, fue el primero en reconocer que el ántrax era causado por *B. anthracis*, la primera bacteria con la que se demostró la relación causal microorganismo-enfermedad. El descubrimiento de Koch sugirió que las enfermedades humanas tenían un origen microbiano y abrió perspectivas para el tratamiento del ántrax. Por su parte Pasteur, al sospechar que los microorganismos estaban relacionados con las enfermedades, investigó la forma de eliminarlos para prevenirlas. Pasteur eligió como modelo a *B. anthracis* y fue el primero en descubrir la manera de evitar la acción patógena de una bacteria.<sup>11, 13</sup> Así, el ántrax fue clave para entender la relación bacteria-enfermedad.

#### UN MICROORGANISMO INSECTICIDA:

##### *BACILLUS THURINGIENSIS*

Las plagas urbanas y rurales son una amenaza constante para la salud, la agricultura, la producción de alimentos y la calidad de vida humana. Hasta hace poco, la única forma eficaz de controlar a las plagas de insectos era la aplicación de insecticidas químicos que generaban crónicos problemas ambientales y de salud, provocando además que los insectos se volvieran resistentes a estos plaguicidas. Una alternativa opuesta al uso de plaguicidas es el control biológico, que implica el uso de un organismo natural y/o sus productos para combatir a los insectos plaga. Existen 1,500 especies de microorganismos usados para el control biológico, entre ellas, la bacteria *Bacillus thuringiensis* (*Bth*) es la más utilizada para controlar plagas como el mosquito vector del paludismo o del dengue y las larvas que atacan cultivos agrícolas y plantaciones forestales.

*Bth* produce esporas al final de su ciclo de vida. La espora es una forma de vida que puede permanecer en el ambiente en ausencia de nutrientes y humedad. *Bth* se aísla del suelo, agua, hojas de plantas, insectos muertos y se caracteriza por la síntesis de un cuerpo paraesporal o cristal de proteína, llamado delta-endotoxina. El cristal

se forma durante la esporulación y tiene actividad tóxica para las larvas de insectos plaga. Según la variedad de *Bth* la delta-toxina es activa contra insectos de los órdenes *Lepidoptera* (polillas o palomillas), *Coleoptera* (escarabajos), *Diptera* (mosquitos), *Hymenoptera* (hormigas) e incluso contra otros invertebrados como los gusanos planos. Se ha estimado que el 2% del mercado mundial de pesticidas es satisfecho con bioinsecticidas y en éste *Bth* domina el 95% de las ventas. El éxito de su uso es la alta especificidad hacia el insecto blanco y su inocuidad para mamíferos y otros vertebrados y plantas e inclusive para insectos benéficos. Cuando el cristal se ingiere por un insecto susceptible en fase larvaria y alcanza su intestino medio, el cristal de proteína se disuelve por la acción de los jugos intestinales y la delta-endotoxina sufre una ruptura enzimática que da origen a la toxina activa, la cual se une a la membrana epitelial de las células intestinales de la larva. En el intestino de la larva la delta-endotoxina perfora las membranas, desequilibra el balance osmótico y provoca la deshidratación y muerte de las células del aparato digestivo de la larva del insecto, por lo que la larva infectada deja de comer, se deshidrata y muere.<sup>14</sup>

En México se realiza investigación dirigida a explorar las variedades de *Bth* para la producción de bioinsecticida, el cual ya se comercializa por empresas como Dipel y Abbot. México es un país atractivo para estudiar nuevos aislados de *Bth* con potencial para el control de insectos plaga, ya que tiene amplia variedad de nichos ecológicos y especies de insectos; por ejemplo, se sabe que 1,948 aislados de *Bth* producen cristales con propiedades insecticidas. El potencial insecticida de *Bth* indica que en México las variedades de esta especie de bacteria son un recurso

ecológico y ambientalmente viable cuyo uso debe fomentarse como control biológico que puede generar importantes ingresos económicos.

#### LOS MICROORGANISMOS TAMBIÉN NOS ENFERMAN

Los microorganismos patógenos son aquellos que dañan la salud humana, y son principalmente bacterias, virus y protozoarios.<sup>15</sup> Algunos de ellos fueron y siguen siendo causa de una elevada mortalidad. Cómo olvidar la viruela causada por el poxvirus *Variola* spp., la lepra por *Mycobacterium leprae*, la peste por *Yersinia pestis*, el tifo por *Rickettsia typhi* y el cólera por la bacteria *Vibrio cholerae*; o incluso muy recientemente las muertes causadas por los virus del SARS, del SIDA y de la influenza.<sup>13</sup> La continua interacción entre los humanos y los microorganismos se debe a que las condiciones que garantizan su éxito son compartidas; es decir, la alimentación microbiana y humana incluye por ejemplo agua, carbohidratos (azúcares) y otras sustancias que proporcionan energía y son esenciales para su existir.

Se conocen unas 9,000 especies de parásitos que atacan células humanas y que alteran la salud del humano. Como ejemplo de ellos están los protozoarios que habitan en el intestino y las bacterias patógenas que tienen alta virulencia ya sea en heridas superficiales o en órganos internos del cuerpo humano. En México, por ejemplo, una de las enfermedades comunes es la amibiasis, causada por un protozoario, la amiba *Entamoeba histolytica*, que es capaz de producir una sustancia que ulcera el intestino (úlceras intestinales) y provoca alteración grave en otros órganos por vía sanguínea. Diversas enfer-

Enfermedad	Nombre del microbio	Fuente de infección
<b>Por bacterias</b>		
Tuberculosis	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	Leche cruda y lácteos contaminados
Salmonelosis	<i>Salmonella</i> spp.	Agua, ensaladas y vegetales crudos
Colitis hemorrágica	<i>Escherichia coli</i>	Carnes poco cocidas y leche cruda
Botulismo	<i>Clostridium botulinum</i>	Productos enlatados
Sífilis	<i>Treponema pallidum</i>	Transmisión sexual
Neumonía	<i>Streptococcus pneumoniae</i>	Por aire y secreciones como la saliva
Gastroenteritis	<i>Bacillus cereus</i>	Arroz y productos de cereales
<b>Por virus</b>		
Poliomielitis	<i>Enterovirus</i> spp.	Alimentos, agua y aire contaminado
Hepatitis A	<i>Heparnavirus</i> sp.	Agua o alimentos contaminados con heces fecales, mariscos y ensaladas
SIDA	<i>Lentivirus, Retroviridae</i>	Contacto sexual, transfusión de sangre, niños nacidos de madre infectada
Paperas	<i>Paramyxovirus</i> spp.	Saliva y orina
Sarampión	<i>Morbillivirus</i> spp.	Secreciones respiratorias
Influenza A	<i>H1N1</i>	Secreciones respiratorias, contacto físico

**Cuadro 2.** Enfermedades humanas frecuentes causadas por microorganismos.

medades son producidas por otros microorganismos como es el caso del virus de la hepatitis o el causante de la influenza (Cuadro 2).<sup>1, 5, 15</sup> En términos generales, este apartado muestra que los microorganismos tienen un gigantesco control sobre la salud, el desarrollo humano y la calidad de la vida.

## PERSPECTIVAS

Los microorganismos tienen una influencia muy significativa en los sistemas biológicos y biotecnológicos.<sup>3, 6</sup> En este sentido, la diversidad microbiana es también un recurso para elaborar tecnologías novedosas que generen riqueza y bienestar para el país. Entre estas podría contemplarse usar a los microorganismos en tecnologías ecológicas y ambientales que permitan ayudar a la conservación o recuperación de la biodiversidad. Por su utilidad biotecnológica (por ejemplo en la elaboración de fármacos, productos alimenticios y hasta armamento biológico) los microorganismos también son punto clave de bioseguridad en los países, por ello es indispensable conocerlos lo más posible y al mismo tiempo reglamentar su uso.

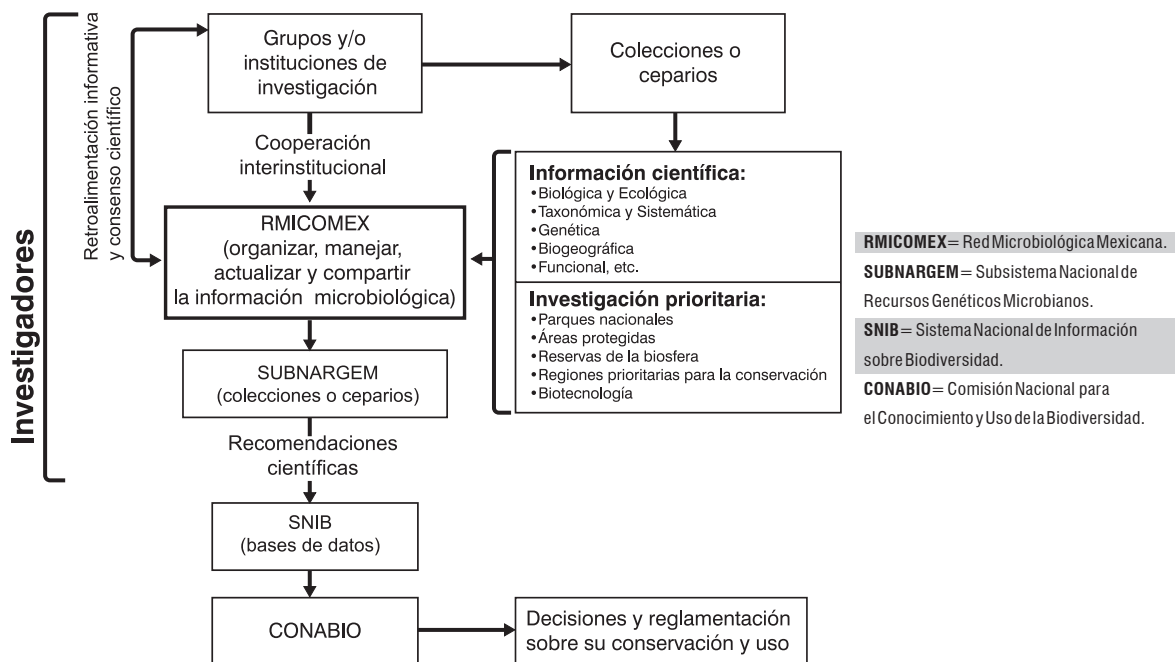
La existencia de la vida en el planeta depende en gran parte de los microorganismos, por lo que es alarmante que el conocimiento sobre la diversidad microbiana sea tan escaso. Esto compromete a México, como el cuarto país megadiverso del mundo, con el difícil reto de incorporar al estudio de su biodiversidad esfuerzos y apoyos de investigación dirigida a inventariar, conservar, explotar el uso y regular la protección de la diversidad microbiana, así como a incrementar la investigación dirigida a explorar la función de los microorganismos en la biodiversidad y en los ciclos biogeoquímicos vinculados al funcionamiento de los ecosistemas. Hay aún muchas preguntas por responder; por ejemplo, no se sabe si existen especies de microorganismos en extinción pero con potencial biológico vital para otros organismos, se desconoce cuántos microbios patógenos surgen en el ambiente y cómo cambia su actividad ante el cambio climático o las perturbaciones al ambiente, y falta documentar qué especies bacterianas y virales surgen o se han vuelto resistentes al uso de antibióticos y pesticidas. El suelo, por ejemplo, tiene una riqueza microbiana cuyo potencial podría resolver problemas ambientales, de salud o alimenticios; sin embargo, es necesario intensificar la investigación y el diseño de metodo-

logías dirigidas a identificarlos, preservarlos y a conocer sus usos. A nivel de ecosistemas falta conocer en qué procesos ecológicos participan en forma individual, en consorcios o como comunidad o grupo funcional, con la finalidad de identificar cuáles procesos se alterarían afectando al resto de la diversidad biológica si ciertos microorganismos desaparecieran.<sup>4, 5, 6, 9</sup> Estas preguntas podrán ser abordadas mediante el uso de técnicas de cultivo tradicionales, bioquímicas (perfiles de ácidos grasos de membrana) y moleculares (ADN, ARN, metagenoma).

En México, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), desde su creación en 1992, consideró en sus temas de desarrollo inventariar la diversidad microbiana.<sup>16, 17</sup> Sin embargo, aunque a la fecha no existe suficiente información en el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB), recientemente se están generando los mecanismos para recabar esta información mediante el Subsistema Nacional de Recursos Genéticos Microbianos (SUBNARGEM). Este Subsistema tiene como objetivos actualizar y sistematizar la informa-



© Valeria Schwarz, de la serie Urribelarrea, 2005.



**Cuadro 3.** Esquema conceptual para conformar una Red Microbiológica Mexicana.

ción sobre los recursos genéticos microbianos y definir estrategias para promover el conocimiento, conservación, manejo y aplicación de los recursos microbianos en México. Por otra parte, diversos grupos de investigación e instituciones ya han realizado estudios microbiológicos. Por ello es necesario crear una Red Microbiológica Mexicana que integre la información que se tiene actualmente al SUBNARGEM y a la bases de datos de biodiversidad de la CONABIO. En esta red se podría compartir y actualizar la información sobre microbiodiversidad mediante la participación de los científicos responsables de generar la información taxonómica, genética, ecológica, funcional y de mantener las colecciones o ceparios sobre la diversidad microbiana.

El objetivo final de la red sería llegar a un consenso entre especialistas y ligarla al SUBNARGEM y al SNIB que maneja la CONABIO. Además, es necesario incluir en la red toda la información microbiológica hasta ahora existiendo, desde el punto de vista ecológico, prioridad a aquellas investigaciones desarrolladas en parques nacionales, reservas de la biosfera y en regiones terrestres y marinas prioritarias de conservación en México (Cuadro 3).

La creación de una Red Microbiológica es esencial para avanzar con rapidez en el conocimiento, prioridades de conservación y uso de la diversidad microbiana a corto y largo plazo. Esto permitiría consolidar la investigación microbiológica y tener un mejor aprovechamiento biotecnológico y ecológico de los microorganismos.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecemos a Esperanza Martínez Romero (Centro de Investigaciones Genómicas, unam), Mayra Gavito, Carlos Anaya y Maribel Nava Mendoza (Centro de Investigaciones en Ecosistemas, unam) los comentarios y sugerencias para enriquecer y mejorar este manuscrito. A Heberto Ferreira, Raúl Ahedo y Pablo Alarcón Chaires agradecemos el apoyo técnico. N.M. Montaña agradece a la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa por la beca Posdoctoral y A.L. Sandoval Pérez al CONACYT por la beca de Maestría (224682), becas otorgadas durante la elaboración de este artículo.

## BIBLIOGRAFÍA

- <sup>1</sup> Brock TD. *Biology of microorganisms*, USA, Prentice Hall (1998).
- <sup>2</sup> Cavalier-Smith T. Only six kingdoms of life. *Proc. R. Soc. Lond.* B 271 (2004) 1251-1262.
- <sup>3</sup> Atlas R y Bartha R. *Ecología microbiana y microbiología ambiental*, Addison Wesley (2002).



© Valeria Schwarz, de la serie *Urribelarrea*, 2005.

<sup>4</sup> Paul EA. *Soil microbiology, ecology, and biochemistry*, Academic Press (2007).

<sup>5</sup> Martínez-Romero E y Martínez-Romero J (edit.), *Microbios en línea*. Disponible en Internet: <http://biblioweb.dgsca.unam.mx/libros/microbios/> [Consulta: 9 de septiembre 2004]

<sup>6</sup> Fuhrman JA. Microbial community structure and its functional implications. *Nature* 459 (2009) 193-199.

<sup>7</sup> Ulloa M y Herrera T. Estado actual del conocimiento de bebidas fermentadas indígenas de México. *Anales del Instituto de Biología, UNAM, Serie Botánica* (1982) 145-163.

<sup>8</sup> Escalante A, Rodríguez ME, Martínez A, López-Munguía A, Bolívar F y Gosset G. Characterization of bacterial diversity in Pulque, a traditional Mexican alcoholic fermented beverage, as determined by 16S rDNA analysis. *FEMS Microbiology Letters* 235 (2004) 273-279.

<sup>9</sup> Wall DH y Virginia RA. The world beneath our feet: soil biodiversity and ecosystem functioning. En: Raven PH y Williams T (edit.), *Nature and Human Society: the quest for a sustainable world*, Washington, National Academy Press (2000).

<sup>10</sup> Blaine L. *The economic value of microbial diversity information*. Disponible en internet: <http://www.unep.org/unep/products/eeu/ecoserie/> [Consulta: 12 de agosto 2008]

<sup>11</sup> Baca EB. La microbiología, de sus inicios a la genómica. *Elementos* 49 (2003) 3-11.

<sup>12</sup> Smith SE y Read DJ. *Micorrhizal symbiosis*, San Diego USA, Academic Press (2008).

<sup>13</sup> Nature Reviews Microbiology. *Web focuses Anthrax, SARS y Microbial genetics*, Nature Publishing Grup. <http://www.nature.com/nature/focus.html> [Consulta: 22 de octubre 2008]

<sup>14</sup> Glare TR y Callaghan O. *Bacillus thuringiensis* Biol. Ecol. & Society. J. Willey (2002).

<sup>15</sup> Contreras P. Invitados a comer no deseados ¿bacterias, virus o protozoarios? *Ciencia* 53 (2002) 82-88.

<sup>16</sup> Soberón J y Llorente J. La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)". *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* 44 (1993) 3-17.

<sup>17</sup> Toledo VM. La diversidad biológica de México: nuevos retos para la investigación de los noventas. *Ciencias* 34 (1994) 43-59.

**Noé Manuel Montaña Arias**  
**Ana Lidia Sandoval Pérez**  
**Sara Lucía Camargo Ricalde**  
**Departamento de Biología (Área de Botánica),**  
**División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa.**  
**email: nmma@xanum.uam.mx**

**Juan Manuel Sánchez Yáñez**  
**Microbiología Ambiental, Instituto de Investigaciones**  
**Químico-Biológicas, Universidad Michoacana**  
**de San Nicolás de Hidalgo.**



© Valeria Schwarz, de la serie *ReSIGNation*, Berlin, 2007-2008.

# Matemática:

## ¿invención o descubrimiento?

Miguel Antonio **Jiménez Pozo**

He oído en muchas ocasiones la pregunta que titula este trabajo, tanto en boca de estudiantes ávidos de saber como en comentarios de matemáticos destacados. Así que aunque no asevere que la respuesta sea desconocida, sí que no debe de ser trivial y para mí personalmente tampoco lo es. El lector queda invitado a reflexionar sobre ella, para lo cual le dejaré previamente este análisis como un posible punto de partida.

Antes que todo –que no es lo mismo que antes que nada–, necesitamos precisar los conceptos de invención y descubrimiento. En efecto, en Matemática se definen primero *A* y *B* rigurosamente y sólo después se podrán estudiar las relaciones posibles entre ambas definiciones. La vida real está llena de extensas discusiones estériles en que cada quien cree tener la razón en una discusión originada porque partimos de concepciones *A* y *B* diferentes sobre el problema que se discute.



© Valeria Schwarz, de la serie *ReSIGNation*, Berlín, 2007-2008.

Los vocablos “invención”, “invento”, “creación”, etc., se refieren a la obtención de algo abstracto o material, que no existía anteriormente de forma explícita o implícita, mediante alguna idea precursora. La identificación de estos vocablos será muy cómoda para nosotros, quienes no estamos incursionando—digamos—en los difíciles problemas jurídicos de tipificar aquellos inventos patentables, o de propiedad intelectual sobre diferentes *softwares* y productos transgénicos, entre otros. En estos y en otros temas, sería insuficiente la simplicidad de nuestra acepción. Está claro también que invención es la acción y resultado de inventar o que se podría pensar en el invento como un tipo particular de creación; por suerte podemos y debemos dejar estas y otras acepciones a los especialistas.<sup>3</sup> Sin embargo, no conviene a los intereses de este análisis ampliar las interpretaciones; por ejemplo, me parece incorrecto para el tema a tratar y por tanto partimos de que no son válidas aquí, algunas definiciones como que “creación” es “la producción de algo a partir de la nada”. Esta acepción pudiera incluirse y de hecho se incluye en algunos diccionarios para referirse a una creación mágica o divina. Pero refiriéndonos a la Matemática, el punto de partida siempre viene motivado por el mundo material o por el universo matemático ya existente en el conocimiento humano, que a su vez será enriquecido con los nuevos resultados. Las raíces primarias de este universo matemático deben buscarse, a mi parecer, como resultado de la evolución simultánea del pensamiento y la palabra durante la formación del hombre primitivo.

El “descubrimiento” se refiere a algo abstracto o material, preexistente de manera explícita o implícita



fuera de nuestra conciencia, que era desconocido total o parcialmente y que ahora conocemos gracias a una acción consciente o accidental. En algunos diccionarios se dice o se infiere de las acepciones, que “el invento es un descubrimiento”. Esta aseveración seguramente se justifique en nuestra lengua de alguna manera. Además, el invento puede y suele venir asociado a uno o más descubrimientos. Pero si la aseveración fuese totalmente cierta, no habría más que decir sobre el tema que nos ocupa; pues entonces en Matemática sólo habría descubrimientos y únicamente nos restaría acatar el modismo popular cubano “apaga y vamos”. Sin embargo, aquí pretendemos describir cómo discurre el proceso del desarrollo matemático mediante la acción interrelacionada de dos componentes diferenciados: creación y descubrimiento. A su vez, es saludable aclararlo, el proceso mental para crear y descubrir es otro tema, para el cual recomendamos enfáticamente leer las ideas que al respecto nos legó H. Poincaré,<sup>2</sup> uno de los matemáticos más destacados de la historia.

Una primera digresión, ya habrá otras: para explicar lo relativo a la aparente querrela que promovemos entre las acepciones que damos a ciertos vocablos y las de la lengua, presentemos un ejemplo ilustrativo. Ya hube de destacar la expresión “antes que nada”. La Academia podrá legalizarla o no, pero se utiliza incluso por personas que consideramos cultas, que son justamente las personas que con usos y costumbres determinan a la postre el lenguaje llamado culto. Cuando oímos un “antes que nada”, todos comprendemos que el interlocutor lo está utilizando con el sentido “antes que todo”. Así que con gusto o disgusto debemos aceptar el significado que se le quiere dar; aunque desde el punto de vista lógico no podría ser este su significado correcto. Ver-



© Valeria Schwarz, de la serie *ReSIGNation*, Berlín, 2007-2008.

daderamente nuestro lenguaje está lejos de ser exacto; pero para comunicarnos y disfrutarlo tenemos necesidad de conocerlo y utilizarlo en toda su amplitud y matices. Como se dice en México, “no hay de otra”. Aquí no cargamos contra el lenguaje sino que lo utilizamos para responder a la pregunta inicialmente formulada. Sólo que para la prosecución de ese objetivo, es menester precisar con exactitud las definiciones a utilizar en este trabajo.

Retornando a la aseveración de que invento no es descubrimiento, la concepción filosófica juega un papel decisivo en la interpretación de los conceptos. No hay, carece de todo sentido suponer la existencia de un conjunto abstracto cuyos elementos sean todas las posibles ideas, donde uno busque hasta descubrir un invento. Lo que hacemos es revisar nuestros conocimientos y experiencias, entonces concatenando, ensayando, investigando de manera consciente e inconsciente, se van elaborando nuevas ideas acorde a nuestros intereses. Por eso llamo la atención sobre el artículo de Wikipedia dedicado a la Matemática, en el epígrafe titulado “Conceptos erróneos”. Allí se dice textualmente que “aún existen gran cantidad de problemas esperando solución, así como una infinidad esperando su formulación”. La primera parte es cierta. A continuación, apoyados en la experiencia, podríamos predecir que efectivamente aparecerán formulados numerosos problemas nuevos; pero decir que aparecerán, no significa que ya existan, esperando pacientemente en un almacén inexistente. Obviamente, no existe un problema que no ha sido formulado.

El invento es la obtención de algo novedoso que no existía de manera explícita o implícita y por tanto diferente a la definición dada de descubrimiento, donde



ese algo ya era preexistente. El invento, independientemente de que pudiesen existir sucesos casuales que hayan coadyuvado en su consecución, de los elementos materiales o abstractos que le hayan servido de base o idea motriz, o de que sea material o abstracto, siempre debe pasar por un proceso mental responsable de su creación. Es decir, que siempre tendrá una componente abstracta.

#### INVENCION Y DESCUBRIMIENTO EN MATEMÁTICAS

De niño me aburrían las tediosas tareas para aprender a dividir. Un día mi maestra se apoyó en su esposo, chofer de ómnibus, para que nos planteara alguna tarea. Nos pidió dividir números de diez a quince cifras, entre otras de cinco a ocho. Me sentí tan estimulado con semejantes cuentotas, que ese día aprendí a dividir. Ahora lo correcto didácticamente sería comenzar con un ejemplo sencillo. Pero acordándome de la anécdota narrada y confiando en la capacidad de los lectores, voy a ensayar una motivación con un ejemplo tan difícil y complejo, como ilustrativo y de alto impacto histórico: el llamado Teorema de Pitágoras.

Quizás este sea el teorema más conocido en el mundo, debido no sólo a su carácter elemental sino más bien debido a la relevancia que le otorgan su importancia y aplicabilidad. El Teorema de Pitágoras afirma –recordémoslo con el lenguaje contemporáneo– que para todo triángulo rectángulo del plano euclidiano, el cuadrado de la longitud de su hipotenusa es igual a la suma de los cuadrados de las longitudes de sus catetos. Pareciera que esto no puede ser un invento sino el des-



© Valeria Schwarz, de la serie *ReSIGNation*, Berlín, 2007-2008.

cubrimiento de una propiedad intrínseca a los triángulos rectángulos. Profundizando un poco en el tema, encontramos que si ambos catetos tienen longitud unitaria, es decir 1, entonces la hipotenusa mediría la raíz cuadrada positiva de 2. Los antiguos griegos trataban de explicar el mundo con una filosofía basada en los números naturales y en particular partían de que todo segmento es conmensurable, lo que se traduce en una proporcionalidad fraccionaria con el segmento unitario. Por tanto los números necesitaban ser racionales, de la forma  $a/b$ , con  $a$  y  $b$  enteros y  $b$  no nulo. Así que se encontraban ante una situación desconcertante; pues es relativamente fácil demostrar la no existencia de un número racional que elevado al cuadrado sea 2. Luego hay casos como el de este ejemplo, en los cuales la hipotenusa no es conmensurable con sus catetos. ¡Y no había otros números! Consecuentemente, el teorema debería de redactarse de manera diferente. A saber, que bajo la hipótesis de conmensurabilidad de tres segmentos dados que forman los lados de un triángulo rectángulo, se cumple la igualdad pitagórica ya señalada. ¡Para mí, dicho así, esto es efectivamente un descubrimiento! El descubrimiento de una propiedad geométrica que los griegos no inventaron. Sin embargo, al aceptar el teorema en su forma más general, se admite implícitamente la existencia de segmentos de recta que los

griegos denominaron inconmensurables y este es el busilis del enredo.

Analicemos con más detalle. Se admitía implícitamente que todo segmento tenía una longitud expresable mediante un número racional; pero acababan de demostrar una relación entre los lados de los triángulos rectángulos que de ser cierta, lo cual ellos estaban aceptando, revelaba la existencia de segmentos no conmensurables. A la luz de nuestros conocimientos actuales ¿qué explicación podemos dar? No parece sencillo de explicar. La longitud de un punto es nula, y como el conjunto de todos los números racionales se puede ordenar en una sucesión infinita, la longitud total de todos los números racionales es una suma infinita de ceros, que bajo ciertos criterios relativos al límite, también es cero. Si suponemos un segmento como constituido solamente por números racionales, los números que ellos conocían, su longitud sería nula; pues se infiere mediante comparación con la longitud de todos los números racionales, que es un conjunto más grande y de longitud cero según dedujimos. Luego en realidad, la incongruencia de las ideas tenía raíces mucho más profundas, ignoradas por ellos. No conocemos la demostración que los pitagóricos elaboraron y no podemos adivinarla; pues hoy en día se conocen decenas de ellas. Está claro, sin embargo, que sin los números reales tenía que ser forzosamente de tipo geométrico. Realmente este teorema puede considerarse la primera piedra en la construcción de tales números. Esta demostración geométrica, fuese con el uso de triángulos semejantes, de igualdad de áreas, o como haya sido, asumía implícitamente la medibilidad de los ángulos, o bien la existencia de longitudes, áreas, volúmenes, etcétera. Esto era tan intuitivo que tenía plena validez dentro del rigor matemático de aquella época. Tan intuitivo y aparentemente trivial que se necesitaron muchísimos siglos para saber que estas suposiciones no son exactamente ciertas incluso con números reales (ver *Elementos* 63, pp. 15-19<sup>1</sup>). Debe ser ya absolutamente claro que restringiéndonos al uso de números racionales para medir; pero considerando implícitamente figuras geométricas que llenan el espacio, lo que sin saberlo ellos asumían, no todos los segmentos, rectángulos, ángulos, etc., son medibles o, en el lenguaje de aquellos griegos, no todos son con-

mensurables y consecuentemente la demostración que dieron, sea cual haya sido, es incorrecta en ese contexto. Más precisamente, no tiene validez general sino solamente en el caso de triángulos con segmentos de longitudes racionales.

Ahora trataré de esclarecer la relación entre invento y descubrimiento que genera este complicado ejemplo. Es fácil pensar, incluso se deduce de lo explicado, que aunque los desconocieran, los números reales estaban omnipresentes en las ideas griegas y seguramente en otras culturas anteriores, al asignar longitudes a determinados segmentos y solamente se necesitaba descubrirlos, que por eso los números reales constituyen un descubrimiento y no una invención, que los segmentos denominados inconmensurables también constituyen un descubrimiento. ¡Pero no es así! El hombre necesitó en algún momento y en algún lugar, mejor en plural, en algunos momentos históricos y en algunos lugares, medir longitudes, áreas, volúmenes y quizás otras magnitudes físicas. El método elegido –y no se me ocurre otro que hubiesen podido elegir– fue por comparación con unidades. ¡Esto es un invento matemático! La unidad podía ser la longitud del pie de una persona o el tamaño de un animal. Con el tiempo, el avance de las sociedades primitivas necesitó medir fracciones de unidades. Quizás primero una mitad, después un tercio, poco a poco... Representar una mitad, utilizarla matemáticamente, tendrían que venir después. ¿Quién sabe cuándo? Sin embargo vendría obligatoriamente. Y quizás primero se representaría de manera que necesitaría modificarse para su uso en problemas específicos. ¿Pero quién iba a ocuparse del problema de representar un mamut como un conjunto de puntos tridimensionales de coordenadas reales porque si usásemos solamente coordenadas racionales su volumen sería cero? Pasan siglos y las ideas matemáticas, aunque dispersas, van avanzando. Este avance no es lineal. Algunas ideas son útiles para algo y otras, a la postre, se descartan. Cuando llegamos a estos griegos, igualmente había cosas que descartar, otras que crear. Ya la creación de los números reales –o más exactamente, la ampliación de los racionales– comenzaba a ser una necesidad. La construcción de estos números está relacionada con la idea de lo que hoy conocemos como límite, una de las invenciones matemáticas más



© Valeria Schwarz, de la serie *ReSIGNation*, Berlín, 2007-2008.

trascendentales e históricamente laboriosas. También el germen de la necesidad de inventar el concepto de límite, lo encontramos en los antiguos griegos, quienes buscaban respuestas a sus paradojas como aquella de Aquiles y la tortuga. Los pitagóricos, al aceptar la medibilidad de las figuras geométricas elementales, estaban creando inconscientemente otros números, en cuyo contexto el teorema de Pitágoras posiblemente estuviese bien demostrado. Y decimos posiblemente porque ya hemos dicho que se desconoce y no es nada raro encontrar teoremas cuyas demostraciones originales no eran completamente correctas. Sin embargo, los pitagóricos eran muy listos, y si bien no estaban creados los números reales necesarios para salir de la contradicción en que se encontraban, ni era un momento histórico propicio para la creación de los mismos; comprendieron que sus ideas de conmensurabilidad no eran siempre aplicables y se dieron a la tarea de crear, de inventar paliativamente, una teoría para tratar de manera diferenciada los problemas geométricos. En verdad era sin que lo supieran, como destacamos, la primera piedra en la construcción de los números reales. ¡Edificación tan difícil y compleja, qué todavía requeriría de más de dos mil años!

Es decir, poco a poco, zigzagueando, motivada por las necesidades tanto materiales como intelectuales,



© Valeria Schwarz, de la serie *ReSIGNation*, Berlín, 2007-2008.

la mente humana amplió lo que hoy se conoce como el cuerpo o el campo de los números racionales, para poder definir otros números como raíz de 2. Con el tiempo, la introducción o invento de los números reales traería aparejado un sinfín de consecuencias impacantes que todavía son y serán objeto de estudio. En efecto, son ejemplo de ello el inmenso universo del análisis matemático real y complejo, invento que incluye el análisis diferencial e integral. Igualmente, aunque menos conocido por los no matemáticos, las teorías de grupos, anillos y cuerpos, que nos permitieron descubrir la insolubilidad de los problemas clásicos de la antigüedad relativos a la cuadratura del círculo o la trisección del ángulo con regla y compás, o de otros problemas como la imposibilidad de encontrar explícitamente las raíces de cualquier polinomio algebraico. Desde un punto de vista más material, es una invención el uso de estas teorías para la determinación de la distribución atómica espacial que conforma una determinada molécula. Son ejemplos mixtos de invención y descubrimiento vinculados a los números reales, los estudios sobre completitud de los espacios métricos y en particular de los números reales, que sirven como alternativa para su axiomática; la compleja topología de los números reales, y mucho más. ¡Y acordarme que en

cierta ocasión nada menos que un licenciado en Matemática me sentenció irreverentemente que raíz de 2 no tenía utilidad! Me puse rojo, por decir lo menos.

¿Cuáles fueron los procesos de razonamiento que condujeron a los griegos directamente a la invención de nuevas teorías geométricas? Pero que nadie piense en trivialidades o que reste méritos, porque tener delante una idea fenomenal no nos conducirá indefectiblemente a recogerla. Caminos igualmente muy lógicos conducirían a la invención del cero, o un tanto fuera ya de la matemática, a la necesidad práctica de la rueda; y sin embargo, civilizaciones de gran desarrollo no lograron ni lo uno ni lo otro. Por ejemplo, los mayas utilizaban el cero, tanto con un carácter de posición como de magnitud, y todo parece apuntar a que ya lo hacían desde un poco antes de nuestra era. Y sin embargo, no existe ningún indicio de que hicieren uso de la rueda, mientras que hace 7,000 años ya la rueda era utilizada en Mesopotamia. Pero el cero, si bien utilizado en algunas culturas para indicar posición, no aparece en calidad de cantidad en los continentes euroasiático y africano sino hasta avanzada nuestra era, lo que tuvo lugar—según estudios— en la India.

Una vez construidos los números reales y su representación abstracta en la recta, la demostración de que el famoso número  $\pi$  no es racional, no constituyó un invento sino un descubrimiento. Pero atención, también se descubre, mediante una demostración rigurosa, que el número  $\pi$  no es raíz de ningún polinomio algebraico con coeficientes enteros. O sea, no existe un polinomio  $a_0 + a_1x + \dots + a_nx^n$ , con  $a_0, a_1, \dots, a_n$ , números enteros, tales que  $a_0 + a_1\pi + \dots + a_n\pi^n = 0$ . Esto sí sucede con  $\sqrt{2}$ , pues en efecto, es una solución de la ecuación  $x^2 - 2 = 0$ . Así que los números reales se pueden dividir en dos conjuntos diferentes, es decir, disjuntos: los algebraicos, que son justamente aquellas raíces de polinomios algebraicos con coeficientes enteros y los demás, llamados trascendentes. Los números algebraicos pueden ser a su vez racionales e irracionales, como  $\sqrt{2}$ . Las denominaciones en sí tienen su porqué, pero ellas mismas no constituyen ni descubrimiento, ni invento matemático, sólo la introducción de una clasificación conveniente. Si se quiere, el invento de una clasificación, pero nunca un invento matemático propiamente.

¿Corresponden las relaciones descritas entre el descubrimiento y la invención solamente a la Matemática? Claro que no. Veamos un ejemplo muy ilustrativo. Podemos inventar un nuevo juego de ajedrez, como algunos ajedrecistas famosos especularon con la idea de disminuir la cantidad de partidas tablas. Utilizaremos, digamos, un tablero de 10x10. Aumentamos dos peones blancos y dos negros y agregamos dos nuevas piezas de cada color para escoltar al Rey y la Dama. Les asignamos determinados movimientos a estas nuevas piezas, como pudiera ser un movimiento combinado de torre y caballo. Las denominamos de alguna manera conveniente y a gusto. Por ejemplo, representadas ya junto a los reyes las fuerzas de infantería, caballería, armamento pesado y sacerdotes; ahora, con semejante fuerza de movimientos otorgada a las nuevas piezas, podríamos relacionar sus nombres con representaciones de la seguridad del estado, o de la banca, o de los medios de comunicación. Todo esto en su conjunto es la invención de un nuevo juego, por supuesto. Ahora lo estudiamos y quizás descubramos que siempre se gana un determinado final e inventamos un algoritmo para lograrlo, o descubrimos posiciones conducentes a tablas y cómo proceder para ello. Vemos así mezcladas las ideas de invención y descubrimiento.

Tanto las ideas matemáticas como la anterior del ajedrez, están muy vinculadas a procesos abstractos. Por eso todavía podríamos preguntarnos ¿corresponden el descubrimiento y la invención solamente al mundo abstracto? En el descubrimiento pudiera estar ausente la noción abstracta, aunque quizás esta se utilice para constatarlo. Por ejemplo, un niño de pocos días de nacido cuando descubre sus manos, lo cual es de connotación individual; o uno universal, como el descubrimiento, en su momento inimaginable –y todavía cuesta creerlo–, del desplazamiento de los continentes. El descubrimiento se referirá a algo material o abstracto, pero ya preexistente como hemos indicado. Hay poca duda sobre lo que significa cuando es material. La parte quizás confusa se refiere al caso abstracto, como en la Matemática. También en esta disciplina la invención, con frecuencia, da lugar a muchos descubrimientos, como ya hemos ilustrado. Pero la invención sí va siempre acompañada de un componente abstracto. Si uno crea un modelo matemático para des-



© Valeria Schwarz, de la serie *ReSIGNation*, Berlin, 2007-2008.

cribir un fenómeno físico, se puede pensar y de hecho hay quien piensa, que de entre los modelos que pueden generarse dentro de una teoría, se ha descubierto uno adecuado para el problema que nos ocupe. Que por eso se trata de descubrimiento y no de invención. Ya hemos realizado este análisis anteriormente, pero no está de más insistir. ¿De dónde salen esos modelos si no es del esfuerzo de nuestra mente, de nuestra invención? Claro que esos modelos tienen una motivación, que no salen de la nada, como ya hemos señalado. Pero aceptarlo en término de descubrimiento sería tan ridículo como decir que ya las palabras son conocidas y que el poeta sólo ha descubierto cómo ponerlas en orden para expresar con belleza sus sentimientos. La poesía tiene su inspiración, no sale de la nada, pero también se inventa, sólo que para no utilizar una palabra tan pedestre y terrenal en algo tan sensible, se hablará de inspiración de musas y creación artística. ¡No faltaba más! Es una de las razones por las que en este estudio hemos querido identificar en una misma clase de equivalencia la invención y la creación.

Hemos visto cómo la introducción trascendental de los números reales estuvo asociada a un problema geométrico. Si no hubiese sido así, de todas formas, tarde o temprano, se habrían inventado. Era una nece-

sidad histórica, concepto filosófico que ahora no sería apropiado tratar en estas líneas, pero que citamos para los ya entendidos. Si deseamos considerar ahora algo más material, la rueda pudiera entenderse con un carácter dual. Por un lado, hay un descubrimiento en cuanto a su geometría, en cuanto a la observación de ver cómo un tronco de árbol se desplaza o “rueda”; pero es un invento en cuanto a la utilización que hacemos de ella, lo cual motiva e impulsa el perfeccionamiento posterior de su diseño técnico para diferentes usos. Algunas otras cosas son mucho más complejas, como el descubrimiento de la electricidad y las invenciones para su explotación, que pasan por la modelación matemática, o sea, del invento abstracto para su estudio. A veces la Matemática ya desarrollada nos ha conducido a grandes descubrimientos. Así, en el siglo XIX, los modelos matemáticos de los astrónomos predijeron la existencia de Urano antes de que este se descubriera físicamente. Lo que sucede es que esas técnicas matemáticas ya tuvieron, quizás desde muy atrás, una motivación física en su origen. Son invenciones matemáticas los sistemas de numeración posicional, utilizados por los antiguos babilonios y los mayas. Los egipcios, a pesar de su desarrollo, no utilizaron ese camino. También son inventos los algoritmos para multiplicar, sumar, sacar raíces y otros muchos, aunque estos están basados a su vez en descubrimientos de las propiedades de los números. Los sistemas de numeración posicional favorecen la creación de estos algoritmos.

En fin, invento y descubrimiento son, desde la óptica de este análisis, categorías diferentes. No constituyen una disyuntiva, como engañosamente sugiere la pregunta que da lugar al título, sino que requieren el uno del otro, se mezclan, entrelazan y juntos son factor del desarrollo matemático. No hay nada extraño: hombres y mujeres también son diferentes, se mezclan, entrelazan, juntos procrean, y no pueden vivir ni un poquito los unos sin los otros. Sin embargo, a diferencia de la Matemática, quizás la única ciencia donde ninguna persona normal discutiría un resultado una vez correctamente establecido; el tema tratado se ubica en otro terreno polémico; tiene fuertes componentes filosóficas y dos personas pueden tener criterios filosóficos diferentes,

o incluso partir de concepciones semánticas distintas, como ya advertimos. El proceso de razonamiento que hemos seguido es analítico; pero tiene componentes interpretativas no inequívocamente definidas. Y es que ni siquiera en la Matemática como ciencia, tenemos el edificio bien apuntalado. Ahí se suponen como ciertos diversos conceptos que los especialistas en sus fundamentos se han esforzado por años y aún se afanan por afianzar, conscientes de que un apuntalamiento total de todo el edificio nunca será posible desde el punto de vista lógico. Este es un tema imposible de tratar aquí y fuera del alcance de los no especialistas. Por ello, el objetivo ha sido presentar un análisis serio y, en la medida de mis posibilidades, relativamente bien fundamentado, que pueda eventualmente ser enriquecido mediante reflexiones más profundas. Pero lejos de mi intención estaría polemizar debido a dos razones: de un lado por respeto a la diversidad de criterios y por el otro, con los años he podido finalmente comprender el difícil contenido de las lecciones de mi padre, cuando me mencionaba una cierta maldición gitana de la cual, en efecto, he constatado su permanencia al menos en la región de Andalucía: “¡Que tengas cien juicios y los ganes!” De tarea os dejo analizar si esta despiadada maldición es un invento o un descubrimiento.

## A G R A D E C I M I E N T O S

Este artículo fue escrito durante una estancia del autor como Profesor Invitado en el Departamento de Matemáticas de la Universidad de Jaén, España, el verano de 2009, con apoyo institucional SEP-VIEP, México.

El autor agradece las sugerencias y críticas de familiares y amigos, especialmente de la licenciada Hilda C. Morales Acevedo, esposa, y de los profesores doctor Daniel Cárdenas Morales y doctor Abel Castro Figueroa de las universidades de Jaén e ITESO de Guadalajara en México, respectivamente.

## R E F E R E N C I A S

<sup>1</sup> Jiménez-Pozo, M. A. Viaje al infinito. *Elementos* 63, (2006) 15-19. <http://www.elementos.buap.mx/num63/htm/15.htm>

<sup>2</sup> Poincaré, H. “La creación matemática”. (Arreglo de J. R. Newman). *Matemáticas en el Mundo Moderno*. Blume (edit), Madrid (1974).

<sup>3</sup> *Real Academia Española*. “Diccionario de la Real Academia Española”. RAE, Edición XXII (2007).

**Miguel Antonio Jiménez-Pozo**  
**Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, BUAP.**  
**email: mjimenez@fcfm.buap.mx**

# De la infección PARASITARIA al modelaje computacional

Evelyn **Martínez Morales**  
Thomas F. **Scior**

Lourdes **Millán PerezPeña**  
Eduardo M. **Salinas Stefanón**

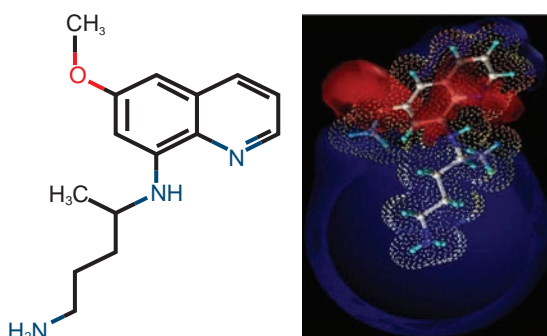
La infección parasitaria conocida como malaria (o paludismo), es causada por un protozooario del género *Plasmodium*; este parásito se encuentra distribuido globalmente y representa un problema serio de salud pública. El paludismo es una enfermedad endémica de las regiones tropicales; en México fue catalogada como problema de salud desde 1940.<sup>1</sup> El descubrimiento del *Plasmodium* (agente etiológico de la enfermedad) por *Charles Louis*, en 1880, y la demostración experimental por R. Ross y B. Grass, en 1899, de que la hembra del mosquito *Anopheles pseudopunctipennis* era el principal responsable de la transmisión del paludismo, condujo a la búsqueda sistemática de un tratamiento efectivo contra el parásito; sin embargo, esta búsqueda ha sido infructuosa. Uno de los inconvenientes más serios con esta parasitosis es la resistencia desarrollada a los fármacos empleados en su tratamiento. El arsenal farmacológico disponible se concentra en una sola familia de fármacos, las aminoquinolinas, originalmente desarrolladas a partir de un extracto de la corteza de un árbol, la chinchona, y estudiadas por Luis Pasteur en la primera mitad del siglo XIX. Pasteur describe varios componentes de este extracto: la quinidina, su estereoisómero cloroquina, la chinchonina, etcétera.

El relativo éxito de estos compuestos se ha visto mermado por los efectos secundarios que se presentan en los pacientes infectados, especialmente los referentes a la función cardiovascular. Por lo tanto, en nuestro laboratorio se aborda el estudio de los fármacos antimaláricos que han mostrado ser útiles en el tratamiento de dicha infección, pero que tienen efectos muy importantes sobre el sistema cardiovascular, particularmente la primaquina.<sup>2,3</sup>

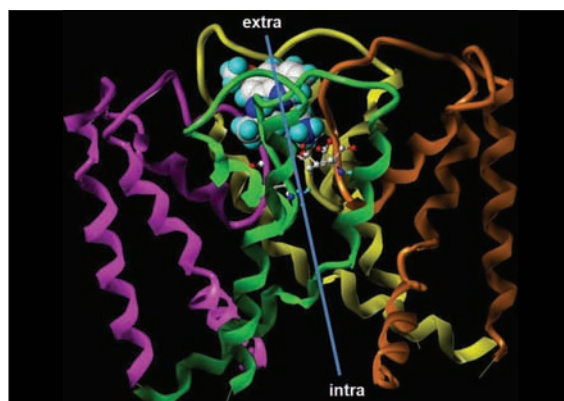
**PRIMAQUINA:** C<sub>15</sub>H<sub>21</sub>N<sub>3</sub>O

La primaquina (PQ) es una 8-aminoquinolina (quinolina: contiene una estructura aromática bicíclica tipo N que consta de un anillo de benceno con un anillo de piridina, Figura 1) que se administra por vía oral, para producir una cura radical, eliminando casi todos los reservorios de *Plasmodium vivax* y *P. ovale*. También es efectiva para prevenir la transmisión del paludismo por *Plasmodium falciparum*. El mecanismo de acción de la PQ sobre el parásito no se conoce con precisión, pero se cree que interfiere en la reproducción y la generación de energía (probablemente alterando la función mitocondrial del parásito), lo cual lleva a la muerte del plasmodio por agotamiento celular.<sup>4,5,6</sup>

La fisiopatología de los efectos secundarios de la PQ sobre el sistema cardiovascular no se conoce, pero se tienen indicios de que se une a ciertas proteínas integrales de la membrana de células excitables conocidas como canales iónicos, estructuras responsables del paso de iones a través de la membrana celular. Estas proteínas coadyuvan a la correcta transmisión de información intercelular. Por lo tanto, si la PQ interfiere con estas proteínas, es muy probable que al menos parte de los efectos colaterales, cardíacos o cardiovasculares, observados en muchos pacientes, sea ocasionada por la unión de esta aminoquinolina con los canales iónicos. Para demostrar esta hipótesis, decidimos abordar esta pregunta desde dos ángulos diferentes: primero, el estudio electrofisiológico (registrando el funcionamiento de estos canales iónicos *in vivo*), y segundo, utilizando un método consis-



**Figura 1.** Estructura de la primaquina. A la izquierda se observa su estructura química, el anillo de quinolina. A la derecha se observan las nubes electrónicas de la PQ; la nube más grande, en azul, muestra la alta carga positiva; las nubes pequeñas, en rojo, son las cargas negativas.



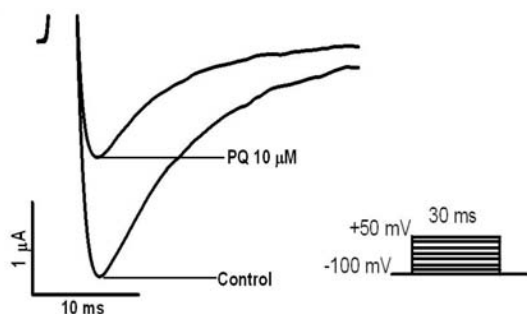
**Figura 2.** Docking de la PQ con el canal de sodio en su estado nativo. El ligando (PQ) se muestra con esferas grandes, y su posible interacción con el receptor (canal de sodio) mediante ciertos aminoácidos del canal (motivo DEKA en bastones y esferas pequeñas en la parte central). En la figura se muestran las  $\alpha$ -hélices de los segmentos S5 y S6 de cada dominio (DI-magenta, DII-amarillo, DIII-naranja y DIV-verde). Extra: espacio extracelular, intra: espacio intracelular. La PQ y el DEKA están coloreados de acuerdo al tipo de átomo: C en blanco, O en rojo, N azul oscuro, y H en azul claro.

tente en el modelaje computacional de canales iónicos y la unión o desunión del fármaco (modelos *in silico*).

#### MODELOS *IN SILICO*

El diseño de nuevos fármacos y medicamentos demanda el uso de la tecnología computacional. La farmacología computacional, también conocida como modelaje *in silico*, incluye bases de datos, estudios cuantitativos de la relación estructura-actividad, modelaje molecular, determinación de sitios de unión, cambios de energía de pegado ligando-receptor, etcétera. Esta tecnología permite simular procesos biológicos en un ordenador sin necesidad de experimentos *in vivo*. El modelaje *in silico* es utilizado para ligandos virtuales y blancos basados en el tamizaje y afinidad de perfiles virtuales.<sup>7</sup>

Estudios previos de nuestro grupo<sup>8</sup> muestran que el *docking* (acoplamiento) molecular es un método efectivo para explorar los diferentes modos de unión de dos moléculas que interactúan en una solución, generalmente en agua, aunque puede realizarse con otros solventes. El *docking* molecular se basa en encontrar las formas de interacción de menor energía (a menos energía, más interacción) de una molécula (ligando) con otra molécula de mayor tamaño (receptor). La búsqueda del ligando o receptor a través de las bases de datos con técnicas de acoplamiento molecular representa una alternativa muy interesante para diseñar fármacos específicos o encontrar mecanismos de acción de drogas.<sup>9</sup>

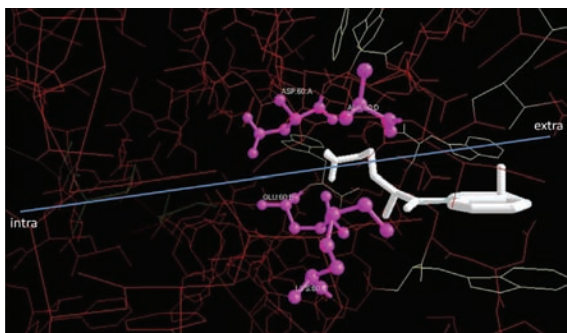


**Figura 3.** Corriente de sodio registrada después de la aplicación de un pulso de voltaje (-20 mV), bajo condiciones control y luego de la aplicación de PQ.

En nuestro caso, con la ayuda de sistemas de expresión heteróloga con mutagénesis de sitio dirigida y el *cloning* molecular, nos planteamos una hipótesis sobre el sitio o sitios de unión en nuestro receptor (canal de sodio) que interactúa(n) con el ligando (primaquina) (Figura 2).

#### MÉTODOS

En los últimos años se ha podido clonar y secuenciar diversos genes que codifican para proteínas de membrana (canales iónicos). En este trabajo se usó un sistema de expresión heteróloga (ovocitos de la rana *Xenopus laevis*), en el que se inyecta el DNA o RNAm sintetizado *in vitro*, que codifica para un cierto canal iónico. El ovocito es capaz de traducirlo y expresarlo funcionalmente en la membrana. Haciendo mutaciones o deleciones y observando cómo tales cambios alteran las propiedades funcionales del canal, se han identificado los segmentos responsables de los distintos componentes funcionales, como son el poro acuoso, el sensor de voltaje o la com-



**Figura 4.** Modelo tridimensional del docking de la PQ con el canal de sodio en su estado nativo. En la figura se representan el canal de sodio en rojo; en la parte central, el motivo DEKA (bastones y esferas pequeñas en magenta); a la derecha del DEKA se observa el área rica en triptófanos (líneas delgadas en blanco). El ligando PQ (bastones en blanco) se encuentra entre el motivo DEKA y el área de triptófanos. Asp: D, Lys: K, Glu: E, Ala: A.

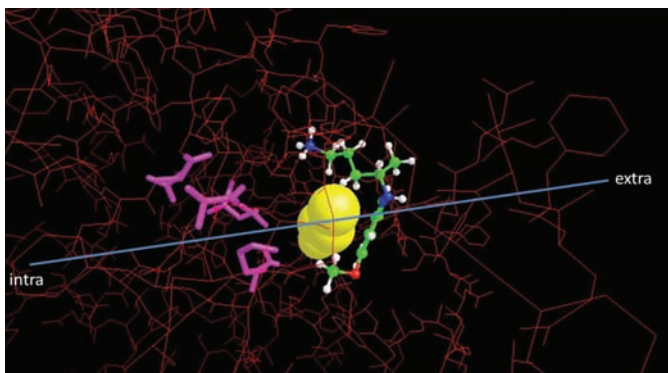
puerta de inactivación, así como sitios específicos de interacción entre ligando y receptor.

#### RESULTADOS

En trabajos previos<sup>10,11,12,13,14,15,16</sup> se describió que los miembros de la familia de las aminoquinolinas, como la cloroquina, quinidina, 4,7-dicloroquinolina, quinolina y primaquina, tienen diferentes efectos electrofisiológicos sobre las corrientes iónicas presentes en tejido cardíaco, principalmente de Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> y Ca<sup>2+</sup>. En nuestro laboratorio, expresando el canal de Na<sup>+</sup> en ovocitos de *Xenopus laevis*, se encontró que la PQ inhibe la corriente de sodio (Figura 3), dejando abierta la posibilidad del uso clínico de este fármaco.

El modelo *in silico* del canal de sodio<sup>8</sup> propone como probable sitio de unión del fármaco antimalárico (PQ) una estructura de aminoácidos conocida como filtro de selectividad (motivo DEKA), pero este modelo, aunque altamente probable, no es la única solución posible. Cuando estos resultados se añaden a la experimentación *in vivo*, se encontró que debería haber otro sitio de unión, probablemente compartido, entre los aminoácidos del motivo DEKA y otro u otros cercanos a él. Resultados experimentales *in vivo* muestran que la PQ pudiera interactuar con una serie de triptófanos (Trp) cercanos al filtro de selectividad, en la proximidad de la boca externa del canal de sodio; estos resultados fueron corroborados recientemente utilizando el modelaje *in silico*, que mostró que esta unión es la de más baja energía (es decir, la unión más probable) y, por tanto, pudiera ser la clave para la interacción de la PQ con su receptor<sup>17</sup> (Figura 4).

Combinando las técnicas de transfección de ADNc y el modelaje *in silico*, se obtuvo como resultado el modelo que se ilustra en la figura 5. La sustitución del triptófano por una cisteína desplaza la interacción de la PQ de su posición original. Este desplazamiento del fármaco de su posible receptor hace que la energía de pegado se incremente unas 100 veces (de  $4.7 \times 10^{-7}$  a  $1.9 \times 10^{-5}$ ), lo que indica que, como consecuencia de la mutación, el receptor ha perdido su capacidad de unión al ligando, sugiriendo que se trata de un sitio apto para el pegado no solo de este ligando, sino de otros con características similares.



**Figura 5.** Modelaje tridimensional de la mutación w756C. La mutación a cisteína (esferas amarillas) desplaza el fármaco (bastones y esferas pequeñas) de su sitio original cerca del motivo DEKA (bastones en magenta). La molécula de PQ está coloreada de acuerdo al tipo de átomo: H en blanco, O en rojo, C azul oscuro, N en verde.

## CONCLUSIONES

El uso de antimaláricos como la PQ para el tratamiento de la infección parasitaria, aunque efectivo, no solo afecta al parásito, sino que conlleva riesgos importantes para la función cardiovascular generando efectos indeseables tales como las arritmias. Nuestro trabajo ha mostrado que el mecanismo de acción de la PQ está íntimamente relacionado a su unión con el canal de sodio, y esta conclusión nos permite sugerir que la unión debe ocurrir por medio de la carga positiva del fármaco y las negativas de los triptófanos que se encuentran en la boca externa del canal y, por tanto, probablemente se trate de una unión electrostática (interacciones  $\pi$ - $\pi$ ) entre la carga fuertemente positiva de la PQ y los triptófanos en la estructura del canal. Otro hallazgo importante es que la PQ actúa por el lado extracelular del canal uniéndose a la boca externa (llena de triptófanos); este posible sitio puede ser alcanzado por otros fármacos con características similares (como tamaño, anillos cíclicos, carga eléctrica, etc.).

El descubrimiento de un nuevo sitio de unión en los canales de sodio abre la posibilidad no solo de encontrar fármacos similares a la PQ, con características farmacológicas afines, sino también de diseñar fármacos específicos para este nuevo sitio de unión que pudieran interferir en la cinética del canal y favorecer el tratamiento de enfermedades en las cuales la alteración de los canales sodio es importante, tales como las arritmias cardíacas o la epilepsia periódica familiar, entre otras.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1 Secretaría de Salud de México. Subsecretaría de Prevención y Promoción de la Salud. Centro Nacional de Vigilancia Epidemiológica y Control de Enfermedades. Dirección de Programa de Enfermedades Transmitidas por Vectores. Sistema de Información de Vectores. (2004).
- 2 López-Antuñaño, F.J. y Schuminis G. Diagnóstico de malaria. Organización Panamericana de la Salud. Publicación Científica núm. 512, 39-50 (1988).
- 3 White, N.J. Cardiotoxicity of antimalarial drugs. *Lancet Infect Dis.* 7:549-558 (2007).
- 4 Panisko, D.M. y Keystone, J.S. Treatment of Malaria. *Drugs*, 39(2):160-89 (1990).
- 5 White, N.J. The Treatment of Malaria. *N Engl J Med*, 335(11):800-6 (1996).
- 6 Beers, M.H.MD, y Berkow, R.MD. "Extraintestinal Protozoa: Malaria." Section 13, chapter 161. En: *The Merck Manual of Diagnosis and Therapy*. Whitehouse Station, NJ: Merck Research Laboratories (2005).
- 7 Ekins, S., Mestres, J., Testa, B. In silico pharmacology for drug discovery: methods for virtual ligand screening and profiling. *Br J Pharmacol.* 152:9-20 (2007).
- 8 Scior, T., Martínez, M.E., y Salinas, S.E., Los modelos *in silico*, una herramienta para el conocimiento farmacológico. *Elementos*. 68:25-28 (2007).
- 9 Ewing, T.J.A, Makino, S., Skillman, A.G., Kuntz, I.D. DOCK 4.0: Search strategies for automated molecular docking of flexible molecule databases. *J. Comput. Aided Mol. Des.* 15:411-428 (2001).
- 10 Cebada, J. y Salinas, E. Chloroquine selectively blocks the inward rectifying potassium channel in dog cardiac myocytes. *The intracellular effect. Biophys. J.*, 66: A211 (1994).
- 11 Clark, R.B., Sanchez, C.J., Salinas, S.E., Duff, H.J. y Giles, W.R. Quinidine-induced open channel block of  $K^+$  current in rat ventricle. *British J. Pharmacol.* 115:335-343 (1995).
- 12 Nenov, N.I., Crumb, W.J., Pigott, J.D., Harrison, L.H. y Clarkson, C.W. Quinidine interactions with human atrial potassium channels. Developmental aspects. *Circ. Res.*, 83:1224-1231 (1998).
- 13 Orta, S.G. Efectos electrofisiológicos de la 4,7-dicloroquinolina sobre las corrientes iónicas de potasio de entrada y salida, en miocitos aislados del corazón de mamífero. Tesis de Maestría, Instituto de Fisiología, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (1999).
- 14 Sánchez, C.J., Salinas, S.E., Torres, J.J., Benavides, H.D. y Navarro, P.R. Blockade of currents by the antimalarial drug chloroquine in feline ventricular myocytes. *J. Pharmacol. Exp. Ther.*, 297:437-445 (2001).
- 15 Gloria, A.B. Efectos electrofisiológicos de la quinolina sobre las corrientes iónicas de potasio de entrada y salida en cardiocitos ventriculares aislados de mamífero. Tesis de Maestría. Instituto de Fisiología, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (2002).
- 16 Orta-Salazar, G., Bouchard, R.A., Morales-Salgado, F. y Salinas-Stefanon, E.M. Inhibition of cardiac  $Na^+$  current by primaquine. *British Journal of Pharmacology*, 135:751-763 (2002).
- 17 Scior, T.R.F., Martínez-Morales, E., Cruz, S.L. y Salinas-Stefanon, E.M. *In silico* modeling of toluene binding site in the pore of voltage-gate sodium channel. *J Receptor, Ligand Channel Res.* 2: 1-9 (2009).

**Evelyn Martínez Morales, Eduardo M. Salinas Stefanón,**  
**Instituto de Fisiología, BUAP.**  
**email: esalinas@siu.buap.mx**  
**Thomas F. Scior,**  
**Facultad de Ciencias Químicas, BUAP.**  
**Lourdes Millán PérezPeña,**  
**Instituto de Ciencias, BUAP.**

# Estado, economía y CAOS

Julio **Muñoz**

Tratando de conocer las causas de la recesión económica actual, me puse a buscar las explicaciones que se estén dando al respecto. Parece haber acuerdo en que la crisis se manifestó en USA con el derrumbe brusco de instituciones financieras (Lehman Brothers, Merry Lynch, etc.). Dicen que la causa inmediata del derrumbe fue haber excedido ciertos límites en sus operaciones. La evidente incapacidad de los expertos en economía para predecir el efecto del exceso me resultó sorprendente e inexplicable. Solamente una fe ciega en la capacidad del sistema económico para mantenerse estable y sano por sí mismo podría explicar esa incapacidad aparente, pero la fe no puede suplir al análisis.

En la búsqueda me encontré con una teoría de origen matemático que me llamó la atención: la teoría del caos determinado (*deterministic chaos*).



© Valeria Schwarz, Making of *The Shift*, videoinstallation by Julian Rosefeldt.

### LA CRISIS: CAOS DETERMINADO

Por caos se entiende comúnmente confusión, desorden. En esta teoría, el caos es imprevisible, como lo fue el brusco estallido de la crisis (primera semejanza entre caos y crisis). La instalación del caos en un proceso de trayectoria previamente estable, está determinada por un cambio en las variables (condiciones) iniciales del proceso, como parece que fue el caso de la llamada crisis al excederse ciertos límites (segunda semejanza). Que un sistema sea caótico no quiere decir que en todo momento lo sea, sino que en algún momento lo será si se introduce una ligera perturbación. Así pues, el caos está determinado por un cambio y por las causas de éste. El caos teórico y la crisis concreta devienen ambos del orden (tercera semejanza). Espero que nadie se escandalice porque la teoría no se apega al génesis bíblico, en el que Dios puso orden en el caos. Las crisis económicas siguen el proceso inverso: del orden al caos.

La teoría del caos fue iniciada a fines del siglo XIX por Poincaré al concluir que la evolución del sistema solar se puede hacer imprevisible (caótica) con cualquier variación, por ejemplo, un cambio en la posición de un planeta, aunque el cambio sea tan ligero que no pueda

ser detectado. El cambio es el factor que determina el paso de lo ordenado y estable a lo caótico e inestable. La teoría la revitaliza en 1963 E. Lorenz, quien popularizó el nombre de “efecto mariposa”: el vuelo de una mariposa en Brasil puede propiciar un tornado en Arizona. Esta fábula tiene la virtud de enfatizar que hay acontecimientos que presuntamente son independientes, pero que están relacionados causalmente mediante ligas difíciles de descubrir. El caos sólo ocurre en sistemas complejos, esto es, compuestos por múltiples variables interconectadas. Por ejemplo, las sociedades humanas. El comportamiento global de estos sistemas no es obvio a partir de las propiedades de sus partes.

No todos los sistemas complejos son caóticos. Algunos son adaptables (*adaptive*), es decir, la ocurrencia de un cambio genera otro de magnitud similar pero de signo opuesto, con lo cual el sistema tiende a estabilizarse. Esta proposición se expresa en la economía. Hay quienes, en efecto, tienen la ferviente creencia de que la “economía de mercado” se autorregula y se mantiene estable por sí misma. Esta creencia debió caer por los suelos con la depresión de los años treinta del siglo pasado, sobre la que ni siquiera hay acuerdo acerca de los factores que la causaron. A últimas fechas, los gobiernos tratan de poner remiendos para revertir el caos, con lo que confiesan su repentina desconfianza en la antes cacareada autorregulación de la economía de mercado. Si hubiese tal, pues que no hagan nada. Ahora se dice (don Felipe) que todo habría sido peor de no haber hecho el gobierno su tarea. Dado que la duración de la crisis también es imprevisible, el presidente puede decir lo que convenga a su imagen con el aplomo de cara dura consumado que algunos le admiran. Nunca sabremos qué habría pasado si no hubieran hecho la tarea, pero no puede descartarse que los errores gubernamentales del pasado fuesen factores que desataron la caótica crisis.

No conviene ver con un solo ojo. Los sistemas complejos y globalmente caóticos podrían presentar fases más o menos estables que se alternen cíclicamente con fases caóticas. El pasar de la fase de autorregulación—dentro de ciertos límites— a la fase caótica, puede estar determinado por una mínima variación en una o más de las variables que deben mantenerse dentro de ciertos límites para mantener la estabilidad global del sistema

económico. Parece ser fatal que cada fase estable de la economía de mercado sea seguida por caos económico. Los políticos ya se han dado cuenta de esto, y lo que ahora proponen son medidas “anticíclicas”. Lo malo es que, desconociendo las causas del ciclo, quizá nos quedemos en un caos de muy larga duración. Al final de la fase caótica el sistema se equilibrará, no hay duda, pero quizá en un estado deprimido. La paz de los cementerios. Las fases caóticas podrían explicar el fin de los imperios.

No quiero dejar la impresión de que favorezco un estado central fuerte que pudiera determinar cambios tan mayúsculos que llevarán rápidamente a un caos profundo y a la destrucción del sistema, como en la ex Unión Soviética. Advierto, sin embargo, que a la destrucción también se llega por la vía de la llamada democracia. Quizá la economía estable requiera de la creación de otro tipo de sistema.

#### ESTADO, CONTROL Y CAOS

Una función fundamental de todo Estado nacional y de los gobiernos que lo representan, es mantener el control de los asuntos públicos con el fin de alcanzar determinados objetivos (espacio político-ideológico), y mantener la estabilidad de estos, utilizando para ello los medios necesarios (espacio político-técnico). La responsabilidad de los gobiernos que, como en México, determinan o tratan de determinar las acciones concretas del Estado, se da en ambos espacios. Las llamadas “razones de Estado” que

frecuentemente se invocan son en su mayoría razones de gobierno del partido político dominante. El control gubernamental implica intervención con mando. Sin embargo, en lo que toca a la economía, los llamados “anarquistas de derecha” y los gobiernos neoliberales sostienen que el mejor de los estados es aquel que menos interviene en los asuntos económicos. Según esta visión, la economía de mercado se autorregula y marcha mejor sin intervención o con poca intervención estatal.

En el neoliberalismo imperial o colonial, el gobierno cede buena parte sus funciones a la economía de mercado. Recordemos el adelgazamiento del Estado “de empresarios, por empresarios y para empresarios” preconizado en el sexenio pasado. A final de cuentas, el sistema económico predomina sobre la política y la determina. El empobrecimiento de un núcleo importante de la población se toma como consecuencia irremediable de la estabilidad “macroeconómica” que supuestamente favorece a todos los mexicanos. El gobierno no persigue en tal caso el bien para el mayor número, sino para los que más tienen a costa de la explotación inclemente de los que tienen menos, y se toma como verdad inalterable la máxima de que “el fin justifica a los medios”. Los medios nada justifican: solo son útiles o inútiles para alcanzar los fines, y en los cacareados fines se ha fracasado antes de lo que hoy se reconoce como crisis, la cual tiene larga cola. Se pretende mejorar la seguridad ciudadana o el orden público, pero llegamos a la inseguridad caótica. El neoliberalismo concibe a la economía de mercado como ente autónomo y omnipotente. Un gran fetiche. El actual caos económico desmiente los postulados que cimientan el fetiche (véase *La crisis: caos determinado*, p. 38). Un hecho que pone de manifiesto las consecuencias del neoliberalismo en USA, es que éste es el país en el que más rápidamente crece la pobreza. Desde luego, ni en USA ni en México se reconocerá que el crecimiento de la pobreza pudiera ser un factor que desate el caos económico. Se dice que la crisis nos viene de afuera, pero somos “socios” de USA en la misma empresa y hacemos aportaciones de cuño propio. Nuestra más grave crisis es la interna.

Al neoliberalismo se le oponen los Estados y gobiernos de tendencia socialista, que ponen la





© Valeria Schwarz, *Making of The Shift*, videoinstallation by Julian Rosefeldt.

igualdad como objetivo primario, al menos en el discurso, aunque ponen cotas a la libertad de las personas, pero también las ponen, y más estrechas, los gobiernos neoliberales. La solución podría ser una suerte de socialismo libertario, con autogestión popular e intervención de un Estado comunal para hacer armónicas las decisiones populares. Si la igualdad se lograra podría haber mayor estabilidad del sistema al disminuir o desaparecer en la práctica una variable que introduce caos: la apetencia desmedida por la riqueza y el poder cueste lo que cueste.

Nuestro actual gobierno le da mano libérrima al fetiche de su devoción, pero en otros asuntos, el Estado, y particularmente el presidente, cree en su voluntad y en la utilidad de su mano represiva. El voluntarismo se hace estandarte que se exhibe en inacabables, aburridos y huecos discursos. Parecen creer el presidente y sus adherentes que lo crucial es “echarle ganas” ¿Ganas de qué? Infinidad de nefastos gobernantes le echaron muchas, pero muchas ganas. Don Felipe será juzgado por sus resultados y no por sus ganas.

Un fin del actual gobierno es el de eliminar el tráfico de enervantes, y el medio es “la guerra al narcotráfico”. ¡Mano dura! El fin puede parecer ser aceptable, pero según los datos disponibles el consumo de enervantes no disminuye, sino que va en aumento entre los jóvenes. Entonces, el tráfico tampoco disminuye, y utilizar al

ejército en tareas impropias que lo desprestigian y que a veces son punibles, no está siendo útil para alcanzar el fin. Se falla en el fin y en los medios. El fin podría ser el disminuir el consumo, y el medio, el dotar a la población con satisfactores para que a los infelices consumidores no les sea atractivo el tratar de evadirse de su realidad. Se dice que “La guerra al narcotráfico se está ganando, aunque no lo parezca” ¿Cómo se va a ganar si el fin se aleja? Como este ejemplo hay otros muchos: el catarrito diagnosticado con la recesión en marcha, la solidez de la economía con una deuda interna mucho mayor que las reservas, la miseria indignante y la “presidencia del empleo” con el empleo en picada. Don Felipe y el PAN exhiben ufanos sus equivocaciones, su imprudencia y su falta de recato y de sentido del ridículo.

Ahora, con el agua al cuello y del brazo de USA, se anuncia que el gobierno toma medidas paliativas –de corte “keinesiano”– para salir del caos. Ojalá y tenga buen éxito, pero hubiera sido mejor que las hubiese tomado antes de propiciar nuestro propio caos neoliberal. Hubiera sido mejor que entendiese el sistema complejo que dice gobernar. La crisis no viene de afuera: es parte del sistema del que formamos parte como dominados y dependientes.

**Julio Muñoz, Departamento de Fisiología, CINVESTAV.**  
**email: [jmunoz@fisio.cinvestav.mx](mailto:jmunoz@fisio.cinvestav.mx)**



© Valeria Schwarz, *Making of The Shift*, videoinstallation by Julian Rosefeldt.

# Hacia una UNIVERSIDAD flexible

Rogelio **Martínez Cárdenas**

En ninguna época antes del siglo pasado se habían logrado tan vertiginosos avances en diferentes campos de la ciencia; sin embargo, a pesar de todos estos avances la especie humana parece caminar en sentido inverso en el aspecto cultural.<sup>a</sup> Este nuevo siglo se ha caracterizado por el fortalecimiento de los fundamentalismos tanto en el ámbito religioso como en el político; se ha creado un enemigo invisible e inubicable denominado terrorismo el cual ha sido pretexto para una política intervencionista; en lo económico, en aras de la libertad económica se sacrifica el bienestar de la población. Por otro lado, bajo el argumento de la “globalización” como eje discursivo de la modernización, los medios de comunicación de masas y el comercio internacional han sido los principales motores de la unificación de patrones de consumo y de la creación de un imaginario de bienestar basado únicamente en la acumulación de bienes materiales.<sup>b</sup>

El desarrollo tecnológico ha creado una paradoja; por un lado ha facilitado la vida –la capacidad económica es determinante para acceder a los avances tecnológicos en número y velocidad– minimizando los esfuerzos necesarios para la adquisición de satisfactores; aumentó la expectativa de vida con base en los avances médicos y permitió acceder a medios de comunicación que han modificado los conceptos de tiempo y espacio, lo que en teoría facilitaría la difusión y masificación de la cultura. Sin embargo, lo paradójico consiste en que este avance ha generado un alejamiento de la naturaleza y una destrucción masiva de recursos no renovables que plantean una gran incógnita con respecto al futuro del sistema productivo como lo conocemos hasta ahora.<sup>6</sup>

El sueño de una vida más cómoda que permita el desarrollo cultural humano se vuelve contra su creador; el nuevo paraíso termina sepultando al hombre en una cultura masificada, Es aquí donde la educación juega un papel muy importante.

El bienestar que augura la educación hoy ya no sólo remite a la posibilidad de generar a futuro mayores ingresos que los de nuestros padres, dado nuestro mayor capital humano, sino que también se refiere al uso y habilidades adquiridas para ejercer nuevas formas de ciudadanía, convivir constructivamente en el multiculturalismo, combinar el vínculo mediático... no sólo se trata de adquirir conocimientos, sino de hacer del aprendizaje un proceso interactivo, donde el énfasis esté puesto mucho más en la producción de nuevas síntesis cognoscitivas en el estudiante que en la adquisición de información acabada.<sup>1</sup>

Es a través de la educación que podremos lograr la ciudadanía del hombre y la mujer, entendida no como el desplazamiento de estos de las zonas rurales a las urbes, sino como habitantes de un espacio multicultural donde el respeto a la diferencia ideológica, política, religiosa, étnica, sexual, estética o de cualquier otra especie no sea motivo de segregación o pretexto para iniciar una disputa bélica, sino, por el contrario, el enriquecimiento que permite a cada uno expandir el conocimiento del mundo en el que habita. Es responsabilidad de las instituciones



© Valeria Schwarz, Making of *The Shift*, videoinstallation by Julian Rosefeldt.

educativas el preservar e incrementar el patrimonio cultural de la humanidad luchando contra el monstruo de mil imágenes,<sup>4</sup> la mercadotecnia, un ser que tiene aversión al lenguaje escrito, acrítico,<sup>5</sup> convencido de que lo importante es llegar a Itaca y no el camino, de que la felicidad viene enlatada y en diferentes presentaciones, es decir, una persona que cada día tiene más comodidades, pero menos razones para vivir.

Las universidades –y es responsabilidad obligada de las de carácter público– no deben dejar de reconocer que sus egresados se incorporarán al mercado laboral, pero formándolos no únicamente para vivir en el presente, puesto que será el patrimonio cultural que posean lo que les permitirá mantenerse vigentes a lo largo del tiempo, como advierte Touraine:

El futuro profesional es tan imprevisible, e implicará brechas tan grandes en relación a lo que ha aprendido la mayoría de quienes hoy asisten a la escuela, que debemos, antes que nada, solicitar a la escuela que los prepare para aprender a cambiar más que formarlos en competencias específicas que probablemente estarán obsoletas o serán inútiles para la mayor parte de ellos a corto plazo.<sup>2</sup>

En el afán de dar a los estudiantes una mayor competitividad laboral las universidades están dejando de lado aspectos formativos que tienen que ver con lo cultural

y la vida cotidiana y que les permitirán a sus egresados generar una biografía mucho más rica y no solo un currículum que les asegure un éxito laboral.

La visión disciplinaria y el desarrollo de carreras o profesiones que generan competencias reconocidas por el mercado laboral han llevado a la Universidad a entrar en un juego de competitividad y mercantilismo en términos económicos, esto en gran medida promovido por la [ausencia de] política educativa de Estado; sin embargo, debería ser la Universidad, y en especial la de carácter público, el ente que marque el camino hacia destinos con finalidades más elevadas que la de formar mano de obra especializada. “El conocimiento crece aceleradamente, pero fragmentariamente... esta fragmentación del conocimiento se torna preocupante cuando ya no es sólo el conocimiento el que se fragmenta, sino el hombre y la cultura.”<sup>3</sup>

La universidad pública debe ser el motor científico-cultural y un actor muy importante de la sociedad, por lo que no solo deben sus integrantes buscar tener vínculos de carácter internacional para considerarse miembros activos y vigentes en un entorno cada vez más interconectado, sino que la Universidad debe incidir en su entorno local en tanto parte del mundo globalizado, “ni Universidad enclaustrada, de espaldas a la sociedad, ni Universidad militante, es decir Universidad invadida por los ruidos y rumores de la calle, sino Universidad partícipe.”<sup>4</sup>

¿Qué papel debe jugar la universidad pública actualmente? Desde mi punto de vista dos muy importantes, el primero es acercar la formación profesional a los grupos sociales que no cuentan con la capacidad económica para acceder a la educación en escuelas particulares. El segundo, y más importante, es culturizar a la sociedad, pues “la educación es más que transmisión y adquisición de conocimientos, el cultivo de la inteligencia lógico-matemática.”<sup>5</sup> Esta culturización no se logra solo con el hecho de contar con una gama importante de actividades artístico-culturales como parte de su área de extensión. La culturización tiene que ver con que los egresados de la Universidad no solo sean capaces de desempeñar con alto nivel las competencias profesionales de la licenciatura que cursaron, sino que además posean un conocimiento sobre las artes de tal manera que puedan y disfruten de la literatura, pintura, música de concierto, escultura, etc., y además comprendan cómo ha sido la evolución del pensamiento de la humanidad desde sus inicios hasta nuestros tiempos. Así pues, es responsabilidad de la universidad pública el preservar y transmitir la cultura manteniéndola vigente como un activo apreciado por la sociedad, independientemente de si puede o no ser convertido en un beneficio de carácter económico. Si la culturización es parte fundamental del nuevo papel que debe jugar —y que nunca debió haber dejado— la Universidad, la realidad es que la estructura actual basada principalmente en disciplinas resulta inoperante para el logro del objetivo; de ahí que cada vez se hable más de la necesidad de recurrir a la interdisciplina y la transdisciplina para tratar de explicar la complejidad de la realidad.

#### DE LA FORMACIÓN RÍGIDA A LA FLEXIBLE

En este nuevo entorno más dinámico e inestable, la Universidad ha empezado a compartir parte de sus funciones con medios desarrollados por la tecnología: “La escuela deja de ser el principal medio de información para las nuevas generaciones y debe competir con otros medios como la televisión e internet”.<sup>6</sup> De ahí que haciendo eco a la usanza de la época actual, en lugar de competir y tratar de mantener un papel de único difusor de información sería en términos académicos, asimilar y usar los avances



© Valeria Schwarz, Making of *The Shift*, videoinstallation by Julian Rosefeldt.



© Valeria Schwarz, Making of *The Shift*, videoinstallation by Julian Rosefeldt.

tecnológicos para ampliar el espectro de gentes que pueden tener acceso a la ciencia y la cultura.

La universidad pública debe plantearse el romper con la concepción institucionalista para pensar de una manera más moderna en función de un sistema interuniversitario que facilite de hecho, y no solo de nombre, la movilidad de profesores y estudiantes de tal forma que se potencien las capacidades de cada universidad en lo individual.

Por otra parte, nuestro modelo educativo, alejado de la investigación, da como resultado profesionistas que no conciben a la investigación como una manera de encontrar soluciones creativas a problemas concretos que enfrentan las empresas o instituciones donde laboran. A esta posición Brunner la denomina “analista-simbólica”, y en ella se plantea una alta educación sin que necesariamente interese su expresión mediante certificados académicos; es decir, lo importante es la manera de usar creativa y efectivamente el conocimiento. Sin embargo, el mercado laboral necesita asegurarse que quien ofrece sus servicios tenga un mínimo necesario de conocimiento específico sobre un área determinada para la cual va a ser

contratado, por lo que no puede dejarse al arbitrio de cada estudiante lo que considera que es necesario o útil para desempeñar una actividad específica. Lo que sí es posible es cambiar la manera en la que el alumno y el profesor participan dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Actualmente, por más flexible que sea una currícula, sigue siendo operada y conceptualizada desde la visión administrativa. Lo ideal es que el alumno, con base en la asesoría de un tutor académico, pueda organizar su propia trayectoria escolar, pero esto plantea cambios importantes en la forma de concebir la manera de cursar una asignatura.

La propuesta sería que los alumnos ingresaran a programa académicos globalizadores como Humanidades, Ciencias Sociales, Ciencias Médico-Biológicas, Ciencias Exactas, etc., no como sucede actualmente que tiene troncos comunes. La idea es que se adquirieran conocimientos afines y básicos independientemente de la formación terminal con que concluya sus estudios; es decir, no está el alumno amarrado a una formación profesional específica desde su incorporación a la Universidad; de esta manera el alumno tendrá una visión más certera del espacio laboral en que se desea desempeñar. En una segunda etapa el alumno cursará áreas más específicas que empiezan a distinguirlo como especialista de un área del conocimiento, y para una tercera etapa, la más importante, tomará la corresponsabilidad de su formación con un tutor académico que le asesorará sobre cuáles asignaturas cursar y que le darán el nombre al título que obtendrá.

¿Qué tiene esto de especial comparado con algunos programas ya existentes? El hecho de que el alumno deberá plantearse un objetivo final de formación, el cual está manifestado mediante un proyecto terminal que se vuelve en sí mismo un proyecto de investigación, para lo cual el alumno debe cursar las asignaturas que su proyecto demande, independientemente del área de conocimiento al que correspondan, con lo que se rompe la visión disciplinaria de la formación.

Para el logro de este tipo de programas debe existir flexibilidad administrativa, de manera que el alumno pueda llevar su curso en la institución que considere más adecuada, lo cual no necesariamente implicaría que el estudiante tuviera que moverse para acreditar un curso. Aquí es donde la reducción espacio-temporal que ha pro-

ducido la globalización de la que tanto se habla juega a favor del estudiante, pues debería contar con las facilidades para contactar con un profesor, y si éste está dispuesto a apoyarlo, recibir asesoría vía internet usando algunos de los múltiples recursos con que cuenta el sistema actualmente.

Las universidades de verano son otra vía para hacer ágil la incorporación de temas de actualidad en la currícula universitaria, puesto que contribuye tanto a la formación académica de los estudiantes, como a la movilidad de académicos y alumnos.

## CONCLUSIONES

La universidad pública enfrenta la necesidad de cambiar la manera en que ha venido operando durante largo tiempo. La rapidez con que la ciencia confronta el conocimiento anterior y acumula nuevos saberes, así como el hecho de que las políticas estatales (en algunos casos por coincidir con la posición neoliberal de la economía y en



© Valeria Schwarz, Making of *The Shift*, videoinstallation by Julian Rosefeldt.

otros por causas estructurales, es decir la incapacidad para generar ingresos) han dado como resultado una disminución de los recursos para la universidad pública, lo que restringe su crecimiento, particularmente en relación al crecimiento de la población. Ello limita la posibilidad de estudio a nivel superior de los alumnos con baja capacidad económica.

Por otro lado, la hiperespecialización y la aculturación de la población alfabetizada plantean la necesidad de volver a los orígenes, formar a los estudiantes mediante una concepción compleja y transdisciplinar, como es en verdad la realidad, a la cual por cuestiones de análisis o razones pedagógicas hemos segmentado en disciplinas llegando en algunos casos hasta su simplificación. Hoy nuestros académicos más destacados saben mucho de poco y en algunas ocasiones alcanzan a saber todo de nada. Es necesario volver a incorporar a la ciencia como parte formativa fundamental de los estudiantes y no sólo proporcionarles cúmulos de información.

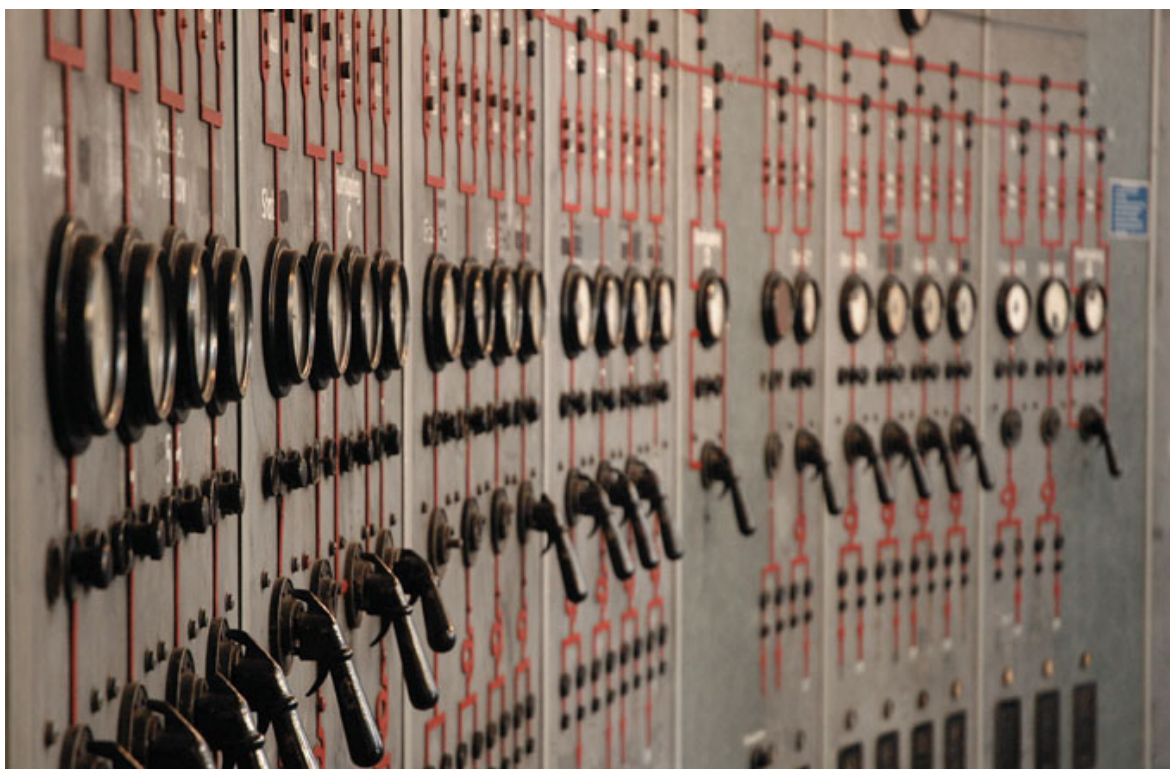
La universidad pública tiene la posibilidad de romper la visión individualista tradicional con que ha operado y promover un nuevo esquema de trabajo interinstitucional formando redes reales que compartan experiencias y potencien sus capacidades, no sólo a nivel de investigadores o académicos, sino a nivel institucional, lo que implica modificar las concepciones administrativas y en algunos casos profesionalizando las mismas y adecuándolas para operar entre ellas.

Finalmente, hay la posibilidad de replantear el papel que juega el mismo estudiante en su proceso formativo al modificar la manera en que concebimos el cursar una asignatura, permitiéndoles a los estudiantes que con ayuda de la tecnología informática o las universidades de verano puedan acceder a profesores en otras universidades, siendo esta una alternativa de vinculación y trabajo interinstitucional que permite elevar el nivel académico formativo del estudiante.

## N O T A S

ª “La globalización significa antes de nada una desvinculación extrema entre actores e instituciones. Es decir, por debajo del nivel mundial económico hay un fuerte debilitamiento de lo social” (Touraine, 2006).

º “El crecimiento en 19 mil millones de dólares de la fortuna personal de



© Valeria Schwarz, Making of *The Shift*, videoinstallation by Julian Rosefeldt.

Carlos Slim es un ejemplo de la mala distribución de la riqueza, ya que equivale a un 10 por ciento del presupuesto ejercido por el gobierno federal el año pasado y representa el 54 por ciento de la generación de riqueza [de México] en 2006” (Petersen Farah, 2007).

• “Los decanos de las 30 universidades donde se imparte la carrera de Humanidades se acaban de reunir en la Universidad Oberta de Cataluña (UOC). Del encuentro, destacan que las Letras no pueden quedar relegadas. «Son profesiones menos valoradas que otras más productivas económicamente, olvidando la potencialidad de la educación y cultura. Un país con una educación deficiente quedará relegado en el ámbito internacional social y económico», dice Gloria Munilla, directora de Humanidades de la UOC.” Las carreras de Humanidades se quedan sin alumnos. <http://www.educaweb.com/EducaNews/interface/asp/web/NoticiasMostrar.asp?NoticialD=417&SeccioID=693> (18 de diciembre de 2006).

• “El espectáculo se muestra a la vez como la sociedad misma, como una parte de la sociedad y como instrumento de unificación. En tanto que parte de la sociedad, es expresamente el sector que concentra todas las miradas y toda la conciencia. Precisamente porque este sector está separado es el lugar de la mirada engañada y de la falsa conciencia; y la unificación que lleva a cabo no es sino un lenguaje oficial de la separación generalizada” (Delord, 1967, p. 2).

• Como menciona Martín Barbero, “la tecnología deslocaliza los saberes modificando tanto el estatuto cognitivo como institucional de las condiciones del saber, y conduciendo a un fuerte emborronamiento de las fronteras entre razón e imaginación, saber e información, naturaleza y artificio, arte y ciencia, saber experto y experiencia profana” (Martín Barbero, 1996, p. 2).

## REFERENCIAS

- <sup>1</sup> Hopenhayn, M. (s.f.). *Educación, comunicación y cultura en la sociedad de la información: una perspectiva latinoamericana*. Recuperado el 30 de septiembre de 2008, de LiberArte. Revista de Colegio de Artes Liberales: <http://www.usfq.edu.ec/liberarte/liberarte/pdf/radicales01.pdf>
- <sup>2</sup> Touraine, A. *¿Podremos vivir juntos? Iguales y diferentes*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica (1997).
- <sup>3</sup> Tünnerman Bernheim, C. Globalización y educación superior, nuevos lineamientos educativos para el siglo XXI. *Seminario para los miembros del consejo de rectores y de la administración general de la Universidad de Guadalajara*. Guadalajara, México: Universidad de Guadalajara (2005).
- <sup>4</sup> Tünnerman Bernheim, C. Globalización y educación superior, nuevos lineamientos educativos para el siglo XXI. *Seminario para los miembros del consejo de rectores y de la administración general de la Universidad de Guadalajara*. Guadalajara, México: Universidad de Guadalajara (2005).
- <sup>5</sup> Brunner, J. J. Globalización y el futuro de la educación, tendencias, desafíos, estrategias. *Séptima Reunión del Comité Regional Intergubernamental del Proyecto Principal de Educación en América Latina y el Caribe* (págs. 1-35). Santiago de Chile: UNESCO (2001).
- <sup>6</sup> Brunner, J. J. Globalización y el futuro de la educación, tendencias, desafíos, estrategias. *Séptima Reunión del Comité Regional Intergubernamental del Proyecto Principal de Educación en América Latina y el Caribe* (págs. 1-35). Santiago de Chile: UNESCO (2001).

**Rogelio Martínez Cárdenas**  
**Universidad de Guadalajara**  
**Centro Universitario de los Altos**  
**email: [rmartinez@lagos.udg.mx](mailto:rmartinez@lagos.udg.mx)**

# CRUCES a la vera del camino

Fabio Germán **Cupul Magaña**

Yo espero, creo y confío en que cada vez  
habrá menos flores muertas en el arcén.

**DIEGO CABALLO'**

Recorrer el país por carretera durante las vacaciones escolares veraniegas, desde el noroeste hasta el sureste, fue la actividad común en mi infancia. A lo largo de esta extensa travesía, me causaba gran regocijo contemplar el paisaje y los vehículos en movimiento a través de la ventanilla. Sin embargo, entre todas aquellas imágenes que se me iban presentando en el trayecto, las cruces a la vera del camino siempre lograban captar mi atención, al grado de impresionarme tanto o más que los drásticos cambios que percibía en la fisonomía y el habla de las personas, conforme transitaba de un estado a otro de la república.

El sobresalto que me provocaban las cruces en el camino, era alimentado por mi idea de que con ellas se señalaba el sitio específico donde, varios metros bajo tierra, se resguardaban los cadáveres de las personas victimadas en la oscura y traicionera carpeta de asfalto: algo así como un “cementerio callejero”.

Con el pasar de los años, me enteré que debajo de las cruces no se encontraban sepulcros, sólo se trataba de mudos dis-

tintivos que recordaban los lugares donde ocurrieron trágicos y violentos percances carreteros (choques o atropellamientos) que acabaron con las ilusiones y segaron las vidas de seres humanos.

Las cruces son colocadas, generalmente, por las personas que desarrollaron un vínculo afectivo con el fallecido y tienen como único fin honrarlo, recordarlo y mantenerlo bajo el manto protector y guía de la divinidad. Esta costumbre se encuentra ampliamente difundida en diversos países con influencia cristiana, pero no es privativa de ellos, ya que se practica también en países asiáticos y hasta africanos. Los símbolos memoriales varían de acuerdo con las creencias de los pueblos; por ejemplo, pueden ser simples lápidas o placas con nombres grabados que resaltan sus fechas de nacimiento y muerte, flores o árboles, objetos personales, fotos de los finados, rosarios, plegarias, velas o imágenes religiosas.

Es curioso saber que la cruz que hoy nos recuerda a las almas caídas en la carretera y que simboliza el pacto divino de otorgarles vida eterna, fue un poderoso y aterrador elemento de disuasión que emplearon diversas civilizaciones del pasado. Así, cuando los ejércitos persas, romanos o los del legendario príncipe Vlad Tepes Dracul resultaban victoriosos al invadir una comarca o al repeler el ataque de los enemigos, hacían válida su supremacía militar al exhibir los cuerpos empalados o crucificados (en un poste o en la variante con travesaño) de los derrotados a las afueras de los pueblos o a las orillas de los caminos. Un espectáculo que seguramente desalentaría cualquier acto de rebelión.

Afortunadamente, hoy en día las cruces en el camino son más bien un símbolo de consuelo, esperanza, resignación y hasta de alegre recuerdo. En algunas regiones de México, se sabe que la gente conmemora el aniversario de la muerte del ser querido al reunirse en torno al sitio del deceso marcado por la cruz; el cual limpian y embellecen con flores y listones para que sea un digno recinto donde se celebre al desaparecido con una fiesta en la que no faltará comida, bebida, música, velas encendidas y, por supuesto, gozo.

Las cruces en el camino están elaboradas con una amplia variedad de elementos de construcción y pre-

sentan distintas formas arquitectónicas, tanto así que es posible observar desde modestas cruces de madera hasta enormes mausoleos de varios niveles, los cuales impresionan por manifestar un aire de solemne espiritualidad. De hecho, ese velo de misticismo que rodea a las cruces ha provocado que la fe de algunos pueblos las tome como ornamentos que limitan un espacio sagrado en el cual no sólo los allegados al occiso pueden reunirse, sino cualquier persona que desee utilizar este portal sobrenatural para elevar plegarias de agradecimiento o pedimento al Creador.

En la provincia argentina de Formosa, azotada con frecuencia por las sequías, los pobladores realizan peregrinaciones desde el campo hasta las cruces que se yerguen en los caminos, con el fin de que éstas intercedan ante lo divino y se presenten las lluvias. Durante su peregrinar, los fieles buscan aquellas cruces que en el pasado dieran muestra de efectividad en el logro de los milagros. Así, al llegar a ellas, elevan rezos a la vez que proceden a bañarlas, al rociarlas con agua, y piden que ésta les sea devuelta en forma de lluvia para saciar la sed de la tierra. Si el resultado del ritual es positivo, se realiza una procesión de agradecimiento hacia la cruz, la que se completa al ofrecerle una vela encendida para venerarla.<sup>2</sup>

Finalmente, ver una cruz en el camino, además de estimular nuestra humana curiosidad de saber quién fue el que murió, qué le pasó, quién lo lloró o quién lo extraña; nos recuerda también lo frágil y efímera que es la vida, por lo que es necesario que logremos conducirnos con sensatez e inteligencia mientras la transitamos. Asimismo, refleja la necesidad del ser humano de trascender más allá de la muerte y del inmisericorde paso del tiempo, al consumir en vida obras y acciones que enaltezcan el espíritu de sus semejantes.

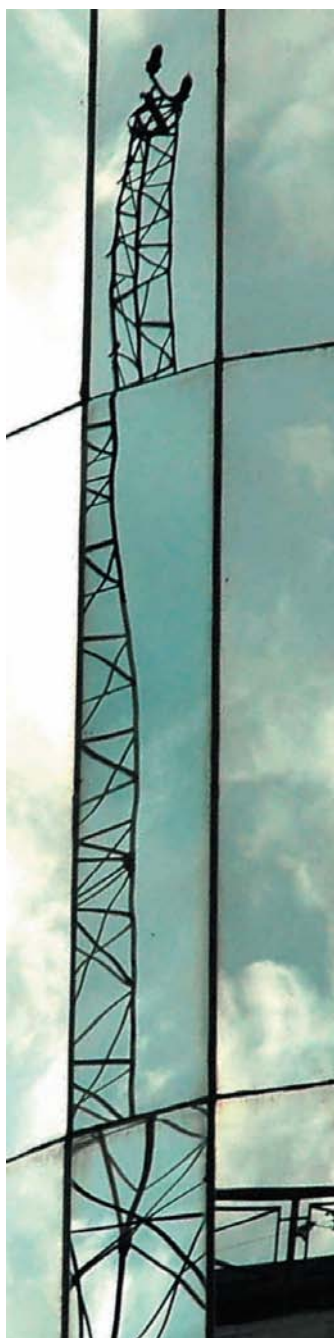
## R E F E R E N C I A S

<sup>1</sup> J.I.R. Exposición de fotografías Las Cruces del Camino. Tráfico y Seguridad Vial 180, 10 (2006).

<sup>2</sup> Pignocchi J.L. "Las cruces en el camino, remedio para la sequía". Argentina Pueblo a Pueblo II, Argentina (2006). [http://weblogs.clarin.com/puebloapueblo/archives/2006/11/las\\_cruces\\_del\\_camino\\_remedio\\_para\\_la\\_sequia.html](http://weblogs.clarin.com/puebloapueblo/archives/2006/11/las_cruces_del_camino_remedio_para_la_sequia.html). [Consulta 23 de agosto 2009].

**Fabio Germán Cupul Magaña**  
**Centro Universitario de la Costa,**  
**Universidad de Guadalajara.**  
**email: fabio\_cupul@yahoo.com.mx**

# VALERIA SCHWARZ



Eldorado, 1980

Vive y trabaja en Berlín

## **ESTUDIOS**

2007: CAP, Universidad Complutense de Madrid

2001 - 2006: Licenciatura en Bellas Artes, Universidad de Salamanca

1998 - 2000: Licenciatura en Arte, Universidad de Buenos Aires, Argentina

1986 - 1993 : Estudios primarios y secundarios en Hölters Schule, Argentina

## **EXPOSICIONES INDIVIDUALES**

2010: *Nobody`s places*. Museo de Fotografía de Curitiba, Brasil

2009: *Resignation*. Muro de Top View, Curitiba, Brasil

2009: *Resignation*. Instituto Paranaense de Arte, Curitiba (catálogo)

*Sacred places*. Galerie Fenster 61, Berlín

2006: *Invisible*. Noche Blanca de Salamanca

1998: Casa de la Moneda, Buenos Aires, Argentina

## **EXPOSICIONES COLECTIVAS**

2010: *Conversaciones*. Embajada argentina en Berlín (catálogo)

2009: *7 days*. WIR gallery, Berlín

*What comes next?* Main Blau, Berlín

*En tránsito*. Embajada argentina en Berlín (catálogo)

2008: *Berlin, du bist so wunderbar*. Fundación Starke, Berlín

2007: Premio Artistas Jóvenes de Castilla y León

CAB, Centro de Arte Caja de Burgos, España (catálogo)

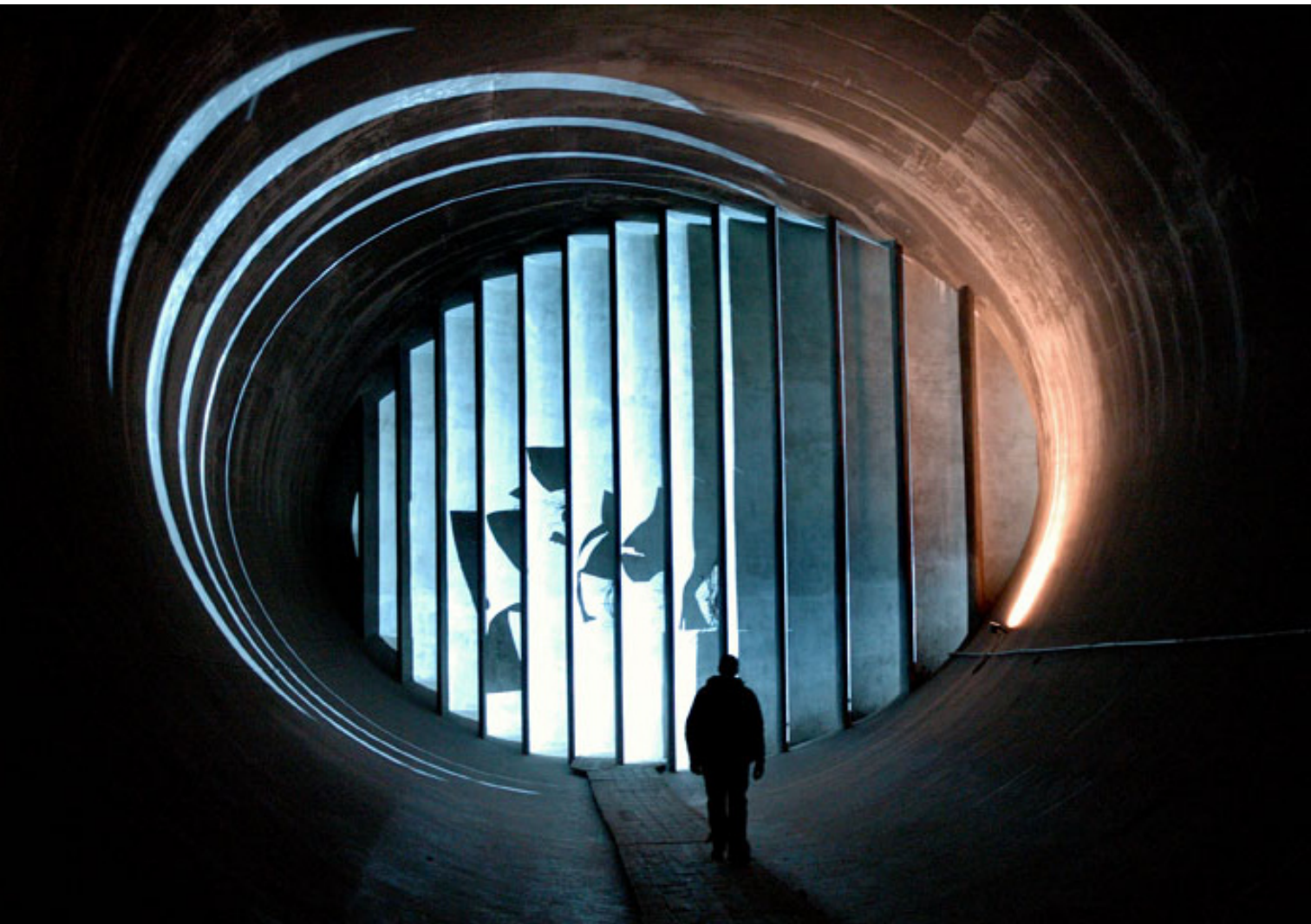
*Verde*. Centro de Arte, Sanxenxo, España (catálogo)

2006: *Mascarada*. EXPLORAFOTO 2006, Festival Internacional de Fotografía de Castilla y León (catálogo). Premio San Marcos, España

2003: Premio San Marcos, España

1999: Galería Edea, Argentina

email: [valeriaschwarz@yahoo.com](mailto:valeriaschwarz@yahoo.com)



© Valeria Schwarz, *Making of The Shift*, videoinstallation by Julian Rosefeldt.

# Las AVES DE MÉXICO y el estado de Puebla



AVES DEL BOSQUE DE ENCINO  
DE LA CIUDAD DE PUEBLA.

**MARCO A. PINEDA MALDONADO**

**ROXANA MENDOZA CUAMATZI**

**FRANCISCO J. JIMÉNEZ MORENO**

BUAP-CONABIO, México, 2009

Vosotros, pájaros, habitaréis sobre los árboles y los bejucos, allí haréis vuestros nidos, allí os multiplicaréis, allí os sacudiréis en las ramas de los árboles y de los bejucos. Así les fue dicho a los pájaros para que hicieran lo que debían hacer, y todos tomaron sus nidos.

EL POPUL VUH

Francisco Javier  
**Jiménez Moreno**

México es uno de los países más ricos del planeta en cuanto a recursos naturales se refiere: se conoce que aproximadamente el 10% de la biodiversidad mundial se halla en el país. Este trabajo enfoca su atención hacia las aves de las que se sabe existen aproximadamente 9,845 especies alrededor del planeta; de éstas, 1,076 se hallan en nuestro país. Gracias al intenso trabajo realizado desde el siglo XIX por exploradores, naturalistas, biólogos y ornitólogos se conoce la presencia y distribución de las aves en México. Posiblemente los primeros datos se los debemos al naturalista y médico de la corona española Francisco Hernández (1514-1578), quien realizó entre los años de 1572 y 1577 los primeros inventarios faunísticos en el país y reportó la presencia de más de 230 especies de aves. El Nuevo Mundo atrajo a innumerables exploradores los cuales vieron en México, Centro y Sudamérica una oportunidad única de estudio, muchos de ellos fueron patrocinados por coleccionistas y museos europeos.

Entre los exploradores del siglo XIX destacan los nombres de Ferdinand Deppe y Andrew Grayson entre muchos más; el primero pasó poco más de cinco años viajando por México y enviando diversos especímenes a Alemania; el segundo fue un naturalista que viajó por la vertiente del Pacífico, de la península de Baja California hasta Sinaloa, y en 1859 presentó el trabajo *Birds of the pacific slope*; además, fue el primer naturalista que describió las aves de las islas Tres Marías y las Islas de Revillagigedo. Otros naturalistas que pasaron largos periodos en México fueron A.L. Francois Sumichrasti y George F. Gaumer; ambos publicaron, en 1869, *The geographical distribution of the native birds of the department of Veracruz, with a list of migratory species*.

En los últimos años el creciente interés de los ornitólogos mexicanos ha ayudado a comprender mejor la presencia y distribución de las aves en nuestro país. Sin embargo, los primeros trabajos sobre la ornitofauna nacional fueron realizados por científicos extranjeros. Fue J. Grinnell en el trabajo titulado *Distributional summation of the ornithology of lower California*, publicado en 1928, quien realizó el primer listado para un estado de la República, inspirando a otros investigadores como J. Van Rossem, quien estudió la distribución de las aves de Sonora en 1945. Fue L. Griscom quien efectúa el primer trabajo de distribución y origen de las aves de México en 1950; un trabajo de gran importancia es el que realizaron H. Friedmann, L. Griscom y R.T. Moore, publicando en dos volúmenes *The distributional checklist of the birds of Mexico* en 1950 y 1957; la primera guía de campo realizada para la República mexicana fue publicada por Emmet R. Blake y se llamó *Birds of Mexico*. Otros trabajos importantes pertenecen a R.A. Paynter, en la península de Yucatán (1955); F.W. Loetscher y Dalquest, en Veracruz (1941 y 1951); D.G. Berrett, en Tabasco (1962); W. J. Shaldach, en el estado de Colima (1963). Miguel Álvarez del Toro publicó un singular libro llamado *Las aves de Chiapas* en 1971; por esta época, Ernest P. Edwards publica *A field guide to the birds of México*, y un año después Rogert Tory Peterson y Edward L. Chalif publican *A field guide to mexican birds*; años después esta obra sería traducida al español y se convertiría en un clásico, en una guía de consulta casi obligada; existe también el

trabajo de L.C. Binford (1989) en el Pacífico mexicano en el estado de Oaxaca. Finalmente, en 1995 aparece el libro *The birds of Mexico and Northern Central America* de Steve N.G. Howell y Sophie Webb, cuyas ventajas como guía de aves es que trae los mapas de distribución de las especies consultadas. Recientemente apareció otra guía de aves de México y Centroamérica de Ber Van Perlo.

Científicos mexicanos también han contribuido al conocimiento de la distribución de las aves en México. Son de relevancia los trabajos de Miguel Álvarez del Toro (1917-1996) en Chiapas, los de P. Escalante en 1988 en su trabajo titulado *Las aves de Nayarit*, y los de Adolfo Navarro y H. Benítez en el estado de Querétaro en 1992. Como se puede observar, hasta el momento menos de la mitad de los estados de la república tiene un listado formal de su ornitofauna, si bien es de destacar que cada día se trabaja intensamente y se presentan trabajos en diversas localidades y municipios enriqueciendo los conocimientos acerca de la ornitofauna nacional, por lo que es de esperarse que esta situación será resuelta en los próximos años. El presente trabajo pretende presentar de una manera breve los conocimientos generados hasta el momento en el estado de Puebla.

#### LAS AVES DEL ESTADO DE PUEBLA

*Nomina si nescis, perit et cognitio rerum.*

Si ignoras el nombre de las cosas, desaparece también lo que sabes de ellas

CARLOS LINNEO 1755

El estado de Puebla se localiza en la porción central del país y abarca una superficie de 34,251 kilómetros cuadrados. En relación con su territorio, el 40% de sus tierras están dedicadas a la agricultura; 45% se encuentra bajo algún nivel de perturbación y tan solo el 15% presenta su cubierta vegetal original. Se estima que el estado se encuentra en el séptimo lugar de biodiversidad a nivel nacional, superado por Veracruz y Oaxaca, entre otros. Ello se debe a su posición geográfica, distribución orográfica, diversidad de climas y a los 16 tipos de vegetación que contiene en su territorio.

Son varios los trabajos realizados en localidades y municipios de Puebla. El primero fue el realizado por la Comisión Geográfico Exploradora, en 1878-

1879, reportando 175 especies de aves. A éste se han sumado otros, como los de Salvin y Golman en 1879-1904, Sutton y Burleigh en 1942, Warner y Beer en 1957, Maass y colaboradores en 1951, Camacho, Seraña y Mena en 1994. Sin embargo, el primer listado formal del Estado de Puebla fue realizado por el doctor Octavio Rojas en 1994, dando información acerca de la estacionalidad, presencia de especies endémicas y distribución; este trabajo sobre la ornitofauna de Puebla reporta 481 especies. A él se suman los realizados por Arizmendi y Espinoza (1996), Camacho y colaboradores en la reserva Tehuacán Cuicatlán (2001), Mendoza en el Parque Estatal General Lázaro Cárdenas “Flor del Bosque”, De la Fuente (2003), Larios en Santa Rita Tlahuapan (2004), Navarro y colaboradores (2004), Pineda-Maldonado y colaboradores en la ciudad de Puebla y áreas conurbadas (2008), y González en el municipio de Chignautla, por mencionar algunos.

Resultados preliminares de trabajos realizados en la Escuela de Biología de la BUAP indican que el estado cuenta con una ornitofauna considerable conformada por dos superórdenes (*Paleognathae* y *Neognathae*), 19 órdenes y aproximadamente 500 especies; estas últimas constituyen el 48% de la avifauna reportada para el país. En el estado de Puebla, el orden con mayor cantidad de individuos es el de *Passeriformes*, con poco más de 280 especies; en contraste, el orden con menor cantidad de especies es el de Tinamiformes, con tan solo una especie (*Crypturellus cinnamomeus*).

Entre las especies migratorias se hayan el cernícalo americano (*Falco sparverius*), Buteo de Swainson (*Buteo swainsoni*), Pato calvo (*Anas americana*), carpintero chupasavias (*Sphyrapicus varius*), Vireo cabe-cigris (*Vireo cassinii*) por mencionar algunas. El pradero gorgojeador (*Sturnella neglecta*) fue reportado en 2003 en las inmediaciones de las instalaciones del jardín botánico Ignacio Rodríguez de Alconedo en Ciudad Universitaria (BUAP). Esto llama la atención pues incluso durante la etapa de migración permanece sólo hasta el Estado de San Luis Potosí. Sin embargo existen dos reportes en Puebla, el primero realizado por Camacho-Morales en Zapotitlán Salinas, y el segundo por Jiménez y Mendoza en el Jardín Botánico Ignacio Rodríguez de Alconedo; su avistamiento debe considerarse como casual, ya que no se le ha vuelto a observar.

Existen aproximadamente cien especies de aves endémicas para México, ninguna para el estado de Puebla; entre las presentes en Puebla se hallan la matraca del Balsas (*Campylorhynchus jocosus*), el mosquero del Balsas (*Xenotriccus mexicanus*), la primavera huertera (*Turdus rufopalliatus*), el mulato (*Melanotis caerulescens*) y el colibrí precioso (*Calothorax pulcher*). Cabe mencionar que algunas de ellas anidan en el área de Ciudad Universitaria, dando importancia al área verde que representa. Varias especies se encuentran bajo un estatus de riesgo, como el tucán real (*Ramphastos sulfuratus*), la urraquilla enana (*Cyanolyca nana*), la garza manglera (*Nyctanassa violaceus*) y el colibrí de Dupont (*Tilmatura dupontii*). Desafortunadamente una especie se reporta como extinta: la paloma migratoria (*Ectopistes migratorius*), antiguo visitante invernal y cuyo último ejemplar murió en el zoológico de Cincinnati, Estados Unidos, en 1914.

Cuatro especies han sido introducidas, viven en el estado y tienen poblaciones silvestres: la garza garrapatera (*Bubulcus ibis*), originaria de África y llegada a América a mediados de los cincuenta del siglo XX; la paloma común (*Columba livia*), introducida en 1606; el estornino pinto (*Sturnus vulgaris*) y el gorrión común o chillón (*Passer domesticus*), ambos introducidos en el Central



© Valeria Schwarz, Making of *The Shift*, videoinstallation by Julian Rosefeldt.

Park de Nueva York en el siglo antepasado. Entre las especies domesticadas (exóticas) introducidas al estado se hallan el ganso chino (*Anser cygnoides*), el ganso egipcio (*Alopochen aegyptiacus*), el faisán de collar (*Phasianus colchicus*), la perdiz del Mediterráneo (*Alectoris chukar*), la gallina de Guinea (*Numida meleagris*) y el pavorreal (*Pavo cristatus*). Estas especies son utilizadas básicamente como ornato en parques y jardines.

Los datos expuestos colocan a Puebla entre los catorce estados de la república que cuentan con un listado, al menos preliminar, de su ornitofauna; el resto son: Oaxaca (699 sp), Veracruz (687 sp), Chiapas (647 sp), Guerrero (523 sp), Sonora (431 sp), Nayarit (409 sp), Colima (365 sp), Yucatán (356 sp), Baja California (353 sp), Hidalgo (344 sp), Distrito Federal (336 sp), Querétaro (294 sp) y Aguascalientes (104 sp). Puebla aparece entre los cinco con mayor diversidad de aves, sólo superado por Oaxaca, Veracruz y Chiapas.

La información hasta ahora generada se suma a la tarea de los científicos que estudian este importante recurso. De este modo se pueden proponer planes para su conservación y manejo, y se espera que sea una fuente de inspiración para ornitólogos y ornitólogos a fin de generar un mayor conocimiento acerca de las aves en el estado de Puebla.

## A G R A D E C I M I E N T O S

Al doctor Jorge Cebada Ruiz, director de la Escuela de Biología de la BUAP; a Laura Zayas Ocelotl y Merab Borromeo Badillo por las sugerencias para la realización del presente trabajo.

## B I B L I O G R A F Í A

- American Ornithologist Union. The AOU Checklist of North America Birds. Séptima edición. Estados Unidos, Kansas (1998).
- Ceballos, G. y V. L. Márquez. *Las aves de México en peligro de extinción*. CONABIO, INE, UNAM y Fondo de Cultura Económica. México (2000).
- Camacho M.M. y R. E. Mena. *Avifauna del Valle de Zapotitlán Salinas*, BUAP, Puebla, México (2003).
- Howell, G. N. S. y S. Webb. *A guide to the birds of Mexico and North Central America*. Oxford University Press. New York (1995) 851 pp.
- Kaufman, K. *Field Guide to Birds of North America*. Editorial Houghton Mifflin Company, USA (2005) 392 pp.

Mendoza C. R. Contribución al conocimiento del orden Mallophaga (piojos) presente en aves del Parque Estatal Gral. Cárdenas "Flor del Bosque" Puebla, México. Tesis de Licenciatura Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Navarro, S. A. y M. E. D. Benítez. 1995. El dominio del aire. Fondo de Cultura Económica. México (2003).

Navarro S. Adolfo G. Y Hesiquio Benítez D. Patrones de riqueza y endemismo de las aves. *Ciencias*. núm. especial 7 (1993) 45-53.

*Diario Oficial de la Federación* (DOF). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo (2002).

Peterson, T. R. y E. L. Chalif. *Aves de México: Guía de Campo*, cuarta edición. Editorial Diana, México (2000).

Puebla, O. F.; C. Arenas y M. M. A. Pineda. Guía de aves del Ajusco medio. Programa de educación ambiental Ajusco medio, CONABIO, México (2003).

Ralph, C. J., G. R. Geupel; Pyle P.; T. E. Martin; D. F. DeSante; M. Borja. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. *Gen. Tech. Rep.* PSW-GTR-159. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U. S. Department of Agriculture. (1996) 44 p.

Rojas, S. O. R. Riqueza y Distribución de las aves del Estado de Puebla, Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México (1995).

Robbins Ch.; S. Bruun y H.S. Zim. *Birds of North America; A Guide to field Identification*, Golden Press, New York, New York, EEUU (1983).

Sada de H. M. L.; L. B. Mariscal; L. R. Sada. 1995. *Guía de campo para las aves de Chipinque*. CONABIO (edit.) Monterrey, Nuevo León. México.

Sibley, D. A. *The Sibley guide to birds*. National Audubon Society. A Chanticleer Press Edition; Alfred Knopf, N.Y. (2000).

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



© Valeria Schwarz, Making of The Shift, videoinstallation by Julian Rosefeldt.

En el PROMETEO crecemos con

**CIENCIAS**

**ARTE**

**POESIA**

para cultivar

**SENSIBILIDAD**

**INTELIGENCIA**

**JUSTICIA RESPETO**

**LIBERTAD**

**Preescolar | Primaria | Secundaria**

[www.freinetprometeo.edu.mx](http://www.freinetprometeo.edu.mx)

**Km.5 carretera a Valsequillo, San José Xilotzingo,  
Puebla, Pue. México**

**Tel. (01.222) 2.45.15.80/2.45.74.90**



© Valeria Schwarz, *Nobody's places*, Dresden, 2008.

# Otro remedio energético: la energía floral

Arnaldo **González Arias**

No, no es una errata. Remedo, no remedio. La terapia floral remeda (finge, falsifica) en vez de remediar; intenta plagiar las propiedades curativas de algunas flores, pero sólo eso. Imita lo externo, pero no la esencia, como la maqueta de algún mecanismo que aparentando la realidad nunca podrá funcionar como debe ser.

Las propiedades medicinales de muchas plantas y flores son bien conocidas. La flor de la vicaria es anti-infecciosa. Y la infusión de flores de manzanilla es antidiarreica, antiespasmódica y sedante. Pero cuidado, la misma fuente que enumera sus virtudes advierte que no se debe administrar aceite esencial de manzanilla por vía oral en los primeros cuatro meses del embarazo. Otras muchas propiedades atribuidas popularmente a diversas plantas y flores no han sido en realidad comprobadas. Y según los estudios farmacológicos, algunas plantas como la escoba amarga pueden resultar más dañinas que benéficas. De aquí que siempre sea aconsejable consultar a un especialista, y no automedicarse o escuchar consejos de quien no lo es (ver, por ejemplo, <http://www.sld.cu/fitomed/index.htm>)

Pero cuando hablamos de plagio no nos referimos para nada a la tan socorrida fitoterapia o medicina verde, sino a supuestos sistemas curativos “descubiertos” por algún “iluminado” que supo aprovecharse de la eficacia comprobada de algunos remedios florales. Y de paso –no faltaba más– introducir alguna ilusoria energía para justificar sus fantasías. El primer “iluminado” que descubrió las ficticias propiedades de las flores silvestres fue el médico inglés Edward Bach (1886-1936), que opinaba que las enfermedades estaban diseñadas “para someter la personalidad al divino deseo del alma”. En 1931 publicó el libro *Sánate a ti mismo (Heal Thyself)*, donde expuso lo que él llamó “cinco verdades fundamentales”, de claros tintes místicos. Juzgue el lector:

“El espíritu, chispa inmortal e invencible del Todopoderoso, es la más alta y real esencia humana... cuando el alma y la personalidad están en armonía uno es saludable y feliz. El descarrío de la personalidad de los dictados del alma es la causa raíz de las enfermedades y la miseria”.

El resto es similar.

Sin ensayos clínicos o estudios farmacológicos previos, Bach “dedujo” que el rocío recogido en los pétalos de las flores silvestres calentadas al sol adquiere poderes curativos. Afirmaba que las flores tenían un “alma” o “energía” que era afín al alma humana y que sólo le bastaba sujetar una flor o probar un pétalo para intuir sus poderes. De esta manera llegó a describir los efectos curativos de 38 flores silvestres, cuya “fuerza vital” (“cualidad del alma” o “longitud de onda energética”, como le llamó) le permitían “balancear” determinados problemas emocionales.

Como resultaba difícil recolectar rocío en cantidades apreciables, decidió recoger las flores y exponerlas al sol en una vasija con agua para extraer su energía. Terminó hirviendo la mezcla para hacer que la “energía espiritual” de las flores se transfiriera al agua. Al resultado de este proceso le llamó tintura madre, que después se disolvía nuevamente y mezclaba con alcohol hasta obtener un producto muy diluido, que es lo que se ofrece al paciente hoy día. La dilución es tan grande que los remedios florales típicos no conservan el olor o el sabor de la planta; no obstante, quienes actualmente los recetan y comercializan aseguran que contienen la “firma energética” de la flor, que se transmite al paciente para neutralizar las inexistentes “energías negativas”.

Como todo buen profeta iluminado, Bach también tiene admiradores y seguidores –algunos ingenuos, otros, no tanto. Una derivación o ampliación de las prédicas de Bach es la Terapia Floral, introducida posteriormente por Richard Katz, que a fin de cuentas no tiene nada de novedosa: fuerzas vitales, flores silvestres y demás hierbas. Otra “terapia” parecida es la Aromaterapia de Patricia Davis, promocionada en un libro del mismo nombre. La Davis sostiene que los aceites esenciales de las flores u otras plantas pueden restaurar el

“balance” o la “armonía” del cuerpo. Otra variante, la Aromaterapia Sutil intenta “sanar” el cuerpo físico tratando el “cuerpo sutil” o “cuerpo energético” (¿?) contribuyendo al crecimiento personal y espiritual.

Increíblemente, aún en revistas que debieran considerarse científicas aparecen ocasionalmente artículos que alaban a Bach y a sus “mágicas” flores. ¿Ensayos cénicos a la doble ciega? ¿Estudios farmacológicos? Brillan por su ausencia en tales revistas.

### ¿QUÉ DICE LA CIENCIA AL RESPECTO?

Los conceptos energía espiritual, fuerza vital, longitud de onda energética, y cuerpo energético, introducidos por Bach y sus seguidores, son conceptos vacíos que carecen de significado, ajenos totalmente a la ciencia y al principio de conservación de la energía. “Puro coto-reo”, como diría una colega psicóloga.

Los ensayos clínicos rigurosos realizados hasta el momento dan por resultado que los supuestos efectos atribuidos a la terapia floral son manifestaciones del efecto placebo (de forma muy resumida, el efecto consiste en que cierto número de pacientes a los que no se les suministra medicamento alguno, pero creen estar recibéndolo, se comportarán como si realmente hubieran sido medicados, declarando sentirse mejor). Un artículo resumen de la Universidad de Exeter-Plymouth en Inglaterra, publicado en 2002, compara seis reportes previos sobre la terapia floral a partir de una amplia búsqueda en diversas bases de datos, llegando a la conclusión de que “la hipótesis de que los remedios florales están asociados a otros efectos, adicionales a la respuesta al placebo, no está apoyada por los datos de los ensayos clínicos rigurosos”.<sup>1</sup> Reportes más recientes proporcionan resultados similares.<sup>2</sup>

Moraleja: no deje que le den remedos por remedios.

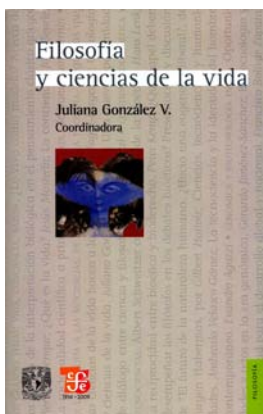
### R E F E R E N C I A S

<sup>1</sup> E. Ernst, *Flower remedies: a systematic review of the clinical evidence*, *Wiener Klinische Wochenschrift* 114 (23-24): 963-966, (diciembre 30 2002).

<sup>2</sup> Pintov S, Hochman M, Livne A, Heyman E, Lahat E *Bach flower remedies used for attention deficit hyperactivity disorder in children—a prospective double blind controlled study*. *European Journal of Paediatric Neurology* 9, (6): 395-398,(2005).

# Filosofía y ciencias de la vida

Francisco **Pellicer**



FILOSOFÍA Y CIENCIAS DE LA VIDA

**JULIANA GONZÁLEZ V.**

Coordinadora

UNAM y Fondo de Cultura Económica

Colección Biblioteca de Ética y Bioética.

Volumen 4, 2009.

Libro que recopila y pone bajo una misma portada el pensamiento de filósofos y estudiosos de las ciencias de la vida disertando sobre lo más íntimo de la existencia—la vida misma. Dada la extensión (catorce capítulos) y la diversidad de los temas: vida, conciencia, razón, bioética por citar algunos, restringiré la glosa a uno de los capítulos, “¿Qué es la vida?”, de Jesús Mosterín, que me parece es una buena muestra representativa de lo que el lector puede encontrar en su conjunto. Vayamos pues...

En este capítulo el mismo autor de la lógica de primer orden y la teoría axiomática de conjuntos, obras formales y hoy clásicas en sus campos, se revela como un pensador agudo y reflexivo acerca del porqué de la vida como fenómeno; no sólo desde el punto de vista biológico sino del cosmos mismo. Desde las primeras líneas Mosterín plantea que el universo, por su naturaleza de grandes energías, extremos físicos y velocidades luciferinas, es en sí mismo abiótico y no sólo abiótico, sino que me atrevería a agregar, antibiótico, que parecería no favorecer a algo tan alejado del equilibrio termodinámico como lo es la vida. Entonces, ¿por qué la vida, cómo la vida?

Mosterín plantea: “la vida es el principal objeto de interés para nosotros” aseveración que implica conciencia de lo importante de lo vivo, en un rango que va desde el entorno natural, no estrictamente vivo (el ambiente o el *oikós*, la casa), hasta la reflexión sobre la vida y existencia de nosotros mismos.



© Valeria Schwarz, *Nobody's places*, Krankenhaus, 2009.

El siguiente apartado con el título de *La noción aristotélica de la vida* rescata de manera inequívoca la comprensión y vigencia de los conceptos aristotélicos de movimiento (por sí mismo) y función asociados a la vida, así como el concepto de complejidad con los términos *zoé* para la vida y *psichés* para el alma, el *psichés* como organizador del *zoé*, es decir, rescata la idea de niveles de organización para dar paso al concepto de complejidad vital.

En *Los seres vivos como individuos* empieza por establecer el concepto de límite para, a su vez, establecer el concepto de individuo, enfatiza a la célula como individuo paradigmático, es decir, aquello que si se divide ya no es. En este sentido y realizando una analogía con el hombre, en el artículo publicado en la revista *Elementos* (46: 3-8, 2002) y titulado "Cuando la conciencia corporal se enferma", apunto:

[...] la definición de individuo cobra una cabal dimensión, es decir, cuando por algún accidente o proceso patológico se separa alguna de las porciones corporales de un sujeto, que funcionalmente se concibe como indivisible, se producen trastornos de identificación neural con el concepto de uno mismo.

Esto se traduce en la aparición de un miembro fantasma después de su amputación, la persistencia de su presencia y movimiento e inclusive la presencia de

dolor en un miembro inexistente. Definir el "yo" de la otredad constituye el andamiaje de la vida y el inicio de la conciencia.

En, *El significado del concepto "vida"*, Mosterín plantea los constituyentes para definir la vida y utiliza argumentos que si bien los presentan los seres vivos, los presentan también de manera aislada otros artilugios o maquinarias a todas luces no vivas. Cito dos ejemplos del autor: "la definición metabólica de vida: vivo es aquello que ingiere metaboliza y excreta", y agrega: "esto aplica a los autos o a las llamas de las velas". El segundo lo pone en términos de reproducción: la facultad que tiene lo vivo de autorreproducirse. Los contraejemplos que utiliza al respecto se encuentran en el campo de la biología teórica y la cibernética, con lo que se ha logrado producir lo que se denomina vida metafórica.

Creo que en este punto caemos en una trampa que nos tendemos a nosotros mismos; plantear que el fenómeno vida, y lo extendería también al de la conciencia, es una situación dicotómica en el sentido de presente o ausente, de existencia o no, es a mi parecer un error; cabría preguntarse si algo empieza a estar vivo sin estarlo del todo. Creo que un buen ejemplo de esta situación nos la presentan los virus, y de forma más austera y extrema, los priones. Son éstas líneas tenues de vida que interactúan con vida más compleja y complementaria. Inclusive yéndonos hacia atrás en la evolución, los teóricos de la biología (T. Cavalier-Smith y colaboradores, 2002) han especulado con la posibilidad de que lo que hoy conocemos como mitocondrias (esos organelos de la célula que la

proveen de energía para su metabolismo) no fuesen sino bacterias simbiotas que acabaron por incorporarse a la maquinaria de las primeras células eucariontes hace unos 3.4 a 2.0 mil millones de años y, por ende, a formar parte –ahora sí- integral del individuo celular que conocemos y tenemos hoy en día. Estos planteamientos me llevan a introducir el concepto de parcialidad de vida en los límites (para información adicional ver a Carl Zimmer, On the origin of eukariotes, *Science* vol. 325, 7 agosto 2009).

*La complejidad de los seres vivos:* aquí se habla de los juicios de complejidad de la vida en función del número de partes constituyentes, así como las interacciones entre ellos. Pone el ejemplo del cerebro con  $10^{11}$  neuronas y la Vía Láctea con  $10^{11}$  estrellas y se pregunta ¿qué es más complejo, un cerebro o una galaxia? Nuevamente nos volvemos a entrapar: estas dos complejidades en realidad tienen naturalezas distintas, una está en el campo de la física y el contexto de las altas energías, la otra se da ciertamente en un entorno con un campo físico, pero es de otra, o tiene otra naturaleza: la biótica con otros determinantes y reglas para su existencia y desarrollo.

Plantea que las leyes de la física y la química tienen un alcance universal, que los experimentos realizados en los laboratorios terrestres en estos campos son transpolables al universo entero; esto contrasta con el carácter parroquial de la biología local, la biología de la Tierra. Pareciera

que la vida en la Tierra es individual y no un fenómeno universal; nuestra biología es la biografía de este individuo, y las biografías –agrega– no pueden ser extrapoladas.

Es aquí donde está el *quid* del asunto, es aquí donde Mosterín nos ataca como una ola furiosa y nos revuelca como turistas veraniegos ante una realidad placentera y calma; agrega: “la vida en la Tierra no es un concepto, sino un nombre propio, y reflexiono, los nombres propios en el conjunto son en principio infinitesimales o irrelevantes para el todo”.

En los apartados restantes realiza un ejercicio de desmenuzamiento del carácter constitutivo de la vida en cuanto a su sustrato carbono y silicio como unidades estructurales, agua y amoníaco como solventes, los polímeros, los aminoácidos y las proteínas, el código genético, el sistema biológico de energía, hasta llegar a la constitución de la célula eucarionte. Finalmente, apunta acerca de la no evidencia de vida (vigente) en nuestro sistema solar y de las condicionantes desde el punto de vista de la mecánica celeste para replicar condiciones similares a las que tenemos en la Tierra, y plantea la paradoja de ser baja en la inmensidad del universo. Termina: “será que la vida en la Tierra es una broma”.

**Francisco Pellicer,**  
**Dirección de Investigaciones en Neurociencias,**  
**Instituto Nacional de Psiquiatría Ramón de la Fuente.**  
**email: pellicer@imp.edu.mx**

© Valeria Schwarz, *Nobody's places*, Krankenhaus, 2009.





© Valeria Schwarz, *Nobody's places*, Krankenhaus, 2009.

# Libros



MANIFIESTO QUE EL OBISPO DE LA PUEBLA  
DE LOS ÁNGELES DIRIGE A SUS DIOCESANOS  
**MANUEL IGNACIO GONZÁLEZ DEL CAMPILLO**  
**ESTUDIO INTRODUCTORIO DE ALICIA TECUANHUEY SANDOVAL**  
BUAP, México, 2009

“Los méritos del obispo Manuel Ignacio le habían permitido desarrollar una vertiginosa carrera eclesiástica dentro de la diócesis de Puebla para alcanzar cargos de jerarquía. En 1779 ya había logrado la canonjía penitenciaria, a la edad de 39 años, y en 1786 alcanzó relieve por defender los intereses de la Iglesia amenazados por las disposiciones reales contra la inmunidad eclesiástica, postura que no fue incompatible con su profundo carácter regalista, porque era un adepto indiscutible al hispanismo imperial puro. En este último aspecto, el discurso del obispo González del Campillo también reveló flexibilidad. Probablemente por haber sido sensible al estado de ánimo que imperaba entre los feligreses de su diócesis, formuló la idea de identidad de pertenencia binominal, según la cual los americanos compartían una identidad ligada al hispanismo imperial tanto como otra, que se entroncaba y que era propiamente americana. De esta forma, hermanaba dos identidades que, para algunos miembros de su rebaño, tendían a bifurcarse porque la americana les parecía más potente que la peninsular.

[...] En otros momentos todavía más difíciles, como el del estallido de la insurgencia, Campillo, en la pastoral de septiembre de 1810, llamó a desconfiar de los autores de la revolución interna, claramente atenuó el énfasis americanista a favor de reforzar la unión de los españoles de uno y otro continente, y clamó a favor de mantener el vínculo con la monarquía en honor a la deuda histórica con los europeos por el esplendor de su origen, la civilidad, las artes, la instrucción y la misma fe. Pero también subrayó la importancia

de la declaratoria de América como parte integrante de la monarquía que permitía ser escuchada por vez primera en cortes, a la vez que se distinguió por los grandes esfuerzos que hizo para reconocer las razones de la inconformidad de los pueblos. No es posible demeritar la importancia que el obispo adquirió como promotor directo de las negociaciones con los insurgentes y de su indulto, por lo que ha sido caracterizado como moderado defensor de la causa realista.”



LAS POLÍTICAS DE EDUCACIÓN SUPERIOR  
EN MÉXICO DURANTE LA MODERNIZACIÓN.  
UN ANÁLISIS REGIONAL  
**ROLLIN KENT SERNA (COORDINADOR)**  
ANUIES/Biblioteca de la Educación Superior, México, 2009.

Con la finalidad de analizar el impacto de las políticas y los cambios en los sistemas de educación superior en Estados Unidos y México, la Fundación Ford impulsó y auspició el denominado Proyecto *Alliance for International Higher Education Policy Studies*, al que después se sumó Canadá.

El proyecto tuvo como principal inquietud contar con un estudio comparativo sobre la situación que guardan los sistemas de educación superior en los países que conforman el Tratado de Libre Comercio de América del Norte.

Este planteamiento permitió a destacados investigadores mexicanos, encabezados por Rollin Kent, revisar los efectos que las políticas y los cambios al sistema de educación superior en el país han tenido en entidades como Guanajuato, Jalisco, Nuevo León y Puebla, dando puntual cuenta de ello en este volumen.

Asimismo se aborda, a través de un ejercicio crítico, el estado de las políticas de educación superior en México, así como de las acciones emprendidas en materia de vinculación universidad-empresa.

# IN MEMORIAM

## CRISTÓBAL TABARES MUÑOZ

El pasado 23 de noviembre de 2009, después de una ardua lucha contra el cáncer, falleció nuestro compañero universitario Cristóbal Tabares Muñoz, profesor investigador del Instituto de Física “Luis Rivera Terrazas”.

Nació el día 30 abril de 1948 en Guadalajara, Jalisco. A finales de los años sesenta, tras obtener el título de Químico Alcohólico y Azucarero en la Escuela Politécnica de la Universidad de Guadalajara (1964-1967) e impulsado por sus ideales, dejó la tierra que lo vio crecer para continuar sus estudios profesionales (1969-1975) en la Universidad de la Amistad de los Pueblos en Moscú, la capital de la ex Unión Soviética. Unos años después, entre 1980 y 1985, realizó sus estudios doctorales en la Universidad de Ginebra, Suiza.

En 1986 Cristóbal se incorporó definitivamente a la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla: primero como profesor investigador en la Escuela de Ciencias Químicas, y desde 1987 formó parte de la planta académica del Instituto de Física. Fue Consejero Universitario entre 1993 y 1995.

Además de las actividades de investigación y docencia, realizadas a lo largo de más de dos décadas y cuyos resultados se reflejan en sus artículos científicos y en la formación de estudiantes de licenciatura y posgrado, Cristóbal se dedicó con gran entusiasmo a la difusión de la ciencia, impartiendo un número considerable de

conferencias de divulgación científica; fue organizador de eventos como el xxxv Congreso Nacional de Física, la Primera Semana de la Cristalografía, las V Jornadas de Divulgación de la Ciencia del Instituto de Física, entre otros. También formó parte del consejo editorial de la revista *Elementos*.

Fue un padre amoroso: sus hijas Carolina y Olivia, de las que estaba muy orgulloso, eran su gran pasión.

Cristóbal tenía amplio conocimiento de la literatura, cine, historia, música, antropología; además, dominaba varios idiomas (francés, inglés, ruso y náhuatl). Por ello, las pláticas con él siempre resultaban enriquecedoras y, en ocasiones, polémicas. Uno de sus pasatiempos favoritos era su jardín, del cual regalaba generosamente flores singulares a las personas que lo rodeaban.

En la memoria de quienes tuvimos la oportunidad de conocerlo, Cristóbal quedará como un académico de gran responsabilidad social que siempre supo mantenerse fiel a sus principios los cuales manifestó en el libro *Estrategias de justificación en una historia de vida* (BUAP, ICSyH, 2009), dedicado precisamente al estudio de su historia de vida. Allí menciona las vivencias más importantes que forjaron su identidad y al resumir dice:

*Y eso es lo que yo vivía...*

Pero la historia de nuestro amigo Cristóbal no termina aquí, ya que sigue viviendo en nuestra memoria.