

CIENCIA Y CULTURA elementos

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA • No. 87 • Vol. 19 • julio - septiembre 2012 • \$25.00

Wrisbergii Tab. paris 5^a



Kaltenhafer del. nat. del.

J. G. Sturm sc. Aberg.

CITEM



87

Ciencia, pedagogía y cultura científica A. González y F. A. Horta **De amibas y amebiasis: *Entamoeba histolytica*** M. C. González, A. Carabarin, L. Baylon y J. Luis Rosales **Disfunción endócrina debida a contaminantes ambientales** M. C. Guzmán Martínez y P. Ramírez Romero **Aves del bosque de encino de la ciudad de Puebla...** J. Rose, F. J. Jiménez y R. Mendoza **Querido ciudadano 7 billones** S. A. Salazar Lozano **La cinematografía contemporánea y la manufactura digital: una aproximación...** M. A. Calderón y F. J. Montes

CIENCIA Y CULTURA

elementos



Revista trimestral de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

De venta en tiendas de prestigio en todo el país.

Suscríbete:

Dr. Enrique Soto
Apartado postal 406, Puebla, Pue., C.P. 72000
e-mail: esoto2424@yahoo.com

www.elementos.buap.mx
Acceso gratuito a todos los artículos

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA
rector, Enrique Agüera Ibáñez
secretario general, José Alfonso Esparza Ortiz
vicepresidente de investigación y estudios de posgrado, Pedro Hugo Hernández Tejeda

ELEMENTOS
www.elementos.buap.mx
 revista trimestral de ciencia y cultura
 número 87, volumen 19, julio-septiembre de 2012
director, Enrique Soto Eguibar
subdirector, José Emilio Salceda
consejo editorial, Beatriz Eugenia Baca
 María de la Paz Elizalde, Enrique González Vergara
 Francisco Pellicer Graham, Leticia Quintero Cortés
 José Emilio Salceda, Raúl Serrano Lizaola
 Enrique Soto Eguibar, Gerardo Torres del Castillo
edición, José Emilio Salceda y Enrique Soto Eguibar
portada, Observación anatómica del quinto par craneal
 Grabado de Heinrich August Wrisberg, 1777
diseño y edición gráfica, Mirna Guevara
revisión ortográfica y corrección de estilo,
 Ileana Gómez y José Emilio Salceda
administración y logística, Lorena Rivera
impresión, El Errante Editor, S.A. de C.V.
redacción, 14 Sur 6301, Ciudad Universitaria
 Apartado Postal 406, Puebla, Pue., C.P. 72570
email: esoto2424@yahoo.com
 Revista registrada en Latindex (www.latindex.unam.mx)
 catalogada en Redalyc (http://redalyc.uaemex.mx) y miembro
 de la Federación Iberoamericana de Revistas Culturales
 Certificados de licitud de título y contenido 8148 y 5770
 ISSN 0187-9073

Página del manuscrito *Tratado de los términos*. 1520-1522.
 Foto © Instituto de Orientalismo de la Academia de Ciencias de
 Uzbekistán. Tomado de *El correo de la UNESCO*, Año 33, 1980.



S U M A R I O

Ciencia, pedagogía y cultura científica 3

Arnaldo **González Arias** y Francisco A. **Horta Rangel**

De amibas y amebiasis: 13

Entamoeba histolytica

María Cristina **González Vázquez**, Alejandro **Carabarin Lima**,

Lidia **Baylon Pacheco** y José Luis **Rosales Encina**

Disfunción endócrina debida 19

a contaminantes ambientales

María del Carmen **Guzmán Martínez** y

Patricia **Ramírez Romero**

Aves del bosque de encino de la 27

ciudad de Puebla y zonas conurbadas

Francisco Javier **Jiménez Moreno**, Jajeen **Rose Burney**

y Roxana **Mendoza Cuamatzi**

Querido ciudadano 7 billones 37

Sergio Antonio **Salazar Lozano**

La cinematografía contemporánea 49

y la manufactura digital:

una aproximación a Lev Manovich

Marco A. **Calderón Zacaula** y Francisco J. **Montes González**

La ciencia hoy:

Papel de TMCI y TMC2 61

en la mecanotransducción en

el vestíbulo y la cóclea

Catalina **Valdés Baizabal**

De bicéfalos tunicados 62

Libros 63

SECUNDA
MUSCULO.RVMTA.
BVLA.

Musculatura del humano (masculino). Andreas Vesalius, 1543.

Tomado de Harry Robin, *The Scientific Image: From Cave to Computer*. Harry N. Abrams, Inc., Publishers, New York, 1992.

Ciencia, pedagogía y cultura científica

Arnaldo **González Arias**
Francisco A. **Horta Rangel**

Es verdad lo que rebasa la prueba de la experiencia.

Albert Einstein

¿Existe alguna forma simple de conocer si una propuesta que se publicita como científica lo es en realidad? Para promover la cultura científica es necesario, ante todo, tener una noción clara de la ciencia; solo así será posible diferenciar si un resultado propuesto como científico realmente lo es. Sin embargo, existen “teorías” supuestamente científicas que ni siquiera mencionan el método científico, ni proponen en su lugar algún otro procedimiento concreto de acción. Tampoco es raro encontrar en los medios de comunicación la oferta de algún producto o técnica que se presenta como científico sin serlo, pero adornado de forma tal con terminologías afines a la ciencia que impiden valorar fácilmente su autenticidad.

Recientemente se ha cuestionado si la pedagogía contemporánea y otras áreas o campos del conocimiento como las ciencias políticas son realmente ciencias o caen en el ámbito de las humanidades, ya que no logran encontrar relaciones generales de causa-efecto en su área de estudio ni hacer predicciones de algún tipo. En la pedagogía hay que añadir que es común tratar de generalizar soluciones sin tomar en cuenta las diferencias entre grupos de estudiantes; el historial docente puede ser muy diferente en diversos lugares, y también lo serán los resultados. Entonces, ¿cómo distinguir la ciencia de lo que aparenta serlo, pero no lo es? Cualquier ciencia debe cumplir una serie de normas que incluyen el estudiar entidades reales y estar basada en conocimientos anteriores y actualizados sobre el tema de que se trate; utilizar procedimientos escrutables, justificables y verificables, en lo esencial siguiendo el método científico; buscar leyes o su refinamiento; mantener una estrecha comunicación con otros investigadores y ser compatible e interaccionar con otras ciencias.



Avicena, "príncipe de los médicos", enseñando. Grabado de una edición latina del *Canon*, 1520-1522. Foto © Jean-Loup Charmet, Biblioteca de la antigua Facultad de Medicina, París. Tomado de *El correo de la UNESCO*, Año 33, 1980.

Para fomentar la cultura científica no basta con divulgar y popularizar la ciencia; también es necesario denunciar y criticar las pseudociencias.

CULTURA CIENTÍFICA

En 2005 la Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe de la UNESCO publicó un extenso documento: "Cómo promover el interés por la cultura científica", accesible en <http://www.oei.es/decada/libro.htm>, sobre la necesidad de promover esta temática en la región, incluyendo recomendaciones. Los criterios allí expuestos se pueden resumir expresando que la cultura científica es necesaria por las siguientes razones:

- Con el fin de posibilitar el conocimiento de nosotros mismos y el mundo que nos rodea, creando así mejores condiciones de vida en lo individual.
- Con el objetivo de promover la toma de conciencia y la participación en los problemas que afectan a la comunidad y a la sociedad.
- Con vistas a facilitar la toma de decisiones de todo tipo, a cualquier nivel, sobre la base de criterios sólidos.

Un criterio adicional sería el de instruir a todos en cómo diferenciar la ciencia de las pseudociencias y pseudo-tecnologías, bastante extendidas en muchos lugares, con el fin de evitar posibles daños a la economía y a las personas (ver, por ejemplo, <http://www.fisica.uh.cu/rationalis/index.htm>).

Sin embargo, cuando nos referimos a la cultura científica, ¿existe alguna forma simple de conocer si una propuesta que se publicita como científica lo es en realidad? Aún más: ¿cuál es el criterio a seguir para identificar si una proposición concreta, incluso un determinado campo o área del conocimiento, es científica o no? ¿Es posible hablar de cultura científica si se desconoce el método científico?

No son preguntas ociosas. Actualmente es posible encontrar en los medios de comunicación la propuesta de algún producto, técnica o procedimiento "novedoso" que se nos presenta como científico, pero que en realidad no lo es. Se proponen pulseras holográficas, collares cuánticos, agua magnetizada o "productos naturales" capaces de aliviar diversas dolencias, mejorar el "balance energético" o recuperar el vigor sexual, prometiendo grandes beneficios con muy poco esfuerzo por parte del interesado. Por regla general, la aparente terminología científica con la que se adornan tales propuestas hace difícil discernir lo que hay de cierto en su discurso, aún para aquellos con formación científica en áreas relacionadas al tema.^{1,2,3}

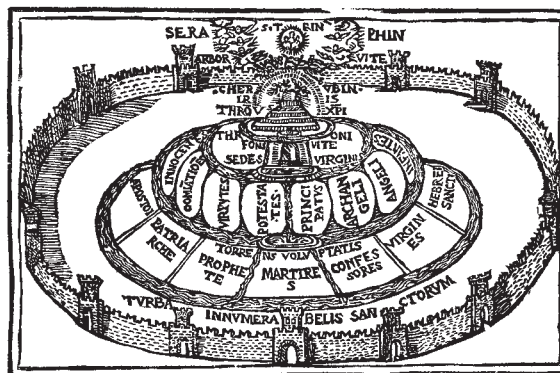
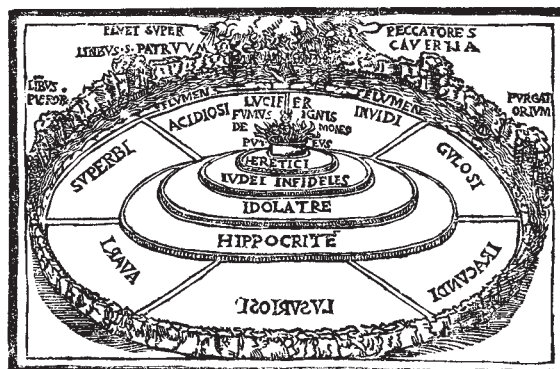
La tergiversación no solo se refiere a productos o técnicas; también se extiende a algunos campos del conocimiento. Referencias recientes cuestionan el carácter científico de determinadas áreas del conocimiento como la pedagogía.^{4,5} Críticas similares también han aparecido en relación a las ciencias políticas.⁶

El principal inconveniente para alcanzar la categoría de ciencia que se atribuye a estas áreas del conocimiento es que, a diferencia de las ciencias reconocidas, no son capaces de predecir absolutamente nada. De aquí que muchos las consideren, en vez de ciencias, como pertenecientes a las Humanidades. Estas últimas (por ejemplo, el arte, la literatura, la filología, la lingüística) estudian particularidades; no intentan encontrar leyes o postulados universales; esa es la diferencia fundamental entre unas y otras. Lo que no parece ser impedimento para que en algunos lugares se otorguen títulos de "Doctor en Ciencias Filológicas" o "Doctor en Ciencias del Arte".

En la pedagogía hay que añadir que en ocasiones aparecen afirmaciones desligadas del consenso científico universal. Por ejemplo, alguien ha alegado haber descubierto supuestas “leyes pedagógicas”, que incluso otros usan de referencia en sus artículos y las repiten en sus cursos, aunque tales “leyes” nada tienen que ver con el concepto de ley tal como se entiende en la filosofía y en la ciencia.⁷ Otra característica de los artículos pedagógicos contemporáneos es que resulta bastante común tratar de generalizar soluciones a partir de experiencias particulares, sin tomar en cuenta las diferencias del grupo de estudiantes analizados con las de otros grupos. El historial social y docente de cada grupo puede ser muy diferente, incluso dentro de un mismo país o región, y por lo tanto los resultados también lo serán. El psicólogo estadounidense David Ausubel (1918-2008), creador de la Teoría del Aprendizaje Significativo y uno de los fundadores de las modernas teorías constructivistas, ha escrito al respecto:

“Si tuviese que reducir toda la psicología educativa a un solo principio, enunciaría este: el factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averíguese esto y enséñese consecuentemente”.⁸

De existir en realidad alguna ley pedagógica, esta conclusión de Ausubel tendría que ocupar un lugar primordial: lo que es capaz de aprender un estudiante dependerá, en primerísimo lugar, de sus conocimientos previos. Otras veces se adoptan criterios como el de la complejidad, de Edgard Morin, y se pretende sustituir la pedagogía por una supuesta filosofía que emplea o incluso inventa palabras compuestas, vanas e imprecisas; enunciados confusos y conceptos enmarañados y pobremente definidos para ocultar verdades de Perogrullo. Tales proposiciones abundan en lugares comunes, carecen de novedad científica y usualmente van acompañadas de una verbosidad que en ocasiones llega a la verborrea.^{9,10} Por ejemplo, el supuestamente novedoso “principio dialógico” de Morin recuerda en demasía la “ley de unión y lucha de contrarios” de la filosofía marxista. Aparte del rejuego de palabras oscuras y equívocas que pretenden representar conceptos novedosos; estas “teorías” pedagógicas le dan la espalda al método científico, metodología por excelencia empleada



Inferno y paraíso como lugares e imágenes de la memoria. Cosimo Roselli. Xilografía, 1579. Tomado de Pietro Corsi, *The Enchanted Loom*, Oxford University Press, Inc., New York, 1991.

en cualquier investigación de la ciencia. Ni lo mencionan ni proponen en su lugar algún plan de acción concreto; tampoco presentan experiencias demostrables y reproducibles. La mayor parte de las veces todo se reduce a “ideas” o “proposiciones” con muy poco o ningún fundamento ligado a la práctica. Se predica lo que supuestamente se debe alcanzar, pero en ningún lugar se dice lo más importante: cómo hacerlo.

Por absurdo que pueda parecer, el desconocimiento sobre la metodología de la ciencia se encuentra bastante extendido, incluso entre aquellos docentes que se dedican a impartir ciencia; el método científico no se aplica regularmente como una herramienta de trabajo ni se enseñan sus aspectos básicos a los estudiantes.¹¹

PROBLEMAS SEMÁNTICOS

En la cultura científica la semántica también es importante, ya que en ocasiones se tergiversan y divulgan terminologías propias de la ciencia asignándoles un significado ajeno al reconocido universalmente.

Por ejemplo, un procedimiento imprescindible en la investigación científica, empleado desde sus mismos inicios, es el uso de modelos. Un modelo es un esquema simplificado del fenómeno real; una primera aproximación a la resolución del problema. Posibilita su tratamiento matemático y la obtención de relaciones cuantitativas entre sus diferentes aspectos.

El refinamiento del modelo proporciona una mejor comprensión del fenómeno, encontrar relaciones cuantitativas más exactas y un acercamiento cada vez mayor a la realidad, que siempre es más compleja y nunca debe confundirse con el modelo. En consecuencia, la prédica de que el estudio de los fenómenos se debe llevar a cabo desde sus mismos inicios en toda su complejidad es, al menos, acientífica, por ser ajena a la historia de la ciencia y a la realidad de su desarrollo.

Son de uso común en cualquier sistema educativo, entre otros, los modelos ondulatorio y corpuscular de la luz, el modelo planetario del átomo, el modelo cuántico, los diferentes modelos macroeconómicos, el modelo heliocéntrico del sistema solar y el modelo del gas ideal. Sin embargo, es posible encontrar artículos y libros sobre pedagogía donde se llama “modelos” a lo que en realidad

son diferentes *métodos o sistemas* de enseñanza y no aproximaciones simplificadas de la realidad.^{12,13,14,15}

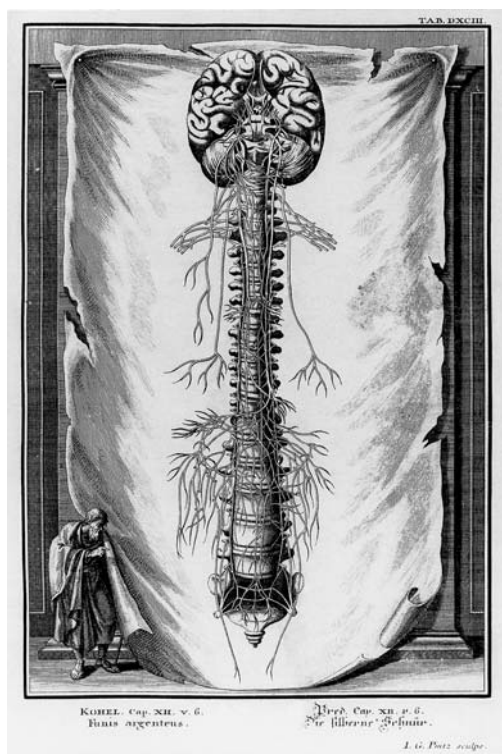
Algo similar sucede con la economía y los modelos matemáticos econométricos, donde el término “modelo” se emplea tergiversado como sinónimo de teoría o sistema económico (*i.e.*, modelo neoliberal, etcétera) y no se ajusta a otros significados de la palabra. Esta práctica de utilizar conceptos propios de la ciencia con una acepción “novedosa” (existiendo ya la denominación precisa para hacerlo) no reconocida por las academias de la lengua, ni registrada en diccionarios o enciclopedias, también conspira fuertemente contra la diseminación de la cultura científica. El ejemplo anterior no es, ni mucho menos, el único. Entre otras tergiversaciones notables, vale la pena mencionar que algunos psicólogos han elaborado supuestas “teorías” curativas, divorciadas de la evidencia experimental, mediante la suplantación de los conceptos bioenergía y bioenergética. Otros no tergiversan; simplemente inventan energías inexistentes persiguiendo fines similares.^{16,17}

Ante estas realidades, ¿cómo orientarse hacia una correcta difusión de la ciencia y la promoción de una cultura científica popular?

¿QUÉ ES LA CIENCIA?

Para hablar sobre cultura científica es necesario, ante todo, describir adecuadamente qué es la ciencia. Una definición aparentemente válida, que resume otras –pero que resulta insuficiente, como se verá más adelante– es la siguiente: esfera de la actividad humana dirigida a la adquisición sistemática de nuevos conocimientos, reflejados en leyes e interpretaciones de todo lo que nos rodea. Una ley es un nexo estable y reiterado entre fenómenos; las leyes son relaciones universales de causa-efecto a cumplirse bajo condiciones determinadas. Hay muchas leyes y principios, tanto en las ciencias naturales como en las sociales; baste citar entre las primeras las de gravitación universal (Newton, física), la de las proporciones definidas (Proust, química) y las de la herencia (Mendel, biología). Ejemplos de las segundas son las leyes de Pareto o del 80/20 y la de Gresham (“el dinero malo expulsa al bueno”) en economía.

Las ciencias naturales estudian los aspectos físicos (no humanos) del mundo; incluyen entre otras la química,



Grabado basado en la famosa placa de Eustaquio. Johann Jakob Scheuchzer, 1733. Tomado de Pietro Corsi, *The Enchanted Loom*, Oxford University Press, Inc., New York, 1991.

la física y la biología. las ciencias sociales estudian el comportamiento y actividades de los seres humanos no estudiados por las ciencias naturales. pertenecen a este grupo la economía, psicología, derecho y arqueología, entre otras. Las ciencias de la salud incluyen en su seno tanto ciencias naturales como sociales, más otras específicas como la anestesiología, la cirugía o la bromatología, hasta llegar a unas treinta.

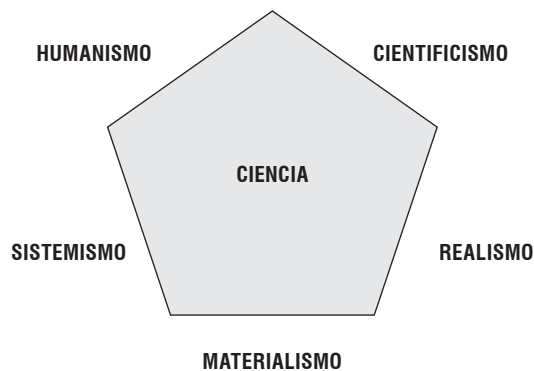
Es de notar que algunas ciencias, como la geografía, a veces aparecen clasificadas como naturales y otras como sociales. No deben confundirse las ciencias con las humanidades (arte, literatura, etcétera); como se dijo anteriormente, estas últimas estudian particularidades sin pretender encontrar leyes o postulados universales. Paul G. Hewitt, autor de libros de enseñanza de la física y ganador de varios premios en la temática, proporciona una definición de ciencia un poco más completa, pero que aún no resulta totalmente suficiente y no será analizada en detalle.¹⁸

¿CÓMO AVANZA LA CIENCIA?

La Figura 1 muestra esquemáticamente algunos criterios generales que condicionan el progreso científico desde una visión naturalista o materialista del mundo; la otra posibilidad es la visión supernaturalista o idealista, poco compatible con el método científico (ver más adelante).

La forma usual de comprobar en la práctica las ideas sobre las cosas reales tiene que ver con el método científico, analizado más adelante. Hay algunas pseudociencias que en principio practican el método científico, aunque solo sea parcialmente o aplicando procedimientos erróneos; es por eso que las discusiones sobre la búsqueda de criterios para separar la ciencia de lo que no lo es han sido bastante extensas en los últimos años.

A nuestro entender, el más completo de estos criterios ha sido propuesto por Mario Bunge, quien considera que toda ciencia debe cumplir necesariamente una serie de normas o requisitos y no se puede diferenciar de lo que no es ciencia a partir de un solo criterio. Bunge desautoriza con argumentos muy sólidos propuestas anteriores como las del Círculo de Viena (liderado por Carnap) y los posteriores de Karl Popper y seguidores. En lo esencial, estos autores consideran que los enunciados científicos se pueden diferenciar de los no científicos a partir de un



Materialismo: el universo está compuesto por cosas concretas, materiales, que se comportan con arreglo a leyes.

Realismo: el mundo existe con independencia de quienes lo investigan y puede llegar a ser conocido, al menos gradualmente.

Cientificismo: indica racionalismo (consistencia interna de las ideas y su coherencia lógica) y empirismo (toda idea acerca de cosas reales debe ser comprobada en la práctica).

Sistemismo: diferentes aspectos de la ciencia conforman un sistema, de forma que las teorías científicas no entran en conflicto entre sí.

Humanismo: que puede resumirse en la máxima "persigue tu propio bienestar –biológico, mental y social– y el de los demás", y abstente de causar daños innecesarios.¹⁹

Figura 1. La matriz filosófica del progreso científico.

solo criterio, la refutabilidad o falsabilidad, o la reformada demostrabilidad o comprobabilidad.^{20,21,22,23}

CAMPOS DE INVESTIGACIÓN Y PSEUDOCIENCIA

Para definir la ciencia, Bunge reconoce la existencia de una familia de *campos de investigación* que poseen las siguientes características:^{*}

1. Cada uno de ellos está formado por una comunidad de investigadores, personas que han recibido instrucción especializada y mantienen lazos estrechos de comunicación entre sí.
2. La sociedad alberga y fomenta (o tolera) la actividad de esta comunidad.
3. Se investigan entidades reales y no ideas que "flotan" libremente.
4. Todo cambia según ciertas leyes, no hay nada inmutable o milagroso; el conocimiento refleja la realidad, no es subjetivo.

^{*} Con el fin de facilitar la comprensión del lector se han sustituido u omitido términos muy específicos, propios de la filosofía o campos afines.

5. La investigación se desarrolla a partir de una colección de teorías lógicas y matemáticas actualizadas, no obsoletas.

6. Emplea una colección de datos, hipótesis y teorías razonablemente bien confirmadas (aunque corregibles), junto a métodos de investigación eficaces, producidos en otras áreas de investigación.

7. Únicamente estudia problemas referentes a la naturaleza de entidades reales de su campo de investigación o de algún otro.

8. Se basa en conocimientos previos actualizados y comprobables (aunque no definitivos).

9. Tiene por objetivo descubrir o utilizar leyes y tendencias, sistematizar hipótesis generales y refinar métodos de investigación.

10. La metodología empleada consta exclusivamente de procedimientos escrutable (controlables, analizables, criticables) y justificables (explicables), en primer lugar mediante el método científico.

11. Para cada campo de investigación, existe al menos un campo contiguo en el que ambos comparten elementos, o el dominio de un campo está incluido dentro del otro.

12. La composición de los elementos del 4 al 11 cambia –por lo general muy lentamente– como resultado de la investigación realizada en el propio campo y en los campos relacionados.

Bunge considera que todo campo de investigación que no cumpla la totalidad de las 12 condiciones es acientífico, y llama semiciencia o protociencia a cualquiera que las satisfaga de manera aproximada. Todo campo de conocimiento que no es científico, pero se publicita como tal, es pseudocientífico. También señala una serie de diferencias características entre los individuos que se dedican a la actividad científica y quienes cultivan la pseudociencia, reproducidas en la Tabla 1.¹⁹

Particularidades adicionales sobre quienes adoptan las manifestaciones más burdas de la pseudociencia se han publicado en otros lugares.²⁴

A las actitudes que aparecen en la Tabla 1 se les puede añadir que en las investigaciones científicas honestas –la inmensa mayoría– los investigadores tratan de encontrar la verdad, cualquiera que esta sea, por encima de sus preferencias; en la pseudociencia es bastante común

Tabla 1

ACTITUDES Y ACTIVIDADES TÍPICAS DE CIENTÍFICOS Y PSEUDOCIENTÍFICOS ¹⁹	Científico		Pseudocientífico		
	SI	NO	SI	NO	Op*
Admite su propia ignorancia y, por ende, la necesidad de mayor investigación.	•			•	
Considera que su propio campo es difícil y está lleno de lagunas.	•			•	
Avanza mediante el planteamiento y la resolución de nuevos problemas.	•			•	
Recibe con agrado nuevas hipótesis y métodos.	•			•	
Propone y ensaya nuevas hipótesis.	•				•
Intenta descubrir o aplicar leyes.	•			•	
Aprecia la unidad de la ciencia.	•			•	
Se apoya en la lógica.	•				•
Utiliza la matemática.	•				•
Recoge o utiliza datos, especialmente cuantitativos.	•				•
Busca contraejemplos.	•			•	
Inventa o aplica procedimientos objetivos de control.	•			•	
Resuelve las disputas por medio del experimento o el cálculo.	•			•	
Recurre de manera sistemática a la autoridad.		•	•		
Suprime o tergiversa los datos no favorables.		•	•		
Actualiza la información.	•			•	
Busca comentarios críticos de otros.	•			•	
Escribe artículos que pueden ser entendidos por cualquier persona.		•	•		
Es probable que adquiera fama instantáneamente.		•	•		

* Opcional

que las investigaciones, si las hay, sean tendenciosas y tengan por finalidad tratar de convencer a los demás de las ideas preconcebidas de los autores. Según Merton, uno de los clásicos de la escuela norteamericana de sociología, el desinterés debe ser uno de los principios guías de la buena ciencia.

Significa que no se deben presentar resultados enlazándolos a creencias personales o al activismo por una causa; las simpatías deben mantenerse separadas de los resultados científicos.²⁵

EL MÉTODO CIENTÍFICO

En la ciencia, la adquisición de nuevos conocimientos se lleva a cabo a través del método científico, procedimiento derivado de la práctica y la experiencia de muchas generaciones. En las ciencias médicas, cuando hay pacientes involucrados, en vez de experimentos se acostumbra hablar de ensayos clínicos.

En la Figura 2 aparece un esquema que muestra, a grandes rasgos, en qué consiste el método. Nos dice que cuando tenemos nociones de determinado fenómeno (observación), usualmente se establece una suposición acerca de por qué ocurre y cuáles son sus causas (hipótesis). Es necesario entonces repetir el fenómeno –o parte de él– controladamente (experimentación), con el fin de evitar la interferencia de agentes ajenos que afecten lo que se desea estudiar y obtener así valores numéricos confiables y reproducibles.

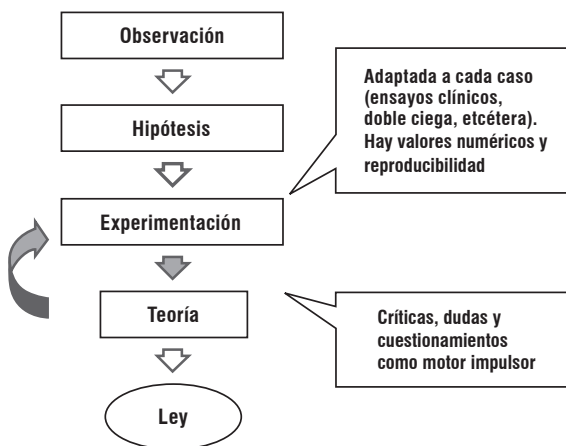


Figura 2. El método científico.

Esto último es de primordial importancia. Si los resultados de un experimento no son reproducibles en otros laboratorios, por otros operadores y utilizando otro instrumental, no se podrá afirmar absolutamente nada de los resultados obtenidos. Significa que el resultado particular obtenido fue, si no erróneo, cuando más casual. Es un indicio de que el experimento no fue controlado lo suficiente y hubo factores ajenos, no identificados por el operador, que afectaron el resultado. Una vez que se tiene el resultado de un experimento, –que puede confirmar o negar la hipótesis– es necesario buscar alguna explicación racional basada en ese resultado. Se llega así a la teoría. Y cuando se posee una teoría, a partir de esta siempre es posible tratar de predecir lo que ocurrirá en alguna otra situación parecida, e idear algún otro experimento que servirá de comprobación al anterior y también a la teoría (de ahí la doble flecha en el esquema de la Figura 2).

Así se establece una interacción continua entre teoría y experimento, que constituye sin lugar a dudas el núcleo esencial o “fuerza motriz” del método científico.

Asociada a la interacción teoría-experimento hay todo un proceso de divulgación internacional de resultados a través de publicaciones en revistas científicas arbitradas, críticas, errores y rectificaciones. Y no es raro que teorías muy bien establecidas deban ser reformadas, al detectarse algún nuevo fenómeno que la teoría existente no es capaz de explicar satisfactoriamente.

Cuando la teoría se hace lo suficiente amplia y sólida, cuando es capaz de dar explicación a una gran cantidad de fenómenos y relaciones de causa-efecto y también de rebatir racionalmente cualquier crítica, se llega a la ley. Las leyes tampoco son eternas. Muchas veces se hace necesario generalizarlas para lograr explicar fenómenos no detectados hasta el momento. Hay muchísimas leyes físicas, químicas, biológicas y de otras ciencias: todas ellas provienen del proceso que acabamos de describir.

En realidad, la afirmación anterior no se ajusta estrictamente a la verdad, pues en algunas áreas del conocimiento es materialmente imposible llevar a cabo experimentos controlados en relación a un determinado fenómeno. Así ocurre, por ejemplo, en la geología o la astronomía, cuyos métodos de análisis e investigación no se han considerado. No obstante, en esos casos la observación precisa y reproducible sustituye al experimento, y las teorías se consideran válidas cuando:

- Son capaces asociar racionalmente muchos hechos en apariencia independientes.
- Logran predecir la existencia de relaciones y fenómenos no detectados hasta el momento.

LA PSEUDOCIENCIA

Junto a la ciencia también existe la falsa ciencia o pseudociencia, que aparentando ser ciencia en realidad obvia la parte esencial del método científico, pasando directamente de la hipótesis a algún punto medio entre la teoría y la ley, sin realizar experimentos (Figura 3).

De esta manera las suposiciones e hipótesis de algún “iluminado” y sus seguidores se convierten en “leyes” sin pasar por el fino tamiz de la interacción teoría-experimento. Estas suposiciones, al hacer abundante uso de la terminología científica en sus descripciones y aseveraciones, pueden engañar fácilmente a cualquiera no familiarizado

con el quehacer científico. La mayor parte de las veces la experimentación simplemente se omite y se toma la hipótesis como una verdad absoluta.

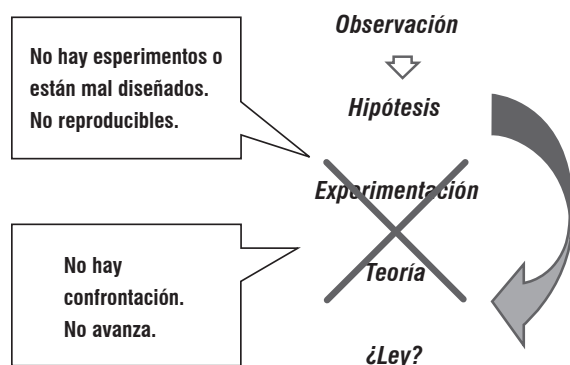


Figura 3. La tergiversación pseudocientífica.

En otras ocasiones se llevan a cabo unos pocos experimentos mal diseñados y se propone una teoría desligada del experimento. Si hay resultados experimentales aparentemente favorables, siempre son casuales; no son reproducibles. Como el motor de avance de la ciencia es precisamente la crítica y la interacción teoría-experimento, la pseudociencia no tiene forma de avanzar. Invariablemente, sus "leyes" y "teorías" están dadas de una vez y para siempre.

Existen pseudociencias que emplean la terminología científica para ocultar o disfrazar su trasfondo esencialmente religioso.²⁶

De hecho, el predominio de las creencias es algo común a la religión y las pseudociencias, pues es posible dividir el conocimiento en dos grandes campos; por una parte se encuentran los campos de investigación, donde se agrupan las humanidades, las ciencias básicas y aplicadas, las matemáticas y la tecnología, incluyendo la medicina y el derecho. El otro incluye los campos de creencias, donde junto a las religiones y las ideologías políticas aparecen las pseudotecnologías y las pseudociencias.¹⁹

En el campo de las ciencias médicas no faltan las afirmaciones falsas, elaboradas concienzudamente con el único fin de engañar al paciente y justificar de alguna forma la validez de una u otra pseudoterapia. A pesar de lo absurdo que pudiera parecer a primera vista, es un tema actual y una posibilidad muy real a tomar en cuenta ante

afirmaciones de supuestas terapias maravillosas, que curan infinidad de dolencias. Se pueden encontrar promesas que van desde "aliviar" cualquier tipo de cáncer con productos homeopáticos, que no son más que agua pura, hasta efectuar curaciones a distancia con un péndulo y una fotografía del paciente.^{27,28}

Hay al menos tres razones para denunciar y condenar la pseudociencia:

1. Es falsa. Toda pseudociencia predica nociones contrarias a las reconocidas por la ciencia.
2. Constituye una pérdida de tiempo, esfuerzo, recursos, y algo similar a lo que los economistas llaman "costo de oportunidad". Es decir, no solo se pierde lo dicho anteriormente, también se pierde lo que se pudiera haber ganado de emplear esos recursos y esfuerzos en algo realmente productivo.
3. Cuando la pseudociencia está ligada a una falsa terapia, el posible perjuicio para el paciente siempre está presente, ya bien sea por causa directa, o porque este no logre atender a tiempo su dolencia al entretenerse con la pseudoterapia, sin someterse a un tratamiento verdaderamente eficaz.

CONCLUSIONES

Para contribuir a la cultura científica es necesario, ante todo, tener una noción muy clara acerca de la ciencia, para así poder diferenciar cuando un resultado es científico o no lo es. Existen teorías supuestamente científicas que ni siquiera mencionan el método científico y tampoco proponen en su lugar algún otro método concreto de acción. No es posible diferenciar inequívocamente la ciencia de lo que no lo es a partir de un criterio único.

Cualquier ciencia debe cumplir una serie de requisitos o normas básicas que incluyen, entre otras, una instrucción especializada de los investigadores en el campo de conocimiento en cuestión; el estudiar entidades reales y estar basada en conocimientos anteriores, actualizados y corregibles; el uso de procedimientos escrutables y justificables; la búsqueda de leyes o su refinamiento; la estrecha comunicación con otros investigadores y la compatibilidad e interacción con otras ciencias, considerando que no hay nada inmutable y que la verdad existe, es alcanzable y refleja la realidad, aunque solo sea de forma parcial y no definitiva.

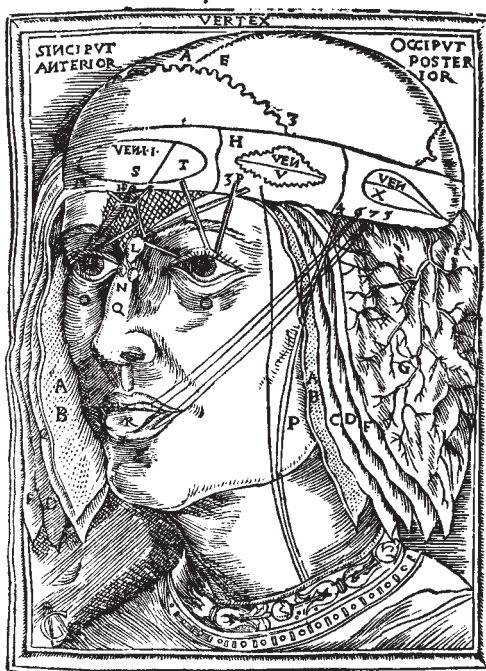
Una semiciencia o protociencia es aquella que sin apegarse estrictamente a las normas muestra claras señales de poder hacerlo en el futuro; una pseudociencia es la que se publicita como científica pero contradice alguna de las normas. También es posible diferenciar ciencias y pseudociencias analizando las actitudes típicas de quienes practican unas u otras.

Para fomentar la cultura científica no basta con divulgar y popularizar la ciencia; también es necesario denunciar y criticar las pseudociencias.

REFERENCIAS

- Barret Stephen MD. Quack Electrodiagnostic Devices (2007). <http://www.quackwatch.com/01QuackeryRelatedTopics/electro.html>
- Pérez-Lanzac C. Sanidad advierte contra las pulseras holográficas: esta es su historia (2010). http://www.elpais.com/articulo/sociedad/Sanidad/advierte/pulseras/holograficas/historia/elpepusoc/20100428elpepusoc_5/Tes.
- Bergado JA. Medicina sin apellidos, *Juventud Técnica Digital* (2011). Accesible en <http://www.juventudtecnica.cu/Juventud%20T/2011/la%20opinion/paginas/sin%20apellidos.html>
- Moreno Castillo R. *Panfleto antipedagógico* (2007). Accesible en <http://www.mat.ub.edu/~cerda/Pamflet.pdf>
- Moreno Castillo R. ¿Es la pedagogía una ciencia?, *Foro de Educación* 11, (2009) 67-83. Accesible en www.forodeeducacion.com/numero11/006.pdf.
- Oxhorn P. El arte de la "ciencia" política. *Temas y debates* 14 (2007) 85-93.
- Ortiz Ocaña AL. Construyendo la nueva escuela: leyes pedagógicas y principios didácticos (2005). Monografías.com; consulta agosto 2011, <http://www.monografias.com/trabajos28/construir-nueva-escuela/construir-nueva-escuela.shtml>
- Ausubel DP, Novak JD y Hanesian H. *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*, Editorial Trillas, México (1963).
- Critici G. Crítica destructiva. Pensamiento complejo, *Luventicus* (2003). <http://www.luventicus.org/articulos/03R009/index.html>
- Reynoso C. *Modelos o metáforas: crítica del paradigma de la complejidad de Edgar Morin*. Editorial Prometeo, Argentina (2009).
- González Arias A. ¿Educación científica sin método científico?, *Juventud Técnica Digital*, junio 6 (2008). Accesible en www.fisica.uh.cu/rationalis/ciencia/educacion/educ-cientifica.htm
- Fernández J y Orribo T. Los modelos didácticos en la enseñanza de la Física. Ponencia IX Congreso de la Didáctica de la Física, Universidad Nacional de Educación a Distancia, Madrid. Septiembre (1995).
- Ortiz Ocaña AL. Modelos pedagógicos: hacia una escuela de desarrollo integral. Monografías.com, consulta Sept. 2011, <http://www.monografias.com/trabajos26/modelos-pedagogicos/modelos-pedagogicos.shtml>.
- Santángelo HN. Modelos pedagógicos en los sistemas de enseñanza no presencial basados en nuevas tecnologías y redes de comunicación, *Revista Iberoamericana de Educación* 24, (2000).
- Arévalo A. Los modelos pedagógicos, visto en Sept. 2011, http://arevalodeleon.com/focim/Bodega/PATRICIA%20AIDA/23-julio-literatuta%20disertacion/22-Los_modelos_pedagogicos.pdf
- González Arias A. Ciencia, pseudociencia y bioenergía. *Rev Cub Fis* vol. 25, No. 1 (2008) 17-21.
- González Arias A. Use and misuse of the concept energy, *Latin Am J of Phys Educ* (2012) (en vías de publicación).
- Hewitt PG. *Conceptual Physics*, 3rd Edition. Ch. 1. Ed. Addison Wesley Publishing

Univerſalis figura omnium partium capitis humani cum ſua explicatione.



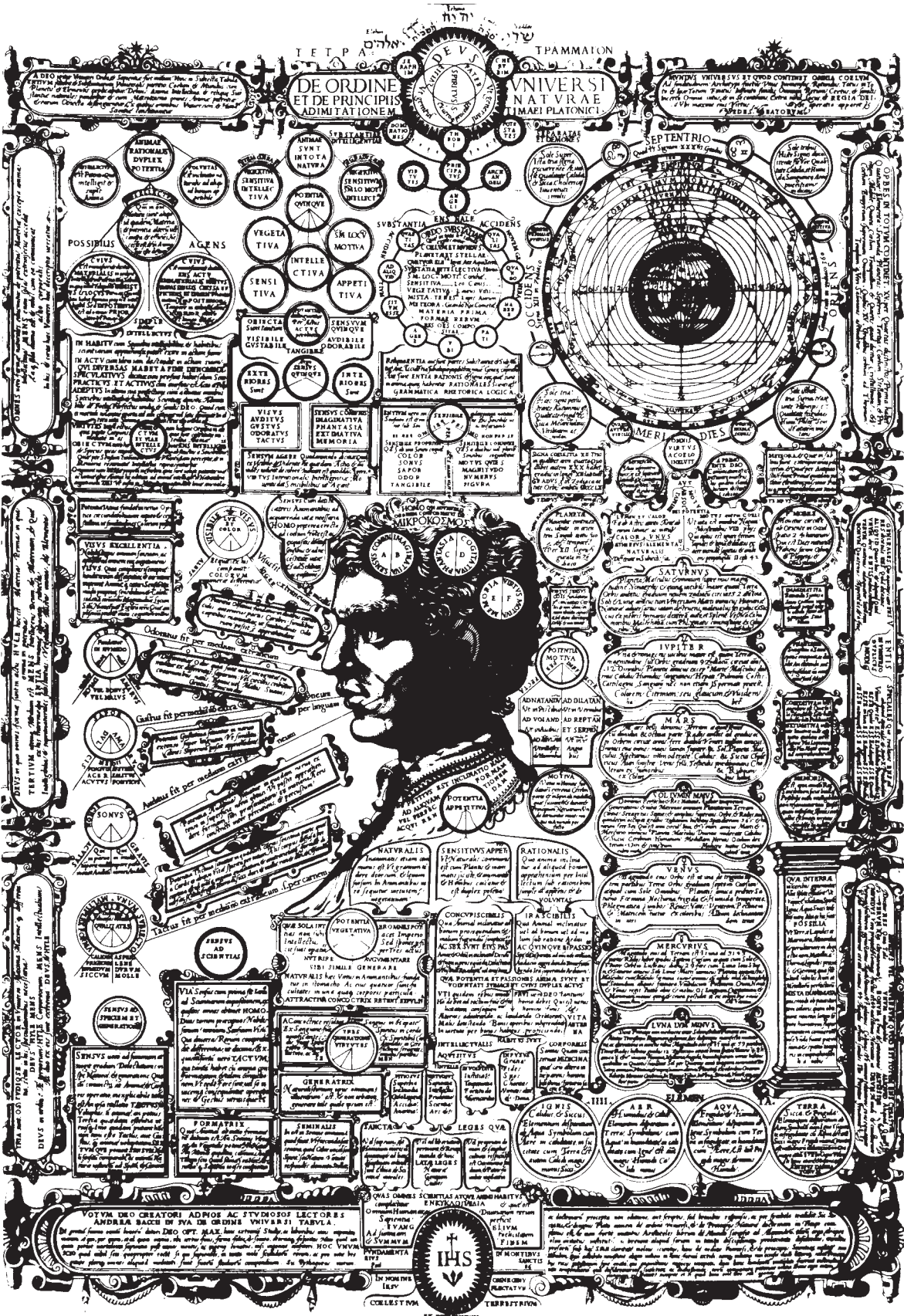
Las capas del cerebro. Johannes Dryander, 1537. Tomado de Harry Robin. *The Scientific Image: From Cave to Computer*. Harry N. Abrams, Inc., Publishers, New York, 1992.

Company, New York (1997) 1-7. Accesible en <http://www.fisica.uh.cu/bibvirtual/vidaytierra/Paul G. Hewitt - Acerca de la Ciencia.pdf>

- Bunge M. *Las pseudociencias, ¡vaya timo!* 1ra. Ed. Editorial Laetoli, Pamplona, España, (2010) 18, 49, 50 y 223.
- Hempel CG. Problems and changes in the empiricist criterion of meaning. *Revue Internationale de Philosophie* 11, (1950) 41-63.
- Popper KR. *Conjectures and refutations: the growth of scientific knowledge*. Basic Books, New York (1962). En español: *Conjeturas y refutaciones, el desarrollo del conocimiento científico*, Paidós, Barcelona (1994).
- Hansson SO. "Science and pseudoscience" in Edward N. Zalta (Ed), *Stanford Encyclopaedia of Philosophy* (2008). Accesible en <http://plato.stanford.edu/entries/pseudo-science/>
- Bunge M. What is science? Does it matter to distinguish it from pseudoscience? A reply to my commentators. *New ideas in psychology* 9 (1991) 245-283.
- González Arias A. La ciencia cabeza abajo, *Revista Española de Física*. Nov. (2008).
- Merton RK. *Sociología de la ciencia*, Editorial Alianza, Madrid (1977).
- González Arias A. Terapia floral de Bach: el carrusel de las ilusiones, 28/2/11 (2011), Aporeia.org, url=(0046)<http://www.aporeia.org/actualidad/a118601.html>. Accesible en <http://www.fisica.uh.cu/rationalis/homeopatia/Bach/Aporrea%20Terapia%20floral%20de%20Bach%20El%20carrusel%20de%20las%20ilusiones.htm>
- López Borgoñoz S. Sobre Cuba y el Vidatox, *El Escéptico* 1 (2011) p. 14.
- Ávila J y Fonte P. *Salud Ecológica*. Editorial de Ciencias Médicas, La Habana (2004). Accesible en http://bvs.sld.cu/salud_ecologica/indice_p.html, ver también las críticas en http://bvs.sld.cu/salud_ecologica/nota_editorial.htm

Arnaldo González Arias
Departamento de Física
Universidad de La Habana
arnaldo@fisica.uh.cu
agonzalezarias@yahoo.com

Francisco Antonio Horta Rangel
Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental
de la Universidad de Guanajuato
anthort@hotmail.com



De ordine universi et de principiis naturae ad imitationem Timaei platonici. Andrea Baci. Grabado, 1581?
Tomado de Pietro Corsi, *The Enchanted Loom*, Oxford University Press, Inc., New York, 1991.

De amibas y amebiasis:

Entamoeba histolytica

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

La amibiasis es definida por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como la infección provocada por *Entamoeba histolytica*. Este parásito protozooario tiene una distribución global y especialmente una prevalencia alta en países donde predominan condiciones socioeconómicas y sanitarias pobres. En naciones de primer mundo, esta infección se ha observado en turistas y en inmigrantes provenientes de zonas endémicas.¹ A pesar de que el 90% de las infecciones amibianas son asintomáticas y autolimitantes, existe un estimado de 50 millones de casos de infección anuales. De acuerdo con la OMS, *E. histolytica* se encuentra clasificado como el tercer parásito responsable de muertes con un estimado de 100,000 defunciones al año.²

EPIDEMIOLOGÍA

La infección por *E. histolytica* ocurre a nivel mundial, pero es más prevalente en el trópico. Se estima que aproximadamente 480 millones de personas (aproximadamente 12% de la población mundial) está infectada. La prevalencia de la infección difiere de un área a otra, así como la severidad de la enfermedad de paciente a paciente. Las diferencias en la prevalencia frecuentemente dependen de los métodos de detección usados y del número de análisis realizados. Alrededor del 10% de los pacientes infectados presentan sintomatología.

De los aproximadamente 48 millones de pacientes con síntomas clínicos, el 80 a 98% tiene síntomas relacionados con la mucosa intestinal (diarrea o disentería).³

En México, la amibiasis es una de las veinte principales causas de enfermedad; sin embargo el porcentaje de mortalidad debido a complicaciones severas de la amibiasis ha disminuido en los últimos cuarenta años (<http://www.dgepi.salud.gob.mx>), debido al acceso a drogas antiamebiasis efectivas durante las últimas décadas. No obstante, un estudio seroepidemiológico reportó que el 8.41% de la población mexicana tenía anticuerpos circulantes antiamebia, indicando la exposición alta de la población al parásito. Por otro lado, la incidencia de amibiasis intestinal de 1995 al año 2000 se encontraba entre 1000 y 5000 casos por cada 100,000 habitantes, de manera anual. Siendo los individuos menores de 15 años de edad los más frecuentemente afectados, con un marcado incremento en niños de entre 5 y 9 años de edad. Con respecto a la incidencia del absceso hepático amibiano en México, en el periodo comprendido entre los años 1995 y 2000 fue de 10 casos por cada 100,000 habitantes. Desafortunadamente,

desde el año 2002, el absceso hepático amibiano no es una enfermedad comunicable en México; durante ese año el porcentaje de incidencia fue de 3.8 casos por cada 100,000 habitantes.^{4,5}

EL AGENTE CAUSAL

E. histolytica fue inicialmente descrita por Fedor Lösch en 1875 en San Petersburgo, Rusia, quien describió la forma de trofozoíto y la amibiasis intestinal en detalle. Councilman y LaFleur, encontraron evidencia clínica y patológica de la asociación de *E. histolytica* con la disentería y el absceso hepático. Quincke y Ross, en 1893, describieron la forma de quiste, mientras que el nombre de la especie *E. histolytica* fue introducido por Fritz Schaudinn en 1903. Posteriormente, en 1925, Boeck y Drbohlav fueron los primeros en cultivar a *E. histolytica*; sin embargo, el primer cultivo axénico fue realizado por Diamond en 1961. Actualmente los medios TYI-S-33 y YI-S son los más ampliamente usados para el cultivo axénico de *E. histolytica*. Los cultivos de *E. histolytica* pueden realizarse a partir de muestras fecales, de biopsias rectales o aspirado de absceso hepático. Las técnicas de cultivo han ayudado grandemente a comprender las diferencias patogénicas entre diferentes cepas de *E. histolytica* y a entender cómo se lleva a cabo la interacción huésped-parásito.^{3,6}

Se sabe que *E. histolytica* tiene en su ciclo de vida dos estadios principales: el quiste y el trofozoíto. El quiste es la forma infectiva no móvil del parásito, además es la forma resistente de *E. histolytica*; se encuentra en las heces del humano infectado, por lo cual es considerado como la forma de transmisión de este parásito. El quiste es una estructura redondeada de 10-15 μm , contiene una cubierta de cromatina gruesa con gránulos uniformes finos, posee cuatro núcleos, el cariosoma es pequeño, compacto y usualmente con localización central, en el citoplasma pueden presentarse cuerpos cromatoides alargados. Los quistes pueden sobrevivir durante semanas en el suelo o en el agua, que son las principales fuentes de infección. Cuando los quistes llegan al intestino, comienza la división citoplásmica y nuclear, para dar como resultado la generación de ocho trofozoítos.

El trofozoíto es la forma móvil del parásito; este puede residir en el intestino del humano y, ocasionalmente, invadir

El feto humano. Jane Sharp, 1671. Tomado de Harry Robin, *The Scientific Image: From Cave to Computer*. Harry N. Abrams, Inc., Publishers, New York, 1992.



la mucosa intestinal, penetrándola e invadiéndola. Tienen un diámetro de 15-20 μm y es activamente móvil debido a sus pseudópodos, su núcleo presenta un cariosoma central pequeño y compacto y cromatina periférica con gránulos uniformes, su citoplasma es fino y granular. Los trofozoítos tienen la capacidad de colonizar la mucosa intestinal.^{3,6}

CICLO BIOLÓGICO

El ciclo biológico de *E. histolytica* inicia cuando los quistes infecciosos se introducen en el organismo al ingerir alimentos o agua previamente contaminados con heces. Posterior a la ingestión y el paso hacia el estómago, el organismo se desenquista para originar finalmente al trofozoíto activo en el intestino delgado. Los trofozoítos se multiplican por división simple y se enquistan cuando se mueven hacia el intestino grueso. Los quistes son expulsados junto con las heces y pueden permanecer viables durante semanas, e incluso meses (Figura 1). Muchas infecciones (>90%) permanecen asintomáticas. La invasión intestinal puede ocurrir días o años después de la infección inicial y se caracteriza por dolor abdominal y diarrea con sangre. También pueden ocurrir diarrea acuosa o conteniendo moco, constipación y tenesmo. Los casos severos de colitis amibiana se caracterizan por diarrea abundante con sangre, dolor abdominal difuso y raramente fiebre.

La colitis necrotizante extensivamente fulminante, es la forma más severa de la enfermedad intestinal y es frecuentemente fatal. Las complicaciones de la enfermedad intestinal incluyen fístulas recto-vaginales, formación de masas intraluminales (ameboma), ulceración del tejido perianal, megacolon tóxico, perforación, peritonitis, shock y la muerte. En raras ocasiones los trofozoítos de *E. histolytica* entran al torrente sanguíneo y se diseminan a otros órganos, más comúnmente al hígado a través de la vena porta. La invasión hepática resulta en una marcada destrucción tisular con reclutamiento de neutrófilos, necrosis celular y formación de micro abscesos. Muchos pacientes (65%-75%) presentan un absceso simple, sin embargo se pueden formar múltiples abscesos. La presentación clínica del absceso hepático amibiano es altamente variable, pero comúnmente se observa hepatomegalia y dolor en el cuadrante superior derecho y, a diferencia de la colitis amibiana, el absceso hepático amibiano es comúnmente acompañado por fiebre. Entre las complicaciones se

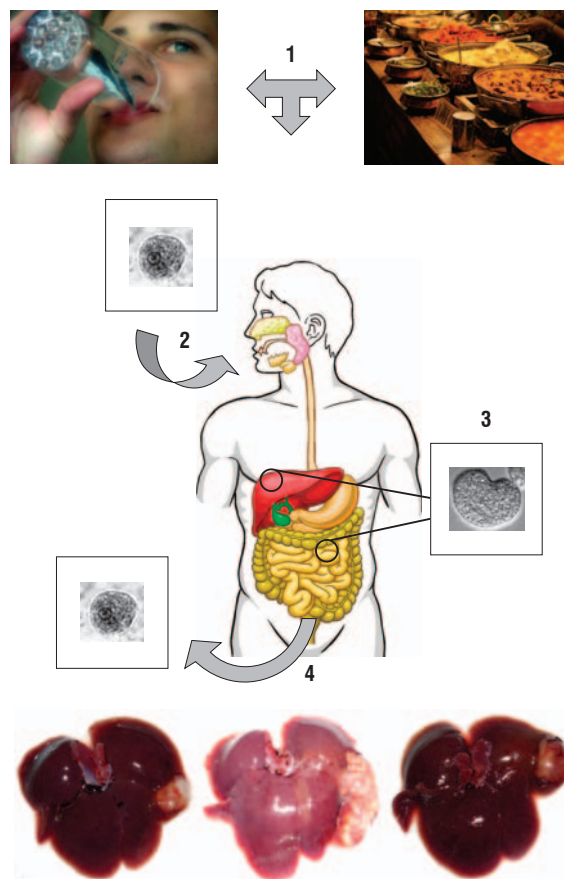


Figura 1. Ciclo biológico de *Entamoeba histolytica*. La infección amibiana es iniciada por la ingestión oral de quistes maduros, provenientes de alimentos o agua contaminada con heces (1). Después de la ingestión (2), los quistes son reblanecidos por la acción de los jugos gástricos en el estómago, esto permite posteriormente el desenquistamiento en el intestino delgado, dando origen al trofozoíto (3). Estos trofozoítos pueden vivir y multiplicarse de manera indefinida dentro de las criptas de la mucosa del intestino grueso, colonizando ciertas regiones del colon y formando nuevamente quistes, los cuales serán liberados en las heces de los individuos parasitados, pudiendo sobrevivir semanas o meses en el medio ambiente (4). El parásito puede colonizar a nivel intestinal o bien puede diseminarse e invadir otros órganos vitales, principalmente el hígado, aunque también puede invadir el cerebro o los pulmones.

incluyen: infección bacteriana secundaria, perforación hacia el peritoneo y cavidades pleurales y pericárdicas; shock séptico y la muerte. Raramente los trofozoítos terminan en otras regiones del cuerpo tales como: el cerebro, bazo, pulmones y tracto genitourinario. Los abscesos cerebrales son extremadamente raros y se asocian con altos porcentajes de mortalidad. La enfermedad diseminada no es un mecanismo adaptativo para el parásito debido a que no puede completar su ciclo de vida.^{1,3,6}

DIAGNÓSTICO

Clínicamente, es deseable distinguir a *E. histolytica* de otras cepas como: *E. dispar* y *E. moshkovskii* debido a

que solo *E. histolytica* es patógeno al humano. El diagnóstico de amibiasis invasiva usualmente es sugerido por los síntomas que presenta el paciente, la historia clínica y los hallazgos radiológicos, pero esto deberá ser confirmado con resultados microbiológicos del laboratorio. El análisis de muestras de heces frescas mediante microscopía óptica es frecuentemente el primer paso en el diagnóstico; las características de los trofozoitos o quistes pueden identificarse a través de tinciones directas, concentradas o permanentes.



El feto humano. Giulio Casserius, c. 1601. Tomado de Harry Robin, *The Scientific Image: From Cave to Computer*. Harry N. Abrams, Inc., Publishers, New York, 1992.

Debido a que los parásitos pueden aparecer de manera intermitente, la recomendación actual es analizar tres muestras de heces en diferentes días en un periodo de diez días. Desafortunadamente, en la microscopía por sí sola no se puede diferenciar a *E. histolytica* de amibas no patógenas, por lo que deben realizarse más pruebas para determinar la cepa infecciosa. No obstante, una rara

excepción es cuando los trofozoitos contienen eritrocitos ingeridos (eritrofagocitosis), ya que este hallazgo es fuertemente indicativo (pero no definitivo) de amibiasis intestinal. Los trofozoitos también pueden identificarse en especímenes de biopsia intestinal o aspirados, facilitando el diagnóstico de la amebiasis si, al realizarla, se observa invasión de la mucosa y ulceración.

Los métodos actuales de identificación incluyen biopsia, serología, detección de antígenos y ensayos moleculares. Los cultivos pueden ser realizados por algunos laboratorios especializados, pero es técnicamente un reto y consume mucho tiempo. Además de que un cultivo negativo para *E. histolytica* a partir de muestras intestinales no excluye al parásito, debido a que la sensibilidad del cultivo es menor al 100%.

Las pruebas serológicas detectan la presencia de anticuerpos específicos de la especie en el suero del paciente. Las pruebas serológicas son comúnmente usadas en países no endémicos donde la prevalencia es baja y tienen una buena sensibilidad y especificidad para detectar la enfermedad intestinal invasiva. Sin embargo, las pruebas serológicas no pueden distinguir una infección pasada o actual, a menos que se puedan detectar anticuerpos IgM, los cuales para *E. histolytica* son de vida corta y raramente detectados. Por el contrario, los anticuerpos IgG son de larga vida pero altamente prevalentes en áreas endémicas debido a exposiciones pasadas. Las pruebas serológicas también son menos sensibles en infecciones asintomáticas y toman de 7 a 10 días para aparecer en el torrente sanguíneo, por lo que pueden encontrarse resultados falsos negativos.^{1,7,8}

La detección de antígenos en heces es una prueba que usa anticuerpos monoclonales o policlonales para detectar a *E. histolytica*. Esta prueba es rápida, altamente sensible y ampliamente usada en el diagnóstico de laboratorio. La prueba de antígenos se usa para confirmar los hallazgos de microscopía (falsos negativos). Estas pruebas también son de ayuda para interpretar resultados positivos en la serología amibiana en pacientes de países endémicos, debido a que los resultados positivos en una prueba de antígenos indican más una infección actual que una infección anterior.

Por otro lado, la más alta sensibilidad y especificidad para el diagnóstico de *E. histolytica* es proporcionado por pruebas basadas en DNA. Muchas pruebas actuales

y disponibles incluyen la reacción en cadena de la polimerasa (PCR convencional) y la PCR en tiempo real; sin embargo, estas técnicas son usadas principalmente en laboratorios de investigación y de referencia, debido a que se requiere de equipo de laboratorio costoso y personal capacitado para realizar los análisis.¹ En el caso del absceso hepático amibiano, el diagnóstico diferencial deberá incluir el absceso bacteriano, quistes equinocócicos, tuberculosis y tumores primarios o en metástasis. La radiología puede diferenciar entre muchas etiologías infecciosas y no infecciosas; sin embargo, los abscesos bacterianos y amibianos pueden aparecer muy similares.

En comparación con el absceso bacteriano, los abscesos amibianos son más solitarios, subcapsulares y se localizan preferencialmente en el lóbulo derecho del hígado. Ocasionalmente los abscesos hepáticos amibianos pueden tener una presentación tipo neumonía con dolor en las pleuras, tos y disnea. Las pruebas radiológicas, la historia clínica, los hallazgos en la auscultación física y los resultados serológicos son esenciales para incluir o excluir el diagnóstico de absceso hepático amibiano.¹

TRATAMIENTO

La OMS recomienda que cuando sea posible, *E. histolytica* deberá de ser diferenciada de especies morfológicamente similares y dar el tratamiento de manera apropiada, ya que un tratamiento innecesario podría favorecer el desarrollo de resistencia. Por lo tanto, la profilaxis para la infección por *E. histolytica* con amebicidas no es recomendada bajo ninguna circunstancia.

La medicación recomendada para tratar la amebiasis confirmada, varía con las manifestaciones clínicas. La infección intestinal asintomática con *E. histolytica* deberá de ser tratada con amebicidas lumbinales, como la paromomicina. Esta medicación erradicará las amibas lumbinales y prevendrá una subsecuente invasión al tejido y la diseminación de la enfermedad a través de los quistes.⁹

Comparada con la infección asintomática, la enfermedad invasiva intestinal y extraintestinal son procesos aeróbicos y deberán de ser tratadas con amebicidas tisulares, como los 5-nitroimidazoles (por ejemplo, metronidazol). De manera similar a la colitis amibiana, el absceso hepático típicamente responde bien a un tratamiento por 5-10 días con metronidazol. El metronidazol es la droga

de elección debido a que presenta una rápida absorción intestinal, una excelente biodisponibilidad en tejido y una buena penetración en el absceso. Posterior al tratamiento, la ultrasonografía puede ser utilizada para monitorear la regresión del absceso, el cual ocurre lentamente durante un periodo de 3-12 meses.^{1,10}

VACUNAS

Actualmente, uno de los principales problemas para el control de la amibiasis es la carencia de una vacuna capaz de prevenir la transmisión del parásito o, al menos, de evitar la progresión hacia la enfermedad invasiva en individuos infectados.

Hasta el momento se han investigado diferentes proteínas que pudieran servir como vacunas, así como las diferentes vías de inmunización que desarrollen una mejor respuesta inmunológica, entre ellas se encuentran la peroxirredoxina Eh29, los lipofosfoglicanos (LPGs), las proteasas de cisteína y las dos proteínas más prometedoras como candidatos vacunales que son una proteína rica en serinas de 25 kDa denominada SREHP, y la Gal/GalNac-lectina de 260 kDa (Tabla 1).¹¹⁻¹⁴

PROTEÍNA	VÍA DE INMUNIZACIÓN	PROTECCIÓN (%)	REFERENCIA
Proteína rica en serinas (SREHP)	Intradérmica Intraperitoneal	100 64	12
Gal/GalNac lectina	Intraperitoneal Subcutánea	86 59	13
Peroxirredoxina (Eh29)	Intraperitoneal	54	14

Tabla 1. Proteínas con potencial para el desarrollo de una vacuna contra la amibiasis. En la tabla se muestran proteínas que se han evaluado en contra de la amibiasis y que hasta la fecha han conferido cierto grado de protección, por lo que se les considera como futuros agentes para el desarrollo de una vacuna.

En este contexto, se observó una respuesta inmunológica tipo Th1 protectora en hamsters vivos e infectados con *E. histolytica*, posterior a la inmunización con una vacuna de DNA basada en genes codificantes para una proteína de adhesión (EhADH112) y una proteasa de cisteína (EhCP112). La vacunación no demostró una respuesta de anticuerpos significativa; sin embargo, los animales vacunados desarrollaron una protección significativa contra la formación del absceso hepático amibiano (85%)

cuando la inmunización se realizó de manera intradérmica, no así cuando la inmunización se realizó por vía intramuscular, caso en que no se observó una disminución significativa (28%), lo que indica que la vía de inmunización tiene un papel importante para favorecer una respuesta inmune protectora.¹⁵

Por otra parte, recientemente se realizó la fusión de los dominios de la proteína de choque térmico de 70 kDa (Hsp70) a un gen codificante para una proteína peroxirredoxina de 30 kDa y con capacidad de unión a fibras de colágena (EhCBP30). Esta fusión se realizó con la finalidad de evaluar la función inmunomoduladora y como adyuvante de los dominios de chaperona (CHP) y ATPasa (ATP) de la Hsp70. Se hizo la inmunización en el modelo de hámster sin el uso de un adyuvante comercial, y posteriormente estos animales se infectaron con *E. histolytica* a nivel de hígado. A los siete días postinfección se observó una disminución del 70% en la formación del absceso hepático amibiano en los animales inmunizados con EhCBP30 y EhCBP30-CHP; además, al analizar secciones de tejido, se observó la escasa presencia de células inflamatorias, indicando que se generó una adecuada respuesta por la inmunización con estas proteínas.¹⁶

Estos resultados indican que la inmunidad celular es de importancia durante la amibiasis, y que la vía de inmunización, el antígeno e incluso el adyuvante participan en conjunto para generar una respuesta inmune adecuada, por lo que todos estos parámetros deberán de ser tomados en cuenta en la identificación de genes o proteínas para desarrollar una vacuna efectiva contra *E. histolytica*.

CONCLUSIONES

La amibiasis es una enfermedad ocasionada por el parásito *E. histolytica*, al cual comúnmente se le conoce como amiba, y es responsable de la infección de aproximadamente 480 millones de personas a nivel mundial. Esta enfermedad se encuentra asociada a condiciones sanitarias pobres, por lo que al mejorar estas condiciones se puede evitar en gran medida la infección. Actualmente el anti-amibiano de elección es el metronidazol, sin embargo su mal uso puede generar resistencia en *E. histolytica*.

Por otra parte, la caracterización de proteínas novedosas involucradas en adherencia, muerte celular y fagocitosis continuarán siendo tema de investigación para identificar futuros candidatos para generar nuevas vacunas.

REFERENCIAS

- Pritt BS and Clark CG. Amebiasis. *Mayo Clin Proc* 83 (2008) 1154-1159.
- Sateriale A, Huston CD. A sequential model of host cell killing and phagocytosis by *Entamoeba histolytica*. *J Parasitol Res* (2011) 2011: 926706. doi: 10.1155/2011/926706.
- Bruckner DA. Amebiasis. *Clin Microbiol Rev* 5 (1992) 356-369.
- Ximénez C. Epidemiology of amebiasis in Mexico: a molecular approach. *Arch Med Res* 37 (2006) 263-265.
- Ximénez C, Morán P, Rojas L *et al*. Reassessment of the epidemiology of amebiasis: state of the art. *Infect Genet Evol* 9 (2009) 1023-1032.
- Fotedar R, Stark D, Beebe N *et al*. Laboratory diagnostic techniques for *Entamoeba* species. *Clin Microbiol Rev* 20 (2007) 511-532.
- Kalkan IH and Dağlı U. What is the most accurate method in the diagnosis of amebic dysentery? *Turk J Gastroenterol* 21 (2010) 87-90.
- Araujo J, García ME, Díaz-Suárez O *et al*. Amebiasis: importance of the diagnosis and treatment. *Invest Clin* 49 (2008) 265-271.
- Kappagoda S, Singh U and Blackburn BG. Antiparasitic therapy. *Mayo Clin Proc* 86 (2011) 561-583.
- Astelbauer F and Walochnik J. Antiprotozoal compounds: state of the art and new developments. *Int J Antimicrob Agents* 38 (2011) 118-124.
- Lotter H and Tannich E. The current status of an amebiasis vaccine. *Arch. Med. Res.* 37 (2006) 292-296.
- Zhang T, Cieslak PR and Stanley SL Jr. Protection of gerbils from amebic liver abscess by immunization with a recombinant *Entamoeba histolytica* antigen. *Infect Immun* 4 (1994) 1166-1170.
- Petri WA, Jr and Ravdin JI. Protection of gerbils from amebic liver abscess by immunization with the galactose-specific adherence lectin of *Entamoeba histolytica*. *Infect Immun* 59 (1991) 97-101.
- Soong CJ, Torian BE, Abd-Alla MD *et al*. Protection of gerbils from amebic liver abscess by immunization with recombinant *Entamoeba histolytica* 29-kilodalton antigen. *Infect Immun* 63 (1995) 472-477.
- Martínez MB, Rodríguez MA, García-Rivera G *et al*. A pcDNA-Ehcbadh vaccine against *Entamoeba histolytica* elicits a protective Th1-like response in hamster liver. *Vaccine* 27 (2009) 4176-4186.
- González-Vázquez MC, Carabarin-Lima A, Baylón-Pacheco L *et al*. Obtaining of three recombinant antigens of *Entamoeba histolytica* and evaluation of their immunogenic ability without adjuvant in a hamster model of immunoprotection. *Acta Trop* 122 (2012) 169-176.

María Cristina González Vázquez

Alejandro Carabarin Lima

Lidia Baylon Pacheco

José Luís Rosales Encina

Departamento de Infectómica

y Patogénesis Molecular

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del I.P.N., México

ecoli_75@hotmail.com

Disfunción ENDÓCRINA

debida a contaminantes ambientales

María del Carmen **Guzmán Martínez**
Patricia **Ramírez Romero**

El sistema hormonal o endócrino regula diversos procesos en todos los organismos en respuesta a estímulos ambientales y fisiológicos. Este sistema está formado por glándulas que liberan las hormonas (mensajeros químicos); estas últimas se distribuyen por el torrente sanguíneo hasta llegar a sus receptores que se localizan en diversos órganos y tejidos. Muchos procesos como el desarrollo, el crecimiento, la maduración, la reproducción y el balance de agua y de iones están bajo regulación endócrina.

Aunque la estrategia básica para regular los procesos biológicos no ha tenido muchos cambios a lo largo de la evolución,¹ los componentes específicos del sistema endócrino en cada grupo de organismos han sufrido divergencia evolutiva, lo que da como resultado diferencias entre los taxa, especialmente entre los invertebrados, ya que existe una enorme diversidad de sistemas de señales químicas, también de hormonas y algunas son únicas para cada *phylum* específico.²

En los invertebrados, procesos como la muda o cambio de exoesqueleto, regeneración de miembros, diapausa, producción de feromonas, pigmentación, cambio de color y metamorfosis están bajo control endócrino. Además, estos organismos han desarrollado una diversidad considerable de historias de vida con eventos característicos tales como la formación de etapas larvales, con una sucesión de diferentes estadios o pupas, metamorfosis y otros estadios de latencia, los cuales no ocurren en los vertebrados, por ello, el sistema endócrino de los invertebrados es más diverso comparado con el de los vertebrados.³

El sistema endócrino de los invertebrados está formado por “células neurosecretoras” que se encuentran en el sistema nervioso central, tres glándulas endócrinas (corpora allata, glándula protorácica y glándula epitraqueal) y las gónadas. Todas ellas producen y liberan sustancias químicas para iniciar o terminar alguna función.

En general, las células neurosecretoras liberan neuropéptidos en la hemolinfa (la sangre de algunos invertebrados), los cuales son responsables de la coordinación del crecimiento, muda y reproducción en respuesta a los cambios en el ambiente externo (cambios en el fotoperíodo, temperatura, disponibilidad del alimento, etcétera). Esas secreciones también regulan procesos tales como la homeostasis, el balance de agua y el cambio de color.

Entre los artrópodos (insectos, crustáceos y grupos menores), la ecdisona y compuestos relacionados llamados ecdisteroides, hormonas de la eclosión y hormona juvenil, entre otras, son reguladores endócrinos de iniciación

de la muda, maduración del huevo, desarrollo embrionario, metamorfosis, reproducción y pigmentación.

El sistema endócrino mejor caracterizado en los invertebrados es el de los insectos, debido a su importancia económica y ecológica, y especialmente por la necesidad del control de plagas; así se desarrollaron los reguladores de crecimiento (IGRs por sus siglas en inglés) representados por insecticidas de tercera generación, los cuales interactúan con el sistema hormonal e inhiben la formación de quitina (sustancia necesaria para la formación de un nuevo exoesqueleto).⁴

Los invertebrados son susceptibles a los mismos modos de alteración endócrina que los observados en los vertebrados, por lo que pueden emplearse como modelos biológicos expuestos a contaminantes y estudiar así su impacto en los seres humanos.

Los estudios con diferentes especies de invertebrados han demostrado que sustancias y compuestos químicos pueden alterar los procesos endócrinos de los vertebrados. En la Tabla 1 se muestran las sustancias y compuestos químicos sintéticos o naturales que interfieren con las hormonas en forma diversa.

La alteración endócrina ocurre cuando una sustancia o producto químico trastorna los mensajes transmitidos por las hormonas. A las sustancias que actúan de esta manera se les da el nombre de alteradores endócrinos y pueden ocasionar impactos mayores sobre la salud y el sistema reproductivo de los organismos.⁵

Los químicos que causan disfunción endócrina (EDCs por sus siglas en inglés) pueden interferir en la biosíntesis, transportación, metabolismo o en la unión a los receptores a nivel celular (Figura 1).

Los mecanismos de acción de los alteradores endócrinos son los siguientes:

Tabla 1. Algunos químicos naturales y sintéticos que causan disfunción endócrina.

PLAGUICIDAS	SUSTANCIAS QUÍMICAS INDUSTRIALES
Benzamidazoles	Alquilbencenos y estirenos
Carbamatos	Clorofenoles y bencenos
Ciclodienos	Alquilfenoles y derivados (empleados para hacer detergentes)
Compuestos clorofenoxi	Parafinas cloradas
DDT, derivados y metabolitos	Ftalatos
Dicarboximidas	Fenilsiloxanos
Dinitroanilidas	Fenilhidroxifenilmetanos
Ditiocarbamatos	Bisfenoles
Hexaclorociclohexano	Trifenilmetano y derivados
Linuron, diuron y derivados-metabolito	Bifenilos
Motociolor y derivados	Bifenilospoliclorados PCBs
Organofosforados	Bifenilos bromados y polibromados PBBs
Piretrinas	Bifeniléteres bromados y polibromados PBDES
Piretroides	Terfenilos policlorados PCT
Pirimidinas y piridinas	Naftalenos y derivados
Triazinas y triazoles	Hidrocarburos aromáticos policíclicos HAPS
Subproductos de procesos industriales	Metales
Dioxinas	Otras sustancias
Furanos	
PRODUCTOS NATURALES	PRODUCTOS SINTÉTICOS
Soya. Produce fitoestrógenos que pueden mimetizar hormonas	Estradiol (17 β -estradiol o E ₂)
Zanahoria. Produce fitoestrógenos que pueden mimetizar hormonas	α -estrógeno (tamoxifen)
Granos. Producen fitoestrógenos que pueden mimetizar hormonas	4 nonilfenol (NP)
Madera para producir papel y pulpa puede contener fitoestrógenos	Andrógeno 17 α -metil dihidro-testosterona
	α -andrógeno

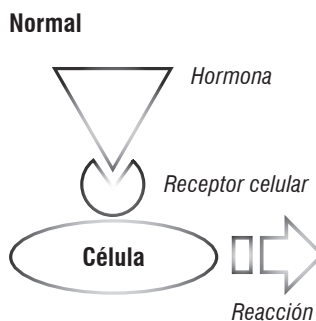


Figura 1. Respuesta normal de la célula.

1. El compuesto químico puede dañar las glándulas que producen hormonas:

- Induciendo muerte celular.
- Alterando directamente la respuesta funcional específica y la producción hormonal.
- Alterando su patrón general de síntesis y metabolismo (tiempo y estructura).

2. Algunos químicos pueden mimetizar o bloquear el sitio receptor de la célula interrumpiendo la respuesta normal de una hormona (Figura 2).

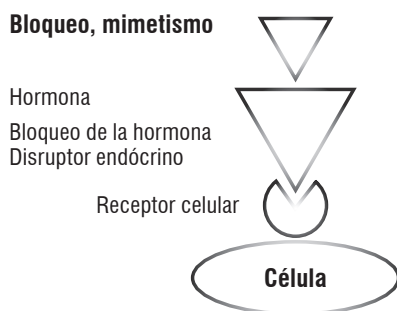


Figura 2. Respuesta de bloqueo de la célula.

3. Se puede generar una reacción más potente cuando un imitador de la hormona se une al receptor y se produce una respuesta exagerada en el momento inadecuado (agonista) (Figura 3).

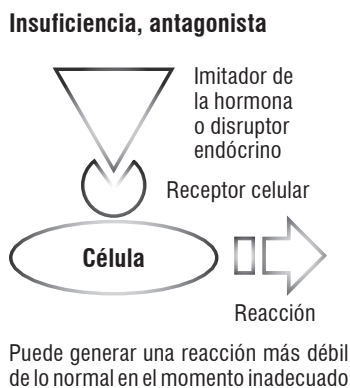


Figura 3. Respuesta insuficiente o antagonista.

4. Se genera una reacción más débil de lo normal cuando un análogo se une al receptor y se produce una respuesta menor, en el momento inadecuado, o se pueden producir hormonas que son degradadas más rápidamente que de la manera usual (antagonista) (Figura 4).

Exceso, agonista

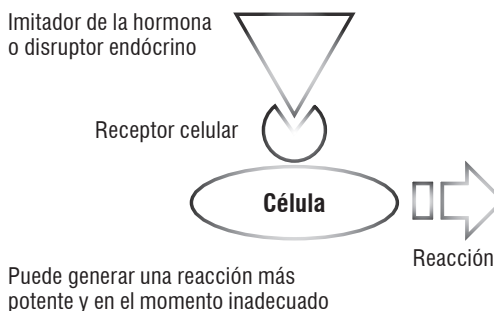


Figura 4. Respuesta agonista.

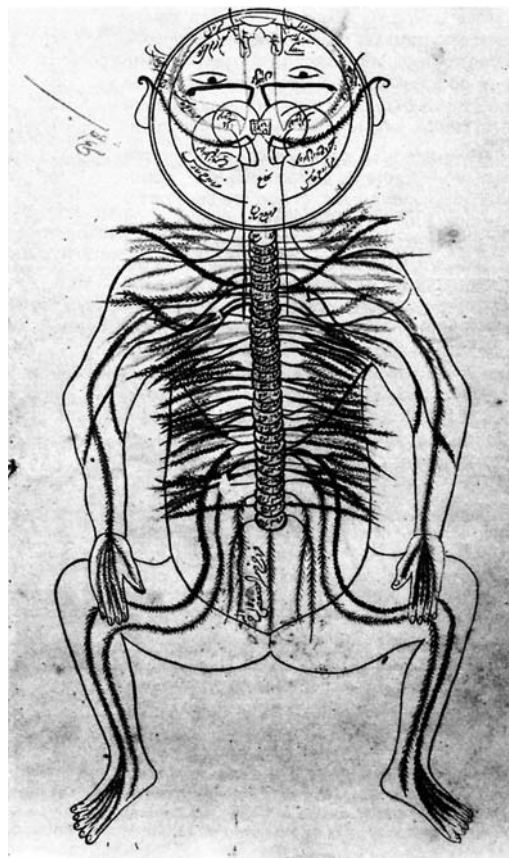
EFFECTOS DE ALGUNOS COMPUESTOS CAUSANTES DE DISFUNCIÓN ENDÓCRINA

El tributilestaño (TBT) es una sustancia que se emplea principalmente en la fabricación de pinturas antiincrustantes y se sabe que en concentraciones por debajo de los 10-20 ng/L de TBT en el agua pueden producirse malformaciones en gasterópodos. En el caracol (*Littorina littorea*) se presenta el fenómeno de virilización, y en el bivalvo *Crassostrea gigas* (ostión), estudios de laboratorio y observaciones de campo han revelado que en los organismos adultos se presentan deformaciones en la concha.^{6,7} Otros trabajos han demostrado masculinización y feminización en diferentes especies de moluscos tales como *Thais bufo*, *T. rudolphi*, *T. Tissoti* y *Ocenebra bombayana*,⁸ y en caracoles de las familias Buccinidae, Muricidae y Nassariidae.^{9,10,11,12}

Otros compuestos que se han probado son los alquilfenoles y el bisfenol A, este último se emplea en la fabricación de plásticos, en la constitución de resinas epóxicas, alquilfenoles, poliéster, estirenos y algunas resinas de poliéster; estos plásticos se emplean en la fabricación de envases para alimentos, biberones, envases plásticos e incluso contenedores para microondas y utensilios de cocina. La exposición del molusco de agua dulce *Marisa cornuarietis* al bisfenol A (BPA) y octilfenol, induce un síndrome de alteración en las hembras que se conoce con el nombre de “superhembras”; este síndrome se caracteriza por un alargamiento de sus estructuras reproductoras y malformaciones en las mismas. Como resultado de estas anomalías hay una alta mortalidad en las hembras.¹³



El sistema nervioso, manuscrito persa del Canon de la medicina, 1632. © Wellcom Trustees, Londres. Tomado de *El correo de la UNESCO*, Año 33, 1980.



Los músculos, manuscrito persa del Canon de la medicina, 1632. © Wellcom Trustees, Londres. Tomado de *El correo de la UNESCO*, Año 33, 1980.

En esponjas se ha observado un desarrollo anormal al ser expuestas a sustancias químicas industriales y productos sintéticos como el etilbenceno, nonilfenol y el bisfenol A (BPA); además, el crecimiento de la esponja *Heteromyenia spp.* fue inhibido completamente con etilbenceno en una concentración de 3 mg/L.¹⁴ Preston y colaboradores¹⁵ llevaron a cabo un experimento para la observación de los efectos sobre la reproducción sexual y asexual del rotífero (organismo microscópico) de agua dulce *Brachionus calyciflorus*, exponiéndolo a diferentes contaminantes que son conocidos alteradores endócrinos entre, ellos el cadmio, cloropirifos, naftol, pentaclorofenol, estradiol, metropeno, precoceno, nonilfenol, flutamida y testosterona. La flutamida, la testosterona y el nonilfenol inhibieron la fertilización de las hembras en pequeñas concentraciones.

Con respecto a los crustáceos, existen reportes en la década de 1990, como el de Baldwin y colaboradores,¹⁶ donde se observaron diversos efectos de alteración endócrina cuando los organismos fueron expuestos a diferentes

compuestos como los alquilfenoles, metales pesados, ftalatos, pesticidas y PCBs. Similarmente, en especies dulceacuícolas como la "pulga de agua", *Daphnia magna*, se observó la reducción de la fecundidad, la inhibición del desarrollo larval y la reducción en las tasas de filtración e ingestión.

La revisión de los trabajos sobre efectos de alteración endócrina para equinodermos (principalmente en los adultos) que han sido expuestos a metales pesados, PCBs, 17 β -estradiol y pentaclorofenol demuestra un aumento en el metabolismo de los esteroides, en el que se elevan los niveles de testosterona y progesterona y además se presenta un desarrollo anormal de los oocitos fertilizados, alteraciones en el desarrollo y en la diferenciación embrionaria. En la Tabla 2 se resumen los trabajos reportados para diferentes grupos de invertebrados (DeFur y colaboradores;² modificado por Oetken y colaboradores³).

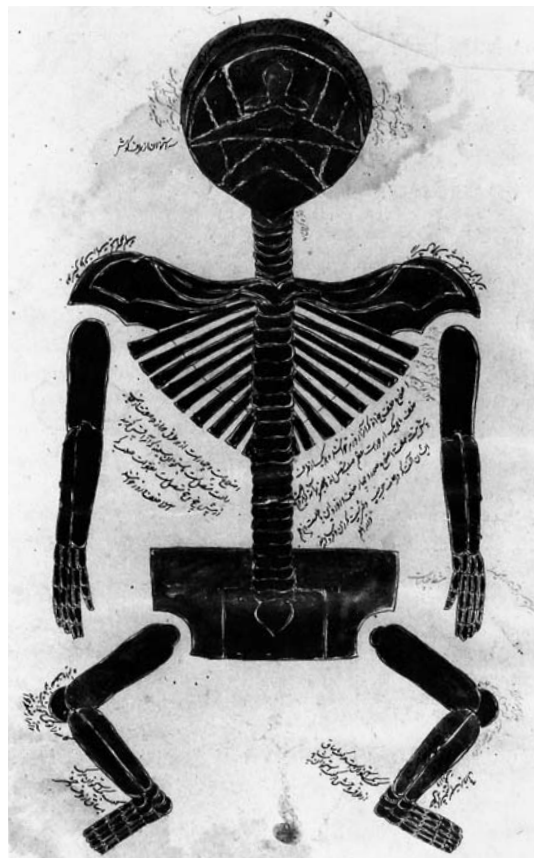
En Estados Unidos existe un programa de evaluación de la capacidad de la alteración hormonal basado en las 87,000 sustancias que se comercializan en ese país, pero solo 2,000 de ellas han sido sometidas a ensayos biológicos (2.3 %).

Tabla 2. Efectos de diversos compuestos en esponjas, rotíferos, anélidos, moluscos, crustáceos y equinodermos.

ESPECIE	CONTAMINANTE	CONCENTRACIÓN	EFFECTOS	REFERENCIA
Esponjas				
<i>Heteromyenia spp.</i>	Sustancias químicas industriales y productos sintéticos	-	Desarrollo anormal, reducción significativa en las tasas de crecimiento.	Hill <i>et al.</i> , 2002 ¹⁴
Rotíferos				
<i>Brachionus calyciflorus</i>	Cadmio, cloropirifos, naftol, pentaclorofenol, estradiol, metopreno, nonilfenol, y testosterona	1, 10 y 50 µg/L (testosterona y nonilfenol)	Se inhibió la fertilización de las hembras.	Preston <i>et al.</i> , 2000 ¹⁵
<i>Brachionus calyciflorus</i>	Etinilestradiol, nonilfenol y testosterona	489 µg/L (Etinilestradiol), 130 µg/L (nonilfenol), 2560 µg/L (testosterona)	Disminución en el número total de hembras.	Radix <i>et al.</i> , 2002 ¹⁷
Anélidos				
<i>Platynereis dumerilii</i> <i>Nereis succinea</i>	Compuestos orgánicos volátiles del petróleo	0.3 mg/L por compuesto	Inducción de la conducta característica del desove.	Beckmann <i>et al.</i> , 1995 ¹⁸
<i>Dinophilus gyrotilatus</i>	Xenoestrógeno 4-nonilfenol	-	Aumento en la producción de huevo y reducción en la disponibilidad.	Depledge y Billingham, 1999 ¹⁹
Moluscos				
<i>Limnaea stagnalis</i>	DDT	50, 500 µg/L	Alteraciones en la fecundidad.	Woin y Bronmark, 1992 ²⁰
<i>Mytilus edulis</i>	Cadmio	100 µg/L	Estimulación del desove, inhibición del desarrollo gonadal.	Kluytmans <i>et al.</i> , 1988 ²¹
Crustáceos				
<i>Daphnia magna</i> (multigeneración)	Dietilestilbestrol (DES)	0.031-0.5 mg/L	Se reduce la frecuencia de muda.	Baldwin <i>et al.</i> , 1995 ¹⁶
<i>Daphnia magna</i> (adultos)	4-nonilfenol	25, 50, 100 µg/L	Se reduce la fecundidad.	Baldwin <i>et al.</i> , 1995 ¹⁶
<i>Daphnia magna</i> (juveniles)	Cadmio	5,10,20 µg/L, se elevan los niveles de ecdisteroide	Se elevan los niveles de ecdisteroide.	Bodar <i>et al.</i> , 1990 ²²
<i>Daphnia magna</i>	Cadmio	0.5-50 µg/L	Reducción del tamaño de los neonatos, aumento en el tamaño de la camada.	Bodar <i>et al.</i> , 1988 ²³
<i>Daphnia magna</i>	Ésteres de talato	1 mg/L	No hay efectos en la sobrevivencia, crecimiento y fecundidad.	Brown <i>et al.</i> , 1998 ²⁴
<i>Daphnia pulex</i>	Dieldrin	1-10 µg/L	Mortalidad, reducción de la fecundidad.	Daniels y Allan, 1981 ²⁵
<i>Daphnia magna</i>	Endosulfán	0.12-0.31 mg/L	Reducción del crecimiento y disminución de la sobrevivencia.	Fernández-Casalderrey <i>et al.</i> , 1993 ²⁶
<i>Uca pugilator</i>	Cadmio, PCBs, naftaleno	-	Coloración anormal.	Fingerman y Fingerman, 1978 ²⁷
<i>Daphnia magna</i>	Selenio	Subletal	Supresión del crecimiento y reducción en la producción de huevo.	Johnston, 1987 ²⁸
<i>Macrobrachium kistnensis</i>	Cadmio	-	Hiperglicemia.	Nagabhushanam y Kulkarni, 1981 ²⁹
<i>Daphnia magna</i> (adultos)	Dietilestilbestrol, endosulfán	0.05-0.20 mg/L	Aumenta el período de intermuda.	Zou y Fingerman, 1997 ³⁰
<i>Daphnia magna</i> (neonatos)	Lindano 4-octifenol	0.01-0.04(4-octifenol); 0.05-0.2 mg/L (lindano)	No hay efectos sobre la muda.	Zou y Fingerman, 1997 ³¹
Equinodermos				
<i>Asterias rubens</i> (adultos)	Cadmio	25 µg/L (aguda), 200 µg/L (crónica)	Retarda la vesícula germinal durante el desove inducido.	Den Besten <i>et al.</i> , 1991 ^{32,33}
<i>Asterias rubens</i> (adultos)	Cadmio, Zinc	100 g/L (Cd), 240 µg/L (Zinc)	Aumenta el metabolismo de esteroides, eleva los niveles de testosterona y progesterona.	Voogt <i>et al.</i> , 1987 ³⁴
<i>Asterias rubens</i>	PCBs	-	Desarrollo anormal de oocitos fertilizados, se elevan los niveles de esteroide en gónadas.	Den Besten <i>et al.</i> , 1991 ^{32,33}
<i>Asterias rubens</i>	17β-estradiol	-	Aumento del nivel de estrona en ovarios, aumento del diámetro de los oocitos.	Schoenmakers <i>et al.</i> , 1981 ³⁵
<i>Strongylocentrotus intermedius</i>	Cadmio	0.1-5.0 mg/L	Éxito en la fertilización bajo formación de células sexuales anormales, embriogénesis detenida.	Khrstoforova <i>et al.</i> , 1984 ³⁶
<i>Paracentrotus lividus</i> (desarrollo de huevo)	Pentaclorofenol	0.1-0.8 mg/L	Alteración en el desarrollo y diferenciación embrionaria, reducción de síntesis de equinocromo.	Ozretic y Krajnovic-Ozretic, 1985 ³⁷
<i>Sclerasterias mollis</i> (adultos)	17β-estradiol, estrona	Inyecciones diarias	Aumento de niveles de estrona y progesterona.	Barker y Xu, 1993 ³⁸



El esqueleto humano, manuscrito persa del Canon de la medicina, 1632. © Wellcom Trustees, Londres. Tomado de *El correo de la UNESCO*, Año 33, 1980.



Un esqueleto humano. Persa, siglo XIV. Tomado de Harry Robin, *The Scientific Image: From Cave to Computer*. Harry N. Abrams, Inc., Publishers, New York, 1992.

Actualmente pueden encontrarse en el mercado unas 100,000 sustancias químicas sintéticas y cada año se introducen 1,000 nuevas sustancias, la mayoría sin verificación y revisión adecuada, ya que solo se pueden someter 500 sustancias a un análisis para verificar y analizar su potencial como alteradores endócrinos.

En México no existe un programa oficial de investigación en esta área y muchas sustancias que se comercializan son sustancias importadas y algunas de ellas están prohibidas en el país de origen pues se sabe o se sospecha que pueden alterar la salud humana o la de los ecosistemas. Los invertebrados son una buena opción como organismos de prueba y para el monitoreo de sustancias que producen disfunción endócrina.

CONCLUSIONES

- El conocimiento del sistema endócrino en la mayoría de los invertebrados es muy pobre, los sistemas más

estudiados son los de los insectos y los crustáceos por su importancia económica.

- En invertebrados existe una enorme diversidad de sistemas de señales químicas y también de hormonas, porque existen muchos procesos como la muda, cambio de exoesqueleto, regeneración de miembros, diapausa, producción de feromonas, pigmentación y metamorfosis que están bajo control endócrino.
- A pesar de lo anterior los invertebrados son susceptibles a los mismos modos de alteración endócrina que los observados en los vertebrados.
- Estudios realizados con diferentes especies de invertebrados han demostrado que diversas sustancias o compuestos sintéticos o naturales intervienen y afectan los procesos endócrinos de estos organismos.
- En México no existe un programa que evalúe las sustancias que tienen la capacidad de alteración endócrina.
- Se sugiere emplear invertebrados para el monitoreo e investigación de los químicos que producen disfunción endócrina, ya que por su sensibilidad estos organismos pueden servir como indicadores de efecto.

B I B L I O G R A F Í A

- ¹ McLachlan JA. Functional toxicology: A new approach to detect biologically active xenobiotics. *Environ Health Perspect* 101 (1993) 386-387.
- ² Oetken M, Bachmann J, Schulte-Oehlmann U and Oehlmann J. Evidence for Endocrine Disruption in Invertebrates. *International Review of Cytology* 236 (2004) 1-44.
- ³ DeFur PL, Crane M, Ingersoll C and Tattersfield L. (Eds.) 1999. Endocrine disruption in invertebrates: endocrinology, testing and assessment. *Proceedings of the Workshop on Endocrine Disruption in Invertebrates 1998* 12-15. Noordwijkerhout, The Netherlands. SETAC Press, Pensacola.
- ⁴ Audsley N, Weaver RJ and Edwards JP. Juvenile hormone biosynthesis by corpora allata of larval tomato moth, *Lacanobia oleracea*, and regulation by *Manduca sexta* allatostatin and allatotropin. *Insect Biochemistry and Molecular Biology* 30 (2000) 681-689.
- ⁵ Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC). Endocrine Disruptors and Modulators. *Technical Issue Paper*. Pensacola, FL, USA (2000).
- ⁶ Alzieu C, Thibaud Y, Héral M and Boutier B. Évaluation des risques dus à l'emploi des peintures anti-salissures dans les zones conchylicoles. *Rev Trav Inst Pêch Mar* 44 (1980) 306-348.
- ⁷ Bryan GW and Gibbs PE. Impact of low concentrations of tributyltin (TBT) on marine organisms: A review. In *Metal Ecotoxicology: Concepts and Applications* (M.C. Newman and A.W. McIntosh Eds.), Lewis Publisher, Ann Arbor (1991) 323-361.
- ⁸ Tewari A, Raghunathan C, Joshi HV and Khambhaty Y. Imposéx in rock whelks *Thais* and *Ocenebra* species (Mollusca, Neogastropoda, Muricidae) from Gujarat coast. *Indian J Mar Sci* 31 (2002) 321-328.
- ⁹ Barroso CM, Moreira MH and Bebianno MJ. Imposéx, female sterility and organotin contamination of the prosobranch *Nassarius reticulatus* from the Portuguese coast. *Mar Ecol Prog Ser* 230 (2002) 127-135.
- ¹⁰ Barroso CM and Moreira MH. Spatial and temporal changes of TBT pollution along the Portuguese coast: Inefficacy of the EEC directive 89/677. *Mar Pollut Bull* 44 (2002) 480-486.
- ¹¹ Birchenough AC, Barnes N, Evans SM, Hinz H, Kronke I, and Moss C. A review and assessment of tributyltin contamination in the North Sea, based on surveys of butyltin tissue burdens and imposex/intersex in four species of gastropods. *Mar. Pollut. Bull.* 44 (2002) 534-543.
- ¹² Santos MM, Ten Hallers-Tjabbes CC, Santos AM and Vieira N. Imposéx in *Nucella lapillus*, a bioindicator for TBT contamination: Re-survey along the Portuguese coast to monitor the effectiveness of EU regulation. *J Sea Res* 48 (2002) 217-223.
- ¹³ Oehlmann J, Schulte-Oehlmann U, Tillmann M and Markert B. Effects of endocrine disruptors on prosobranch snails (Mollusca: Gastropoda) in the laboratory. Part I: Bisphenol A and octylphenol as xeno-estrogens. *Ecotoxicology* 9 (2000) 1383-397.
- ¹⁴ Hill M, Stabile C, Steffen LK and Hill A. Toxic effects of endocrine disruptors on freshwater sponges: common developmental abnormalities. *Environ Pollut* 117 (2002) 295-300.
- ¹⁵ Preston BL, Snell TW, Robertson TL and Dingmann BJ. Use of freshwater rotifer *Brachionus calyciflorus* in screening assay for potential endocrine disruptors. *Environ Toxicol Chem* 19 (2000) 2923-2928.
- ¹⁶ Baldwin WS, Milam DL and LeBlanc GA. Physiological and biochemical perturbations in *Daphnia magna* following exposure to the model environmental estrogen diethylstilbestrol. *Environ Toxicol Chem* 14 (1995) 945-952.
- ¹⁷ Radix P, Severin G, Schramm KW and Kettrup A. Reproduction disturbances of *Brachionus calyciflorus* (rotifer) for the screening of environmental endocrine disruptors. *Chemosphere* 47 (2002) 1097-1101.
- ¹⁸ Beckmann M, Hardege JD and Zeeck E. Effects of the volatile fraction of crude oil on spawning behavior of nereids (Annelida, Polychaeta). *Mar Environ Res* 40 (1995) 267-276.
- ¹⁹ Depledge MH and Billingham Z. Ecological significance of endocrine disruption in marine invertebrates. *Marine Pollution Bulletin*. Vol. 39. 1-12, 32-38
- ²⁰ Woin P. and Bronmark C. Effects of DDT and MCPA (4-chloro-2-methylphenoxyacetic acid) on reproduction of the pond snail *Lymnaea stagnalis*. *Bull Environ Contam Toxicol* 58 (1992) 596-602.
- ²¹ Kluytmans JH, Brands F and Zandee DI. Interactions of cadmium with the reproductive-cycle of *Mytilus edulis*. *Mar Environ Res* 24 (1988) 189-192.
- ²² Bodar CWM, Voogt PA and Zandee DI. Ecdysteroids in *Daphnia magna*-their role in molting and reproduction and their levels upon exposure to cadmium. *Aquat Toxicol* 17 (1990) 339-350.
- ²³ Bodar CWM, Vandersluis I, Voogt PA and Zandee DI. Effects of cadmium on consumption, assimilation and biochemical parameters of *Daphnia magna*-possible implications for reproduction. *Comp Biochem Phys C* 90 (1988) 341-346.
- ²⁴ Brown D, Croudace CP, Williams NJ, Shearing JM and Johnson PA. The effect of phthalate ester plasticizers tested as surfactant stabilized dispersions on the reproduction of the *Daphnia magna*. *Chemosphere* 36 (1998) 1367-1379.
- ²⁵ Daniels RE and Allan JD. Life table evaluation of chronic exposure to a pesticide. *Can J Fish Aquat Sci* 38 (1981) 485-494.
- ²⁶ Fernández-Casalderrey A, Ferrando MD and Andreu-Moliner E. Effects of endosulfan on survival, growth and reproduction of *Daphnia magna*. *Comp Biochem Physiol* 106c (1993) 437-441.
- ²⁷ Firgerman SW and Firgerman M. Influence of polychlorinated biphenyl preparation Aroclor 1242 on color changes of the fiddler crab *Uca pugilator*. *Mar Biol* 50 (1978) 37-45.
- ²⁸ Johnston PA. Acute toxicity of inorganic selenium to *Daphnia magna* (Straus) and the effect of subacute exposure upon growth and reproduction. *Aquat Toxicol* 10 (1987) 335-352.
- ²⁹ Nagabhushanam R and Kulkarni GK. Effect of endogenous testosterone on the androgenic gland and testis of a marine penaeid prawn, *Parapenaeopsis hardwickii* (MIERS) (Crustacea, Decapoda, Penaeidae). *Aquaculture* 23 (1981) 19-27.
- ³⁰ Zou E and Fingerman M. Synthetic estrogenic agents do not interfere with sex differentiation but do inhibit molting of the cladoceran *Daphnia magna*. *Bull Environ Contam Toxicol* 58 (1997) 596-602.
- ³¹ Zou E and Fingerman M. Effects of estrogenic xenobiotics on molting of the water flea, *Daphnia magna*. *Ecotox Environ Saf* 38 (1997) 281-285.
- ³² DenBesten PJ, Elenbaas JML, Maas JR, Dieleman SJ, Herwig HJ and Voogt PA. Effects of cadmium and polychlorinated biphenyls (Clophen A50) on steroid metabolism and cytochrome P-450 monooxygenase system in the sea star *Asterias rubens* L. *Aquat Toxicol* 20 (1991) 95-110.
- ³³ DenBesten PJ, van Donselaar, Herwig HJ, Zandee DI and Voogt PA. Effects of cadmium on gametogenesis in the sea star *Asterias rubens* L. *Aquat Toxicol* 20 (1991) 83-94.
- ³⁴ Voogt PA, Den Besten PJ, Kusters CGM. and Messing MWJ. Effects of cadmium and zinc on steroid metabolism and steroid levels in the sea star *Asterias rubens* L. *Comp Biochem Physiol C* 86 (1987) 83-89.
- ³⁵ Schoenmakers HJN, Van Bohemen ChG and Dielemans SJ. Effects of oestradiol-17 β on the ovaries of the starfish *Asterias rubens*. *Dev Growth Differ* 23 (1981) 125-135.
- ³⁶ Khristoforova NK, Gnezdilova SM and Vlasova GA. Effects of cadmium on gametogenesis and offspring of the sea urchin *Strongylocentrotus intermedius*. *Mar Ecol Prog Ser* 17 (1984) 9-14.
- ³⁷ Ozretic B and Krajnovic-Ozretic M. Morphological and biochemical evidence of the toxic effect of pentachlorophenol on the developing embryos of the sea urchin. *Aquat Toxicol* 7 (1985) 1255-263.
- ³⁸ Barker MF and Xu RA. Effects of estrogens on gametogenesis and steroid levels in the ovaries and pyloric caeca of *Sclerasterias mollis* (Echinodermata: Asteroidea). *Invert Reprod Dev* 24 (1993) 53-58.

María del Carmen Guzmán Martínez
Departamento de Hidrobiología
Laboratorio de Ecotoxicología
Universidad Autónoma Metropolitana
macarmen6@hotmail.com

TABVLA QVARTA.

Fig. 1.

2.

3.

4.

5.

6.

7.

8.

9.

10.

Tomado de Harry Robin, *The Scientific Image: From Cave to Computer*. Harry N. Abrams, Inc., Publishers, New York, 1992.

Aves del **BOSQUE** de encino de la CIUDAD de **Puebla** y zonas conurbadas

Jajeen **Rose Burney**
Francisco Javier **Jiménez Moreno**
Roxana **Mendoza Cuamatzi**

Los bosques de encino, como muchos ecosistemas, están formados por complejas interacciones entre las especies que los constituyen. Los encinares suelen albergar una enorme diversidad de especies de toda clase; plantas pequeñas, plantas epífitas (viven en las ramas y troncos lejos del suelo), hongos, insectos, arañas, reptiles, aves y mamíferos que también pueden vivir tanto en las ramas como entre las raíces. Estas especies encuentran en los bosques un lugar de alimento, reproducción y refugio; cabe mencionar que en muchas ocasiones se desconocen los procesos que se llevan a cabo en los encinares, así como la cantidad de especies que dependen de ellos.¹

Los bosques de encino o robles (*Quercus sp.*), de acuerdo con Zavala,² en el año 2002 se encuentran ampliamente distribuidos hacia las zonas templadas, templado-cálidas y montañas tropicales del hemisferio septentrional. Los *Quercus* muestran una amplia distribución. Según el registro fósil, la evidencia más antigua proviene del hemisferio norte y yacen en rocas del Cretácico Superior con una edad aproximada de 100 millones de años. En México, Rzedowski en 1978 reporta que este género cubre cerca del 21% de la superficie del país, es decir, ocupa cerca de 9.5 millones de hectáreas, siendo el segundo ecosistema terrestre de mayor cobertura.



Zambullidor (*Podilymbus podiceps*), © Francisco J. Jiménez Moreno.

Bosques de *Quercus* se ubican en la Sierra Madre Oriental, Sierra Madre del Sur, Sierra de Chiapas y la Sierra de San Pedro Mártir en Baja California. De unas 450 especies de encinos en el mundo, cerca de 250 existen en el continente americano. Aunque para México es difícil estimar su número, Rzedowski calcula aproximadamente 140 especies mexicanas, 46% son del subgénero *Lepidobalanus*, 51 % de *Erythrobalanus* y 3% de *Protobalanus*. Muchas especies son endémicas del país y otras son de tan amplia distribución que rebasan las fronteras hacia Estados Unidos o Centroamérica.²

En el estado de Puebla estos bosques están representados, según Zavala, por 26 especies y se ubican en el Eje Neovolcánico hacia las inmediaciones de la Sierra Nevada, el volcán de la Malinche y el Pico de Orizaba.³

Históricamente, los encinos han cubierto la mayor parte del valle de Puebla; hoy en día estos bosques cubren pequeñas porciones dentro de esta zona debido a la destrucción del ecosistema para la obtención de recursos que requieren los humanos.

Cerca de la ciudad de Puebla, existen relictos de bosques de encino ubicados al Sur como los presentes en Valsequillo y la Sierra Tentzo, o al Este en el cerro de La Calera y el Parque Estatal General Lázaro Cárdenas "Flor del Bosque", en barrancas ubicadas entre las unidades habitacionales Manuel Rivera Anaya, Bosques de San Sebastián y hacia la Sierra de Amozoc, así como inmediaciones del municipio de Puebla y zonas conurbadas que pertenecen a la cuenca de alto Balsas y la Provincia Fisiográfica del Eje Neovolcánico Transversal.

Esta área tiene 900 km de longitud, entre 10 y 300 km de ancho aproximadamente, y se extiende desde el Pacífico hasta el Golfo de México; en ella se encuentran las mayores elevaciones del país, algunas de ellas se observan desde el valle de Puebla, como el Citlaltépetl o Pico de Orizaba (5,610 m), el Popocatepetl (5,500 m), el Iztaccíhuatl (5,220 m) y el volcán Matlalcuéyatl o Malinche (4,420 m).¹

En general, los bosques de encinos de la ciudad y áreas conurbadas tienden a desarrollarse principalmente en climas templados subhúmedos con lluvias en verano. La región presenta una temperatura media anual que varía entre 12° y 18 °C, tiene una precipitación anual con un rango que va de 800 a 1,000 mm anuales. Sin embargo, esta región es una zona de transición; está ubicada en la confluencia de los reinos biogeográficos Neártico y Neotropical,⁴ así como las ecorregiones Sierras Templadas y Bosques Secos Tropicales.⁵

Debido al rápido crecimiento de la mancha urbana, los bosques de encino que rodean a la ciudad de Puebla son muy importantes para el sostenimiento de las aves, incluyendo aves amenazadas, endémicas y migratorias, ya que les proporciona alimento, refugio y protección.

ESTUDIOS DE AVES EN BOSQUE DE ENCINO

Según diversos autores como Peterson, Howell y Webb, Kaufman, y Robins, los bosques de encino son ecosistemas hospitalarios para diversas especies como *Eupherusa eximia*, *Melanerpes formicivorus*, *Picoides scalaris*, *Picoides stricklandi*, *Lepidocolaptes affinis*, *Xenotriccus mexicanus*, *Icterus parisorum*, *Contopus pertinax*, *Dendroica*

Playerito (*Calidris melanotos*), © Francisco J. Jiménez Moreno.



townsendi, *Dendroica chrysoparia*, *Vireo huttoni*, *Patagioenas fasciata*, *Megascops trichopsis*, *Colibri thalassinus*, *Hylocharis leucotis*, *Picoides villosus*, *Empidonax affinis*, *Empidonax difficilis*, *Aphelocoma unicolor*, *Cyanocitta stelleri*, *Ptilonotus cinereus*, *Poecile sclateri*, *Sitta carolinensis*, *Piranga flava*, *Piranga bidentata*, *Aimophila rufescens*, *Aimophila ruficeps*, *Myioborus pictus*, y *Myioborus miniatus*, esto por mencionar algunas.⁶

Entre los trabajos realizados con respecto a la ornitofauna en bosques de encino en diversos estados de la república, se encuentran los que se refieren a la Sierra de Santa Rosa, Guanajuato, registrando 122 especies. Otros trabajos de aves asociadas a bosque de encino, pino-encino, son el del Tumbiscatio, Michoacán, con 60 especies; en el paraje La Cima, en el Distrito Federal y Morelos, registraron 133 especies; en el Parque Ecológico Chipinque, en Nuevo León, con una presencia de 50 especies y en la Reserva de la Biosfera la Michilia, en el estado de Durango, con una riqueza de 220 especies. En el estado de Puebla pocos son los trabajos que se han desarrollado en relación a la avifauna de este tipo de vegetación.⁷

En la ciudad de Puebla y zonas conurbadas existen tres importantes trabajos sobre las aves presentes en bosques de encinos.

AVES DEL PARQUE ESTATAL GENERAL LÁZARO CÁRDENAS, "FLOR DEL BOSQUE"

Un área importante para la conservación de las aves es el Parque Estatal General Lázaro Cárdenas "Flor del Bosque." Resguardado como área verde desde el 28 de marzo de 1937, e inaugurado como parque estatal el 24 de enero

Cercera media luna (*Anas discors*), © Francisco J. Jiménez Moreno.



Pato altiplanero (*Anas diazi*), © Francisco J. Jiménez Moreno.

de 1987, se localiza al suroeste del municipio de Amozoc, a 10 kilómetros del centro de la ciudad de Puebla, presentando altitudes desde 2,200 msnm hasta los 2,470 msnm. El parque cuenta con una superficie de 664 hectáreas y representa el área verde más importante de bosque templado de encino (*Quercus sp.*), el clima de esta zona es templado con lluvia en verano, la temperatura media anual es de 22 centígrados.⁸

El primer trabajo con respecto a la ornitofauna de esta zona lo elaboran Camacho y colaboradores (1996), registrando 60 especies. El orden mejor representado fue Passeriformes, con el 55% de presencia de estos organismos.⁹ Mendoza-Cuamatzi y Jiménez (2005) actualizaron este listado obteniendo 45 especies más, logrando un total de 105 especies; esto indica que la presencia de aves es muy representativa y que el orden Passeriformes sigue siendo el más representativo con 73 especies (70%).^{10,11}

Con todos los trabajos en el parque, incluyendo la tesis de Díaz Ordaz en 2003¹² y observaciones por Rose entre 2010 y 2011, se han registrado 133 especies en 13 órdenes y 40 familias.¹³ La mayoría de las especies pertenecen al orden Passeriformes; 92 (69%) y 32 (24%) son migratorias. Además, existen seis especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010: *Anas platyrhynchos diazi* (especie amenazada), *Accipiter cooperii* (protección especial), *Accipiter striatus* (protección especial), *Buteo swainsoni* (protección especial), *Xenotriccus mexicanus* (protección especial) y *Myadestes occidentalis* (protección especial). Adicionalmente, dentro del parque hay dos especies casi amenazadas según la Unión Internacional

de la Conservación de la Naturaleza (UICN): *Contopus cooperi* y *Xenotriccus mexicanus*.^{1,11,13}

Con respecto a las aves endémicas de México se registraron 14 especies y 13 especies semiendémicas o cuasiendémicas según las clasificaciones de la Comisión Nacional de Biodiversidad (CONABIO); (www.avesmx.net) Las aves endémicas con distribución muy restringida incluyen *Melanerpes hypopolius*, *Xenotriccus mexicanus*, *Campylorhynchus jocosus*, *Campylorhynchus megalopterus*, *Toxostoma ocellatum* y *Pipilo ocai*.

En resumen, de los estudios que se han realizado en el Parque Estatal, los mencionados son los primeros referentes a las aves de los bosques de encino cerca de la ciudad de Puebla. El tamaño del área, así como el estado de conservación permite que se pueda observar un gran número de especies de aves, indicando que existe una gran riqueza, que en su mayoría son residente de la zona siendo esta un importante hábitat para ellas, como es el caso de alguna aves que en temporada de reproducción solo se les observa en este tipo de vegetación. Sin embargo, todavía faltan más estudios para conocer completamente la ornitofauna de la zona.

AVES DE LA CALERA

En 2009 Pineda Maldonado y colaboradores realizaron avistamientos en la zona de La Calera, en el municipio de Puebla, registrando 74 especies de aves comprendidas en ocho órdenes y 28 familias. La mayor cantidad de especies la constituye el orden de percha (Passeriformes), con

Colibrí (*Cynanthus latirostris*), © Francisco J. Jiménez Moreno.



Garza blanca (*Casomedius albus*), © Francisco J. Jiménez Moreno.

57 especies (76%), seguido por los halcones (Falconiformes)(8%), palomas (Columbiformes) y colibríes (Apodiformes) con tres especies cada uno (4% cada orden), las garzas (Ciconiiformes) y los carpinteros (Piciformes) representados por dos especies (3% cada orden), y los menos representados fueron el Martín pescador (Coraciiformes) y el chorlito (Charadriiformes), con una sola especie (1% cada orden). Uno de los registros importantes fue la presencia del momoto corona café (*Momotus mexicanus*), el cual es de climas tropicales.¹

De las 74 especies, 25 (34%) son migratorias. Además, la zona de La Calera sustenta tres especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010: *Accipiter cooperii* (protección especial), *Xenotriccus mexicanus* (protección especial) y *Myadestes occidentalis* (protección especial). El *Xenotriccus mexicanus* es una especie casi amenazada según la Unión Internacional de la Conservación de la Naturaleza (UICN). La Calera sustenta cinco especies endémicas de México y siete especies semiendémicas o cuasiendémicas según las clasificaciones de CONABIO. Las especies con distribución muy restringida incluyen *Xenotriccus mexicanus*, *Campylorhynchus jocosus*, y *Toxostoma ocellatum*.

Las rapaces diurnas (Falconiformes) se hacen presentes con el halcón cernícalo (*Falco sparverius*), uno de los más pequeños del país, así mismo la aguililla cola roja (*Buteo jamaicensis*), una de las aves de presa de mayor tamaño, ampliamente distribuida en México y que ha desarrollado una gran variedad de estrategias de caza para conseguir las presas que constituyen su alimentación, y el gavián de Cooper (*Accipiter cooperi*), una rapaz de tamaño mediano con hábitos forestales.



Pájaro carpintero (*Picooides scalaris*), © Francisco J. Jiménez Moreno.

Actualmente la presencia de pájaros carpinteros es indispensable y de suma importancia, pues liberan de parásitos a la corteza de los árboles permitiéndoles estar sanos; al momento se han registrado el carpintero encinero (*Melanerpes formicivorus*) y el carpinterillo mexicano (*Picooides scalaris*). El primero tiene como costumbre guardar las bellotas del encino para tener alimento en épocas difíciles.

La importancia de los estudios es tal que en el bosque de encino de la zona se ha reportado por primera vez la estancia del momoto corona café (*Momotus mexicanus*) en el Eje Neovolcánico, del que se sabe se halla principalmente en la vertiente del Pacífico y estribaciones de montañas. Su hábitat conocido son áreas semiáridas y áreas abiertas con árboles dispersos; esta especie se distribuye, según avistamientos y la bibliografía, en el estado de Puebla hacia la mixteca poblana y el valle de Tehuacán, por lo que su presencia es de llamar la atención. El área también es el hábitat del mosquero del Balsas (*Xenotriccus mexicanus*), especie considerada por Rowley en 1963 (citado por Navarro-Sigüenza en 2000), como una de las especies más raras del país, ya que en ciertas regiones solo se han observado en pocas ocasiones: es endémica de la región del Balsas; las áreas donde se reporta su presencia así como su hábitat se encuentran perturbadas; se alimenta de insectos que captura al vuelo desde una percha y está considerada como sujeta a protección especial por la NOM-059-SEMARNAT-2010. La matraca del Balsas (*Campylorhynchus jocosus*) fue observada en el bosque de encino en el dosel medio, tanto en el área de estudio como en Flor del Bosque y áreas aledañas, localizándose incluso nidos activos.

Estas aves, que ahora habitan en el bosque de encino, ven amenazada su existencia, pues el detrimento gradual de estos ecosistemas da origen a la formación de parches a manera de islas, ocasionando no solo una severa reducción en las poblaciones de aves, sino la pérdida de variabilidad genética de las mismas y, en consecuencia, la erradicación de especies residentes de la zona.

A la fecha, la Escuela de Biología de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) ha realizado a través de maestros, estudiantes y egresados, proyectos de investigación a fin de conocer la riqueza ornitofaunística de la región, enfocándose en general hacia los relictos de este tipo de ecosistema cercanos a la ciudad de Puebla. Actualmente, el área en estudio se denomina Zona de Preservación Ecológica Municipal La Calera.

AVES DE LA ZONA DE PRESERVACIÓN ECOLÓGICA MUNICIPAL SIERRA DEL TENTZO

La Zona de Preservación Ecológica Municipal Sierra del Tentzo está ubicada en el parte sur del municipio de Puebla. Consta de 6,285 hectáreas; la zona incluye montes boscosos de la Sierra Tentzo con una altitud máxima de 2381 msnm y una altitud mínima de 1923 msnm. La vegetación principal es bosque de encino y, en menores proporciones, hay bosque tropical caducifolio, palmar y bosque de galería, y existen áreas deforestadas para usos agropecuarios. La zona abarca las siguientes comunidades: San José Xacxamayo, San José el Aguacate, Santa María Tzocuilac La Cantera y el Rosario La Huerta.

Picogordo tigrillo (*Pheucticus melanocephalus*), © Jajeane Rose Burney.



La Zona de Preservación Ecológica forma parte de la Reserva Estatal Sierra del Tentzo, un área natural protegida que tiene una extensión de 57,815 hectáreas abarcando 13 municipios, siendo muy diversa debida a su ubicación en la confluencia de la mixteca poblana con clima tropical, y el valle de Puebla con clima templado.

El estudio de las aves de esta área está en proceso y es parte del estudio de aves de la Presa de Valsequillo y su zona de influencia, por Jajeane Rose, un cooperante en SEMARNAT de un programa del gobierno de los Estados Unidos denominado Peace Corps. El estudio, con duración de un año, empezó en abril de 2011. Hasta agosto de 2011 se habían registrado 46 especies de aves en la Zona de Preservación Ecológica Municipal Sierra del Tentzo, comprendidas en ocho órdenes y 18 familias, la mayoría de las especies (35 o 76%) y familias (11 o 61%) pertenece al orden Passeriformes. Solo se tienen siete especies migratorias y no hay registros de aves con protección federal según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Según las clasificaciones de CONABIO, el sitio conserva cinco especies de aves endémicas de México y cinco semiendémicas o cuasiendémicas. Las endémicas con distribución muy restringida incluyen *Melanerpes hypopolius*, *Campylorhynchus jocosus* y *Peucaea mystacalis*. Las especies *Momotus mexicanus*, *Melanotis caerulescens* y *Campylorhynchus jocosus* son abundantes en la zona y hay registros de anidación de *Campylorhynchus jocosus*. También existen registros de *Trogon elegans* y *Coccyzus americanus*, los primeros registros de estas especies en la Sierra del Tentzo. El *Coccyzus americanus* es transitorio en Puebla; anida en el norte de México, los Estados Unidos y Canadá, y migra hasta Argentina durante el invierno norteamericano.

Las observaciones durante el invierno entre 2011 y 2012 probablemente demostrarán que los bosques de la Sierra del Tentzo (que son vestigios de bosques que cubrieron la región históricamente) son hábitat importante de las aves migratorias terrestres, como las rapaces y chipes. Esta zona, designada Zona de Preservación Ecológica Municipal Sierra Tentzo y Área Natural Protegida Reserva Estatal Sierra del Tentzo, se debe considerar un hábitat importante para las aves.^{15,16}

RESULTADOS

En los bosques de encino se han registrado 158 especies de aves, comprendidas en 15 órdenes y 43 familias. La mayoría de las especies (112 o 71%) y familias (25 o 58%) pertenece al orden Passeriformes (aves de percha como gorriónes, calandrias, trogloditas y formas afines). De las 158 especies, 43 son migratorias según CONABIO (esta clasificación incluye las que son transitorias). Las especies introducidas presentes en el área están representadas por *Bubulcus ibis*, *Myopsitta monachus*, *Columba livia*, *Sturnus vulgaris* y *Passer domesticus*. Por tanto, el área de estudio representa el 26% de la riqueza del estado.

De acuerdo con las clasificaciones de CONABIO, el sitio sustenta 15 especies de aves endémicas de México y 14 especies semiendémicas o cuasiendémicas. Casi 19% de todas las aves registradas son endémicas, semiendémicas o cuasiendémicas, una alta tasa de endemismo. Las aves endémicas incluyen *Anas platyrhynchos diazi*, *Melanerpes hypopolius*, *Xenotriccus mexicanus*, *Campylorhynchus jocosus*, *Campylorhynchus megalopterus*, *Catharus occidentalis*, *Turdus rufopallatus*, *Melanotis caerulescens*, *Toxostoma ocellatum*, *Ergaticus ruber*, *Geothlypis nelsoni*, *Oriturus superciliosus*, *Peucaea mystacalis*, *Pipilo ocai*, y *Icterus abeillei*. Las aves semiendémicas o cuasiendémicas incluyen *Amazilia violiceps*, *Calothorax lucifer*, *Cyanthus latirostris*, *Lampornis clemenciae*, *Momotus mexicanus*, *Tyrannus vociferans*, *Poecile sclateri*, *Ptilogonys cinereus*, *Basileuterus rufifrons*, *Cardellina rubrifrons*, *Dendroica nigrescens*, *Pheucticus melanocephalus*, *Icterus bullockii*, y *Icterus parisorum*.

CONCLUSIÓN

La diversidad reportada de especies de aves demuestra la importancia de los bosques de encino cerca de la ciudad de Puebla para la conservación de estos organismos en esta zona de transición; así mismo, se ha observado que estos bosques soportan una gran diversidad de flora y fauna. Cuando uno se interna en estos bosques en época de lluvias se pueden ver epifitas, helechos y flores de gran colorido, dando la impresión de que, a pesar de la cercanía con la ciudad, estaríamos a cientos de kilómetros de la misma en lugares más exuberantes.¹⁷

Listado de algunas aves halladas en bosques de encino de la ciudad de Puebla y áreas conurbadas
(para consultar el listado completo, ver nuestra página de internet en www.elementos.buap.mx)

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	MIGRATORIA, ENDÉMICA, ACUÁTICA	ESTATUS DE ESPECIE (NOM-059- SEMARNAT-2010)	CATEGORÍA UICN
CICONIIFORMES	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	m, a	no-a	pm
		<i>Egretta thula</i>	Garceta pie dorado	m, a	no-a	pm
		<i>Nycticorax nycticorax</i>	Pedrete corona negra	a	no-a	pm
ANSERIFORMES	Anatidae	<i>Anas platyrhynchos diazi</i>	Pato triguero	a, e	a	pm
ACCIPITRIFORMES	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura		no-a	pm
		<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común		no-a	pm
	Accipitridae	<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán de Cooper	m	pr-e	pm
		<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán pecho rufo		pr-e	Pm
		<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguiluilla cola roja	m	no-a	Pm
		<i>Buteo magnirostris</i>	Aguiluilla caminera		no-a	pm
		<i>Buteo swainsoni</i>	Aguiluilla de Swainson	m	pr-e	pm
FALCONIFORMES	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano	m	no-a	pm
GALLIFORMES	Odontophoridae	<i>Colinus virginianus</i>	Codorniz cotuí		no-a	pm
CHARADRIIFORMES	Charadriidae	<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo tildío	a	no-a	pm
COLUMBIFORMES	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca	m	no-a	pm
		<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota		no-a	pm
		<i>Columba livia</i>	Paloma doméstica		no-a	pm
		<i>Columbina inca</i>	Tórtola cola larga		no-a	pm
		<i>Columbina passerina</i>	Tórtola coquita		no-a	pm
STRIGIFORMES	Strigidae	<i>Bubo virginianus</i>	Búho cornudo		no-a	pm
	Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	Lechuza de campanario		no-a	pm
CAPRIMULGIFORMES	Caprimulgidae	<i>Caprimulgus ridgwayi</i>	Tapacamino tu cuchillo		no-a	pm
		<i>Caprimulgus vociferus</i>	Tapacamino cuerporruín norteño		no-a	pm
		<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras menor		no-a	pm
		<i>Nyctidromus albigollis</i>	Chotacabras pauraque		no-a	pm
CUCULIFORMES	Cuculidae	<i>Coccyzus americanus</i>	Cuculillo pico amarillo	m	no-a	pm
		<i>Geococcyx velox</i>	Correcaminos tropical		no-a	pm
APODIFORMES	Apodidae	<i>Streptoprocne rutila</i>	Vencejo cuello castaño		no-a	pm
	Trochilidae	<i>Amazilia beryllina</i>	Colibrí berilo		no-a	pm
		<i>Amazilia violiceps</i>	Colibrí corona violeta	se	no-a	pm
		<i>Calothorax lucifer</i>	Colibrí lucifer	m, se	no-a	pm
		<i>Campylopterus hemileucurus</i>	Fandanguero morado		no-a	pm
		<i>Cyananthus latirostris</i>	Colibrí pico ancho	se	no-a	pm
		<i>Eugenes fulgens</i>	Colibrí magnífico		no-a	pm
		<i>Hylocharis leucotis</i>	Zafiro oreja blanca		no-a	pm
		<i>Lampornis clemenciae</i>	Colibrí garganta azul	se	no-a	pm
TROGONIFORMES	Trogonidae	<i>Trogon elegans</i>	Trogón elegante		no-a	pm
CORACIIFORMES	Momotidae	<i>Momotus mexicanus</i>	Momoto corona café	ce	no-a	pm
	Cerylidae	<i>Megaceryle alcyon</i>	Martín pescador norteño	m, a	no-a	pm
		<i>Megaceryle torquata</i>	Martín pescador de collar	a	no-a	pm
PICIFORMES	Picidae	<i>Colaptes auratus</i>	Carpintero de pechera		no-a	pm
		<i>Melanerpes formicivorus</i>	Carpintero bellotero		no-a	pm
		<i>Melanerpes hypopolius</i>	Carpintero pecho gris	e	no-a	pm
		<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero mexicano		no-a	pm
		<i>Picoides villosus</i>	Carpintero velloso mayor		no-a	pm
		<i>Sphyrapicus varius</i>	Chupasavia maculado	m	no-a	pm

Abreviaturas: e (endémica), se/ce (semiendémica/cuasiendémica), m (migratoria), a (acuática). (Según CONABIO: avesmx.conabio.gob.mx/index.html)
Estatus de riesgo: sujeta a protección especial (pr-e), amenazada (a), en peligro de extinción (p-ex), no-a (no amenazada), pm (preocupación menor), nt (casi amenazada).
 Nombres actualizados con AOU 2010.



Cucillillo pico amarillo (*Coccyzus americanus*), © Jajeane Rose-Burney.

Hoy en día estos bosques en las inmediaciones de la ciudad con presencia de bosques de encinos aún sostiene, una gran biota como anfibios y reptiles *Hyla eximia* (ranas), *Cranopsis occidentalis*, *Cranopsis marinus* (sapos), reptiles como *Phrynosoma sp*, *Sceloporus gramicus*, *Sceloporus spinosus* (lagartijas), *Thamnophis sp*, *Salvadora bairdi* (serpientes), *Kisnoternon sp* (tortuga); entre las especies de mamíferos reportadas están: *Sylvilagus floridanus* (conejo), *Peromyscus maniculatus* (ratón de campo), *Dermanura azteca*, *Leptonycteris curasoe* y *Myotis californica* (murciélagos), *Bassaricus astutus* (cacomixtle), *Sciurus sp* (ardilla arbórea), *Spermophilus mexicanus* (ardillón), *Mephitis macroura* (zorrillo), *Mustela frenata* (comadreja) y *Didelphys marsupialis* (tlacuache). En la antigüedad se podían observar mamíferos grandes como venados cola blanca y zorras, aunque actualmente son muy poco comunes.

Las aves utilizan estos bosques como lugar de residencia, reproducción (lugares de anidamiento), obtención de alimento (frutos, gramíneas, invertebrados, etcétera) y cobijo a especies migratorias invernales y de verano.

Sin embargo, a pesar de la extensión e importancia, existe una fuerte presión sobre este recurso el cual se encuentra amenazado por diversos factores. El mal entendimiento de este ecosistema por parte de los especialistas como del público en general ha llevado a la degradación, deforestación y eliminación de los bosques. El hecho de que la hoja de estos árboles sea caduca, es decir que pierde las hojas anualmente, lo hace parecer un

árbol “sucio y poco atractivo”, pero no se toma en cuenta que hace menos de 500 años los bosques de encino dominaban gran parte de la ciudad de Puebla, entonces denominada Cuetzalcoapan (lugar donde cambian de piel las víboras). A través de relatos como el de don Antonio de Espinoza, se sabe que el llamado Bosque de Manzanilla (hoy desaparecido) y otros aledaños llegaban hasta las inmediaciones de la iglesia de san Francisco en el Boulevard Cinco de Mayo, dominando el paisaje urbano poblano. La pérdida de estos lugares por invasión de especies arbóreas más carismáticas a las zonas urbanas, como el ciprés italiano, originario de Europa, y otras especies exóticas, conlleva a la pérdida irremediable de los bosques de encino en la zona, así como todas sus interacciones ecológicas. Es necesario realizar planes de manejo para conservar este recurso primordial del paisaje no solo poblano, sino mexicano.

La protección del parque estatal Flor del Bosque, y los decretos recientes –Zonas de Preservación Ecológica Municipal como la Calera, la Sierra Tentzo y su reserva estatal– son logros importantes en la conservación de los bosques de encino en esta zona. Pero es necesario, además de la conservación de las áreas naturales, el desarrollo de programas de investigación que permitan conocer las especies y los procesos naturales que integran estos ecosistemas de la ciudad y el estado de Puebla.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecemos al doctor Jorge Alejandro Cebada Ruiz, director de la Escuela de Biología, por su apoyo y confianza; al profesor Sergio Espinosa Ruiz; a don

Cuitlacoche pico curvo (*Toxostoma curvirostre*), © Jajeane Rose-Burney.



Roberto Molina, por el apoyo brindado para la realización del presente artículo.

REFERENCIAS

- ¹ Pineda MM A, Mendoza CR y Jiménez MFJ. *Las aves del bosque de encino de la ciudad de Puebla*. CONABIO, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. México D.F., (2009).
- ² Zavala Ch F. *Encinos y robles notas fitogeográficas*. Universidad autónoma de Chapingo (2002).
- ³ Zavala Ch F. Observaciones sobre la distribución de encinos en México. *Polibotánica* 8 (1998) 47-64.
- ⁴ Udvardy MDF. *A Classification of the Biological Provinces of the World*. Morges, Switzerland: International Union for the Conservation of Nature (IUCN) and Natural Resources (1975).
- ⁵ Commission for Environmental Cooperation (CEC). *Ecological Regions of North America-Toward a Common Perspective*. Quebec, Canada (1997).
- ⁶ Howell GNS y Webb S. *A guide to the birds of Mexico and North Central America*. Oxford University Press. New York (1995).
- ⁷ Garza H, Neri AM y Aragón EE. *Guía de aves de la biosfera La Michilia*. INECOL y CONABIO. Xalapa Veracruz, México (2004) p. 76.
- ⁸ Martínez RLE. *Manejo y conservación de las aves del Parque Estatal General Lázaro Cárdenas "Flor del Bosque"*, Puebla (2008).
- ⁹ Camacho MM, Serifa F y Mena E. *Guía de identificación de aves silvestres de la Reserva Estatal General Lázaro Cárdenas Flor del bosque*. Primera edición. Editado por la Unión de Capturadores, transportistas y vendedores de aves canoras y de ornato del estado de Puebla. INE, SEMARNAP. Puebla, México (1996) pp. 20.
- ¹⁰ Mendoza CR. *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. Puebla, México (2003).
- ¹¹ Mendoza CR y Jiménez MFJ. *Listado de aves del Parque Estatal Gral. Lázaro Cárdenas "Flor del Bosque"* Amozóc, Puebla. Memorias XVIII Congreso Nacional de Zoología, Monterrey, Nuevo León (2005).
- ¹² Díaz O y De la Fuente AA. *Estudio de la estructura de las comunidades de aves en los parques urbanos de Puebla y su entorno*. Tesis licenciatura en biología con área en ecología, Universidad de las Américas Puebla (2003).

Robin (*Turdus migratorius*), © Francisco J. Jiménez Moreno.



Momoto corona café (*Momotus mexicanus*), © Jajeane Rose Burney.

- ¹³ Rose J. *Observaciones personales del Parque Estatal Flor del Bosque* (2010-2011) (sin publicar).
- ¹⁴ Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de Biodiversidad (CONABIO). *La red de conocimiento sobre las aves de México* (2011). <http://avesmx.conabio.gob.mx/index.html>
- ¹⁵ Rose J, Hernandez Balzac A y Leon Rosas VL. *Las aves de Valsequillo y su zona de influencia: observaciones iniciales*. Puebla, Pue. SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales) (2011). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SE-MARNAT-2010, 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. Diario oficial de la federación, México, D.F., México.
- ¹⁶ Rose J. *Observaciones personales de la Zona de Preservación Ecológica Municipal Sierra Tentzo* (2011) (sin publicar).
- ¹⁷ Pineda MAM, Mendoza CR y Jiménez MFJ. *Ornitofauna de la ciudad Puebla y zonas conurbadas*, Puebla, México. LX Congreso y V Simposio Nacionales de Ornitología. Edificio Carolino, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México (2008) p. 78.

Jajeane Rose Burney
Cooperante en SEMARNAT del programa
Peace Corps.
jajeane.rose@gmail.com

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

Roxana Mendoza Cuamatzi
roxy28338@hotmail.com

Glottismi modulationum sibilo exprimendi in Luscinia obseruati Iconismus III.
fol. 30

*Diuersarum uolucrum voces
notis musicis expressæ*

Gallicinium
Cuculicu Cuculicu
A

Vox parurentis Gallina
to to to to to to to to
B

Vox Cuculi
Gucu gucu gucu
E

Vox Coturnicis
Bikebik bikebik bikebik
D

Xoipe

Gallina conuocans pullos
glo glo glo
C

Querido **ciudadano** **7** BILLONES

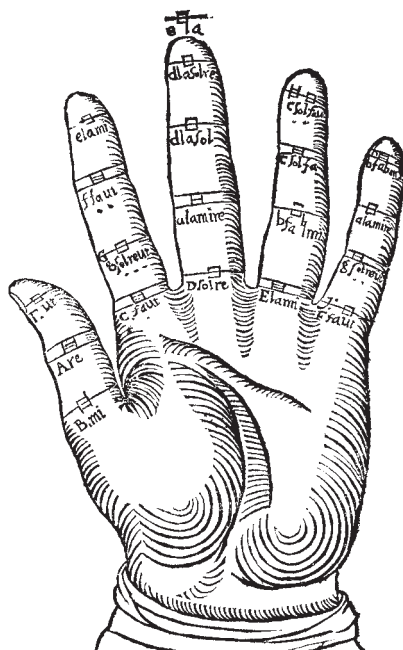
Sergio Antonio **Salazar Lozano**

Es con esperanza que este residente terrestre desea darte la bienvenida, y de paso, aprovechar para hacerte algunas observaciones que espero te sean valiosas para el futuro. Debido a que considero importante darte el tiempo de reflexionar sobre los asuntos que trataré, he decidido redactarte tres cartas, siendo esta la primera de ellas.

Lo primero que quiero comentarte es un poco sobre mí, o más específicamente, un poco sobre mí con respecto a tí. Cuando yo nací, a finales de 1973, el mundo se encontraba a punto de alcanzar la marca de los cuatro billones de habitantes. Si consideramos que el primer billón lo logramos alrededor del año 1800 y que cuando tu tengas mi edad probablemente ya seremos más de 8.5 billones de seres humanos podrás darte cuenta que la nuestra es una especie que se multiplica con singular desenfreno. Me atrevo incluso a pronosticar que, al momento de tu muerte, quizá el mundo se encuentre a punto de alcanzar los poco más de 13 billones de habitantes que en el siglo XVII Antoni van Leeuwenhoek estimó sería el tope poblacional en el globo terráqueo.¹

Verás, el 31 de octubre del 2011 hiciste tu aparición en un mundo con una ciencia muy desarrollada denominada medicina; gracias a ella, las muertes infantiles decayeron de manera casi global durante el siglo pasado. Los avances en esta misma ciencia también han logrado posponer la muerte en la mayor parte de la población, prolongando considerablemente el promedio de vida (la expectativa de vida mundial en 1950 era de 47.7 años, en el 2010 era de 67.9). En solo cuarenta años, de 1960 (3 billones) al 2000 (6 billones), la población mundial se duplicó.²

ce
dd
cc
bb
aa
g
f
e
d
c
h
a
G
F
F
D fol
G fa vt
B mi
A re
r vt



Mano musical (*Musurgia universalis I*). Tomado de Ignacio Gómez de Liaño, Athanasius Kircher, *Itinerario del éxtasis o las imágenes de un saber universal*, Ediciones Siruela, Madrid, 2001.

El mundo se encuentra lejos de la uniformidad en casi cualquier aspecto que desees estudiar, por lo que tanto el porcentaje de muertes infantiles como la expectativa de vida varían fuertemente de una región a otra. Aprende esta lección desde hoy, grandes inequidades existen tanto entre individuos como entre naciones y continentes. Amortiguar las desigualdades será uno de los grandes retos a los que te tendrás que enfrentar para garantizar dignidad a tu futuro y el de tus descendientes.

La ciencia no solo ha alimentado el crecimiento poblacional de manera figurada, sino también de manera literal: avances en el uso de fertilizantes para la tierra, herbicidas, irrigación y otros más en aplicaciones históricamente relacionadas con la agricultura se sumaron a desarrollos en el campo de la genética y la biología molecular, resultando en la ingeniería genética de los cultivos. La suma de los primeros factores potenció la producción de alimento en tierras apropiadas, el último factor permitió el crecimiento de cultivos en tierras con escasez de nutrientes, acortó sus tiempos naturales de crecimiento, las volvió más resistentes a las plagas y la sequía y aumentó su tamaño. Desafortunadamente, la revolución verde facilitó la práctica de los monocultivos y la producción de cereales, lo que ha resultado en un decaimiento

en la calidad nutrimental de la alimentación global. Aunque mitigó la hambruna, condenó a sus hijos a la malnutrición.³ Nos tomó cuando menos 10,000 años alcanzar una diversidad de cultivos domesticados inmensamente rica, pero la revolución verde y el momento histórico desataron una guerra por el cultivo de las especies más productivas y en medio siglo inevitablemente la variedad de semillas ha menguado en magnitudes hecatómbicas. Según resultados de un estudio conducido en 1983 por la Fundación Internacional por el Avance Rural, en ochenta años (de 1903 a 1983) pasamos de encontrar en las casas comerciales de semillas 307 variantes de maíz dulce a solo 12 en el ahora Centro Nacional por la Preservación de Recursos Genéticos; de 497 variedades de lechuga a solo 36; de 544 de repollo a únicamente 28.⁴ Implementar un sistema global responsable y sostenible de producción del campo es otro de los retos de tu generación.

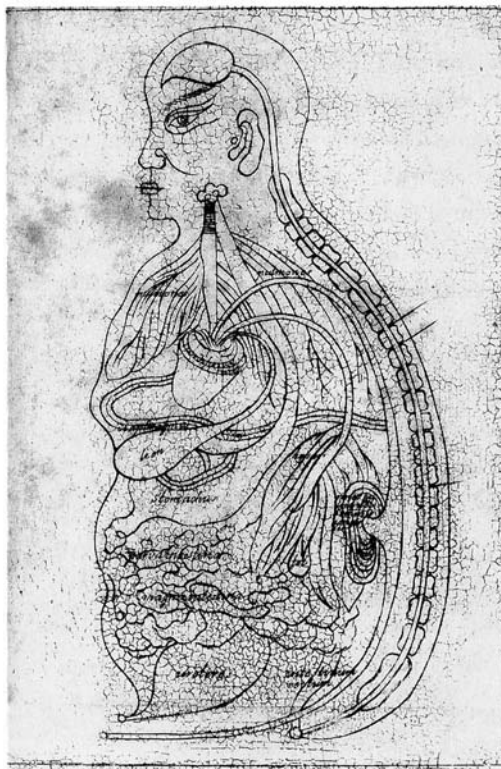
Aunque la ciencia ha impactado de muchas formas positivas a la inflación poblacional (por ejemplo, con los avances en el campo de la fertilidad humana), quizá el último punto científico digno de mención sea el tema de la energía. La ciencia, especialmente la física y la química, ha aclarado la naturaleza de la energía. La energía es una con la materia, son dos caras de una misma moneda. Existen muchos tipos de energía, como la energía cinética, térmica, potencial, etcétera. La energía muta, pasando de un estado a otro, algunas veces realizando un trabajo, otras disipándose como calor. Técnicamente, la energía es la capacidad de realizar trabajo; una definición práctica, pero no perfecta.⁵ Los recursos del planeta Tierra son finitos; nuestro planeta no es un sistema cerrado, es parte de un Sistema Solar y su proximidad con el Sol garantiza un baño de energía continuo. De la misma manera, las fuerzas gravitacionales y los primeros eventos cosmológicos que dieron origen al Sistema Solar llevan al planeta a experimentar dos movimientos orquestados: la traslación (el trayecto elíptico que sigue alrededor del Sol y que tarda aproximadamente 365 días) y la rotación (la revolución terrestre que tarda aproximadamente 24 horas). Estos movimientos son también manifestaciones de energía. Adicionalmente, un impacto fortuito sobre la Tierra hace aproximadamente 4.5 billones de años desprendió un fragmento de esta y formó la Luna, un satélite que ejerce una fuerza gravitacional considerable y comprobable por las mareas oceánicas.⁶ La materia se

encuentra químicamente representada por elementos que interactúan para formar compuestos, y aunque tendemos a pensar en ellos como unidades inmutables, estos también están a su vez formados por materia y energía que en algunos casos se encuentra en desequilibrio, específicamente hablo de los elementos radioactivos, en los que núcleos atómicos inestables pierden energía al liberar partículas ionizantes en un proceso espontáneo y estocástico. La Tierra es constantemente calentada por la radioactividad, otra fuente de energía natural que nutre nuestro planeta. Existe también una energía denominada geomagnética: aunque no lo parezca, nuestro planeta es como un magneto gigantesco. En su interior reside un material líquido mantenido por grandes presiones y temperaturas, constituido principalmente por hierro. Como el hierro posee naturaleza conductora de corrientes eléctricas y el planeta se encuentra rotando, se forman corrientes internas circulares y la energía cinética es transformada en energía magnética (el interior de la Tierra posee el mayor dínamo del planeta). Este imán terrestre tiene sus polos norte y sur ligeramente desfasados de los polos geográficos, y así debe ser, ya que los polos magnéticos son móviles. El campo magnético generado de este modo, la magnetosfera, nos protege de la peligrosa radiación ionizante solar, funcionando como un escudo que desvía la energía capaz de generar mutaciones en el DNA de todas especies vivas en el planeta.^{5,7}

Hasta el momento, como especie, hemos sido poco imaginativos, incentivados y conscientes del gran problema que significa seguir dependiendo de las fuentes tradicionales de energía para generar nuestra electricidad, viajar, calentar nuestros hogares, preservar o cocinar nuestro alimento, etcétera.

El punto es que la energía es finita, pero abundante; desgraciadamente nosotros hemos utilizado solo lo que se encuentra más a la mano y no nos hemos preocupado lo suficiente por hacer eficiente su aprovechamiento ni por utilizar formas más amigables con el medio ambiente o la naturaleza. Un sistema ideal de utilización y reciclado de energía es aquel capaz de utilizar eficientemente la energía disponible con pocas pérdidas (que usualmente se dan en la forma de calor), pero que en el que aun el calor como subproducto es canalizado por medio de una red de baja pérdida a una estación que lo concentra y reutiliza para formar, por ejemplo, energía eléctrica.⁸ Además, un

sistema ideal tampoco debe generar subproductos que exacerbén fenómenos como el efecto invernadero o el daño a la capa de ozono que a la fecha han provocado tantos problemas. El efecto invernadero merece cuando menos una breve mención: es lo que ocurre cuando gases o partículas en el ambiente no permiten que la fracción de energía solar o energía liberada por la superficie terrestre se pierda en el espacio, quedando atrapada de manera que incide de vuelta sobre la superficie de la Tierra. Es normal que una fracción de calor se concentre, pues los gases invernadero son habitualmente naturales, pero nuestra actividad ha multiplicado desmedidamente la producción de estos gases y, por lo tanto, ha exacerbado su efecto. Algunos de los típicos culpables que escucharás en tu andar por la escuela son el dióxido de carbono, el agua de las nubes, el óxido de dinitrógeno, los compuestos clorofluorocarbonos y el metano. Considera que el óxido de dinitrógeno y el metano son consecuencia directa de la agricultura y la ganadería; fertilizantes en el primero, y producto de la digestión de los rumiantes y cultivos como el arroz en el segundo. Si no podemos eliminar de tajo las actividades generadoras de gases invernadero, debemos



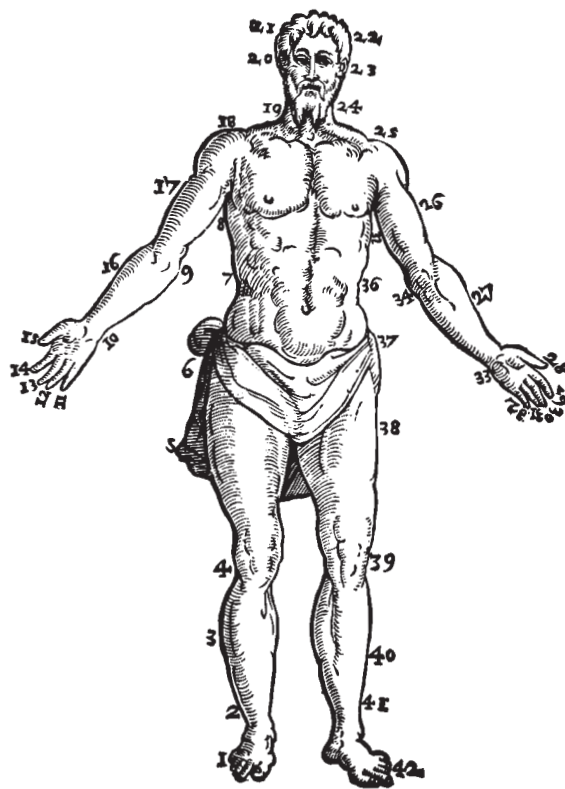
Un diagrama fisiológico chino. Andreas Cleyer, 1682. Tomado de Harry Robin, *The Scientific Image: From Cave to Computer*. Harry N. Abrams, Inc., Publishers, New York, 1992.

pensar cómo minimizar la liberación de estas sustancias al ambiente. Además, como moléculas, estas poseen también energía, por lo que químicamente pudieran ser aprovechadas.^{9,10,11} En definitiva, los retos son enormes, no es tu culpa como individuo, pero sí es tu responsabilidad como ser humano.

Íntimamente ligado al problema de la energía, naces hoy a un mundo que experimenta un fenómeno denominado calentamiento global. Nos jactamos de nuestra tecnología, que sin duda es impresionante, y sin embargo no hemos terminado de caer en cuenta que poseemos un cerebro del Pleistoceno y vivimos en el orgullosamente recién bautizado Antropoceno. El hecho de que exista un Antropoceno no es más que el resultado de nuestra persistente y penetrante –y muchas veces perversa– biología del Pleistoceno; somos una especie que ha dominado la tecnología con mucha mayor velocidad de la que ha podido anticipar sus consecuencias a escala global y en vastas magnitudes de tiempo. Y estoy siendo amable, pues a medida que la evidencia científica que soporta este fenómeno se ha ido acumulando, distinguidos representantes de nuestra especie (respaldados principalmente por la industria del petróleo) han elucubrado teorías de conspiración y tergiversado los datos, han hecho lo que han podido para inundar de verborrea imprecisa las discusiones del debate; sus respuestas no están dirigidas realmente a la refutación de los argumentos científicos, sino al público en general que termina confundido. Esto tiene todos los elementos de un pensamiento egoísta que beneficia al que esgrime esta postura e impone un castigo draconiano al futuro de buena parte de la vida en el planeta. Ciudadano global 7 billones: debes saber también que los hombres de ciencia dedicados a estudiar este problema han sido en numerosas ocasiones coaccionados a guardar silencio por hombres y organizaciones poderosas con intereses particulares, no por poseer conocimientos privilegiados, sino por poseer dinero, posición y otras ventajas.¹² ¿Qué te dice esto sobre el funcionamiento social de nuestra especie? Es tan válido calificarnos de racionales como de egoístas.

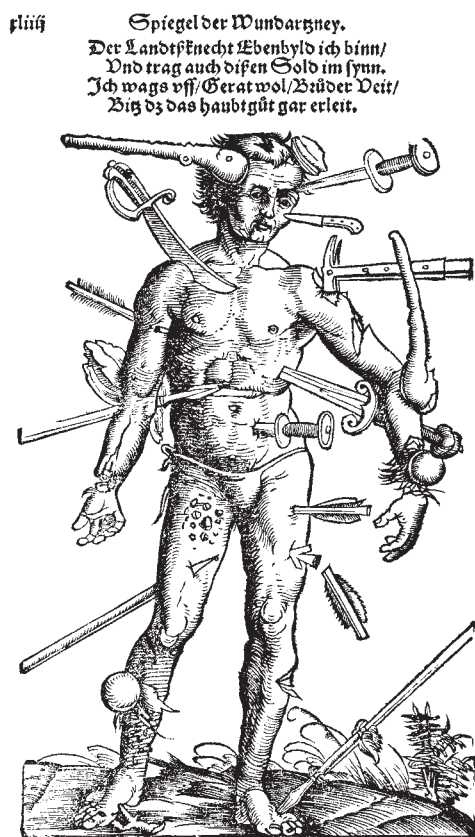
El calentamiento global del que hablan los científicos es el aumento promedio de la temperatura terrestre. El registro paleoclimatológico de nuestro planeta nos cuenta

que las fluctuaciones en la temperatura media terrestre han sido la norma. Estas variaciones pueden relacionarse en el tiempo con ligeros cambios en el ángulo de nuestro mundo o en su órbita alrededor del Sol, o en la actividad volcánica. La temperatura media terrestre es autorregulada. El calentamiento global es un fenómeno complejo íntimamente ligado al efecto invernadero; las consecuencias de fenómenos tanto naturales como provocados por el hombre se suman para lograr un aumento aparentemente nimio en la temperatura promedio global. Esto es muy preocupante pues, de continuar esta tendencia, las temperaturas seguirán aumentando (ya son las más cálidas cuando menos desde la Edad Media), aunque esto no quiere decir que necesariamente los inviernos serán más calientes o breves. Los mares crecerán como consecuencia de un descongelamiento de glaciares y cuerpos de agua congelados en los polos, así como de la expansión que por calor sufre el agua. Este acontecimiento es importante porque el hielo refleja luz solar, evitando más calentamiento, pero al disminuir la superficie cubierta por hielo, su efecto se minimizará; este sistema se retroalimenta a



El cuerpo humano como un sistema de lugares. Filipo Gesualdo. Xilografía, 1592. Tomado de Pietro Corsi, *The Enchanted Loom*, Oxford University Press, Inc., New York, 1991.

sí mismo de forma positiva. Si la temperatura aumenta, con ella también lo hará la formación de nubes que, como acabamos de revisar, contribuyen al efecto invernadero, lo que también retroalimenta positivamente al aumento de temperatura. La pérdida del permafrost también liberará gases invernadero: incluyendo metano y dióxido de carbono. El calentamiento global no es un fenómeno uniforme, algunas zonas se calentarán más y diferentes sistemas de presión imperarán, lo que modificará las corrientes de aire predominantes y la actual dispersión típica del agua. Algunas regiones del mundo recibirán mayor cantidad de lluvia, otras sufrirán de sequía. Vastas cantidades de agua se depositarán en lugares en donde no se necesita, mientras que en otros sitios un panorama desértico imperará.^{9,10,11,12,13} No puedo expresar lo que esto significa en términos de sufrimiento humano; ya hemos comenzado a experimentar cambios de este tipo y puedo decirte que el calvario es insoportable, solo es necesario escarbar en las últimas décadas de la historia de Etiopía, cuya agricultura nacional depende fuertemente de las lluvias caprichosas (a veces hay sequía, a veces inundaciones).^{14,15}



Heridas del hombre. Hans von Gersdorff, 1517. Tomado de Harry Robin, *The Scientific Image: From Cave to Computer*. Harry N. Abrams, Inc., Publishers, New York, 1992.

La hambruna es un estado paupérrimo en el que la falta de alimento deja a la buena voluntad de los que viven en opulencia la decisión de que los afectados sigan viviendo o perezcan. Otra derivación de los trastornados ciclos naturales es la aparición de enfermedades tropicales como el dengue y la malaria en regiones históricamente no afectadas por ellas. Las consecuencias del calentamiento global son numerosas y me parece innecesario continuar enumerándolas; basta informarte que este es un hecho innegable y consensuado entre la comunidad científica mundial que se nos plantea como urgente y delicadísimo. Aprende desde hoy los costos de que existan submundos. Que no te engañe nadie, los términos de la discusión se plantean por claridad (aunque parezca inverosímil) en términos científicos, pero los costos se pagan en el terreno de la ética, y las soluciones seguramente se encontrarán en la intersección de la ciencia, la política, la economía y la jurisprudencia.

La religión probablemente sea también responsable de tu llegada al mundo los últimos días de octubre de 2011. Es importante que hablemos rápidamente de la religión, pues para buena parte de la población mundial es asunto de la mayor trascendencia. *Grosso modo*, tienes una probabilidad en tres de nacer en una familia cristiana, una en cinco en una familia musulmana, una en ocho en una familia hindú y nuevamente una en ocho en una familia que no profese ninguna religión.¹⁷

Evidentemente puedes nacer en familias que profesan otras religiones, como las más filosóficas: jainismo, budismo, confucianismo o taoísmo; pero estas han sido menos belicosas que aquellas marcadamente mono-teístas, lo que en parte explica por qué tienen tan pocos adeptos (comparativamente hablando). El problema de las religiones, en general, es que son dogmáticas e inmutables, normalmente basadas en algún texto que ha sido escrito en alguna época antigua (o que cuando menos se presume contiene sabiduría antigua) que se supone vino de la boca de dios. Es habitual creer que el texto ha sido directamente dictado por un ser sobrenatural y que fue escrito por un hombre al que pueden llamar escriba o, a veces, profeta. Las religiones esperan y exigen una suspensión o entumecimiento de nuestras disposiciones curiosas (y, muchas veces también, las sexuales) y de

nuestro raciocinio en general, pues no deben ser cuestionadas en su teología ni en la veracidad de las historias contenidas en sus libros sagrados.

Yo soy el primero en admitir que parte de las más maravillosas obras de la humanidad en las artes y edificaciones han sido el producto de una profunda devoción o cuando menos han tenido una inspiración religiosa. Por supuesto es ingenuo pensar que sin la religión los grandes artistas de la historia no habrían creado grandes obras; finalmente el artista crea para el deleite de su patrón las mejores obras que puede ejecutar. Para las edificaciones más impresionantes, gran cantidad de recursos y sacrificios humanos han sido necesarios, desde las pirámides, hasta las catedrales. Como las religiones más populares prometen vida eterna en un paraíso (el Islam, además, promete vírgenes; 72, según algunos *hadith*)^{18,19} bastante más terrenal de lo que uno esperaría de movimientos que hablan tanto de la trascendencia y el poco valor que tiene la vida en la Tierra en comparación con la vida en “el cielo”. Además, la mayoría de las religiones son marcadamente machistas, lo de las 72 vírgenes celestiales es tan solo el colmo dentro de un mar de preceptos presumiblemente divinos que tienden a relegar a la mujer a papeles secundarios en la mayoría de las esferas de la vida, dándole muchas veces solo prominencia en aquello que no pueden robarles, su facultad de gestar, dar a luz y nutrir en los momentos de mayor necesidad de todos los seres humanos.¹⁷ De hecho, en los libros sagrados no son extraños los pasajes en donde se describe cómo la mujer tienta a los hombres o los incita a “pecar” (pregúntate cuántas veces la crónica sagrada registra al hombre incitando a la mujer a pecar o cuántas veces tiene el hombre que corregir o reprender a “sus” mujeres).

Y hablando de pecado, este ha servido a su propósito magníficamente, enraizando la culpa en las mentes y los corazones de los individuos que forman parte del “pueblo de dios”. Este control sobre los píos “rebaños” de pecadores que predicadores, sacerdotes, ministros, pastores, imanes y un sinfín de líderes religiosos ostentan, es un siniestro instrumento que no se limita a humillar al pueblo, sino que además coarta la aspiración más básica del ser humano: ser feliz. La vara es colocada en una posición humanamente imposible (puede pecarse incluso con el

Das ist dz an
der instrument / vñ
das dyenet mer ob
en vff dz haubt / dan
funft darnebe / oder
hinden. darumb dz
es nit breyte gleych
hat / als dz nechst in
strument hie vor ver
zeychnet. Vnd dyen
et auch / wann die
hyrschaljnge schla
gen ist / das man hie
mit disē instrument
wider vffschraub.



Eliminación de un fragmento de cráneo. Hans von Gersdorff, 1517. Tomado de Harry Robin, *The Scientific Image: From Cave to Computer*. Harry N. Abrams, Inc., Publishers, New York, 1992.

pensamiento) para que nadie pueda prescindir de su líder religioso (ni los líderes cumplen con sus propios estándares, aunque religiones altamente organizadas esconden y perdonan con gran astucia su incómoda, desvergonzada y muchas veces inhumana, realidad; la iglesia católica ha hecho de sí misma, con excesivo esfuerzo en últimas fechas, un excelente ejemplo de esto).²⁰ En el 2010 Christopher Hitchens escribió: “Nadie ha sido excomulgado por la violación y tortura de niños, pero exponer la ofensa puede meterte en serios problemas. ¡Y esta es la iglesia que nos advierte en contra del relativismo moral!”²¹

Con referencia a este “pueblo de dios”, un gran problema del monoteísmo, es que predica, por definición, la intolerancia y la segregación. Piénsalo: si tu dios es el único y verdadero, entonces todos los que profesan una religión diferente de la tuya no solo están equivocados, sino están adorando a dioses falsos, lo que normalmente es una ofensa de la mayor gravedad. Muerte al infiel, hereje o apóstata, y no solo eso, la persistente creencia en brujas (normalmente mujeres, aunque en ocasiones también niños –como tristemente es común en África–, en fin, aquellos más desprotegidos en nuestros sistemas sociales),²² demonios

(los exorcismos son la expulsión de entes incorpóreos netamente malignos, que también, curiosamente, tienden a ocupar los cuerpos y las mentes de los más desprotegidos: mujeres y niños) y demás fuerzas sobrenaturales, han sido motivo de las más floridas vejaciones “justificadas” y organizadas por seres humanos en contra de otros seres humanos. Contar con el apoyo de dios, o ser su soldado, es el más alto honor para el verdadero creyente. El científico norteamericano Premio Nobel de Física en 1979, Steven Weinberg, comentó en la Conferencia sobre el Diseño Cósmico de la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia, en abril de 1999:

“La religión es un insulto a la dignidad humana. Con o sin ella tendrías a buenas personas haciendo cosas buenas y a malas personas haciendo cosas malas. Pero para que buenas personas hagan cosas malas, para eso es necesaria la religión.”²³

Uno de los peores aspectos de las religiones es que coartan nuestra naturaleza inquisitiva, son anatema de la ciencia. La fe es requisito indispensable del verdadero creyente religioso. El problema es que tener fe es creer sin evidencias. No podría ser de otra forma, ya que dios, presumiblemente, es un ser sobrenatural (por definición no forma parte de nuestra experiencia cotidiana, la cual

es natural). Una y otra vez, todas las religiones que han intentado acercarse a un escrutinio científico, han fallado en proporcionar evidencia que pase el rigor de la ciencia.²⁴ Y aunque los religiosos argumentan que se les tratan de imponer estándares ridículamente altos, lo cierto es que las aseveraciones o declaraciones más impactantes o extraordinarias, requieren forzosamente de las más impactantes o extraordinarias evidencias. Es lógico: si tú me vas a decir que existe un ser sobrenatural, al que no puedo ver, escuchar ni experimentar por cualquier otro medio, lo mínimo que debes estar dispuesto a presentarme es evidencia de su existencia. Como este ser es tan maravilloso, cuanta más evidencia espero de ti. Es lo mismo que ocurre con las hadas de mi jardín o el pote de oro al final del arcoíris, de Santa Claus o el hada de los dientes. Todos estos necesitan de más evidencia que simples fotografías, una moneda de oro, regalos a la mañana siguiente a la navidad o dinero bajo mi almohada.

La mayoría de las religiones profesan una creencia en un dios no solo supremo y virtuoso, sino perfecto, por lo tanto bondadoso, omnipotente, omnisciente, omnipresente, trascendente, personal y sobrenatural (esto último parece lógico si consideramos todo el listado anterior). El único problema es que este dios es imposible, pero júzgalo tú mismo. Si dios es lo más grandioso e inconcebible, debe ser también, por lo menos, lo más virtuoso imaginable. El problema reside en que la virtud, para calificar como tal, implica la entrega con esfuerzo, pero si dios es lo más supremo que pueda existir, el sufrimiento y el esfuerzo son desconocidos para él (si sufriera y hubiera cosas que le costaran trabajo, entonces no sería el mayor ser que yo pueda concebir; yo puedo concebir un dios indestructible e inefable). Para mí, dios o no es virtuoso o no es lo mayor imaginable (si ser lo mayor imaginable es condición para que dios exista, entonces, no existe). Otro problema con tantos calificativos de dios es que un dios bueno e ilimitadamente poderoso jamás permitiría que el mal existiera. El mal existe, y existe en un exceso repulsivo, por lo tanto, o dios no es bueno, o no es todopoderoso, o, una vez más, no existe. Algunas personas te dirán que la maldad no viene de dios, viene del hombre, al que dios hizo libre. Bien, cuando menos dos objeciones puedo hacer en breve. La primera, dios no es un ser bueno y sabio si no fue capaz de

Procedimiento obstétrico. Jacob Reuff, 1580. Tomado de Harry Robin, The Scientific Image: From Cave to Computer. Harry N. Abrams, Inc., Publishers, New York, 1992.



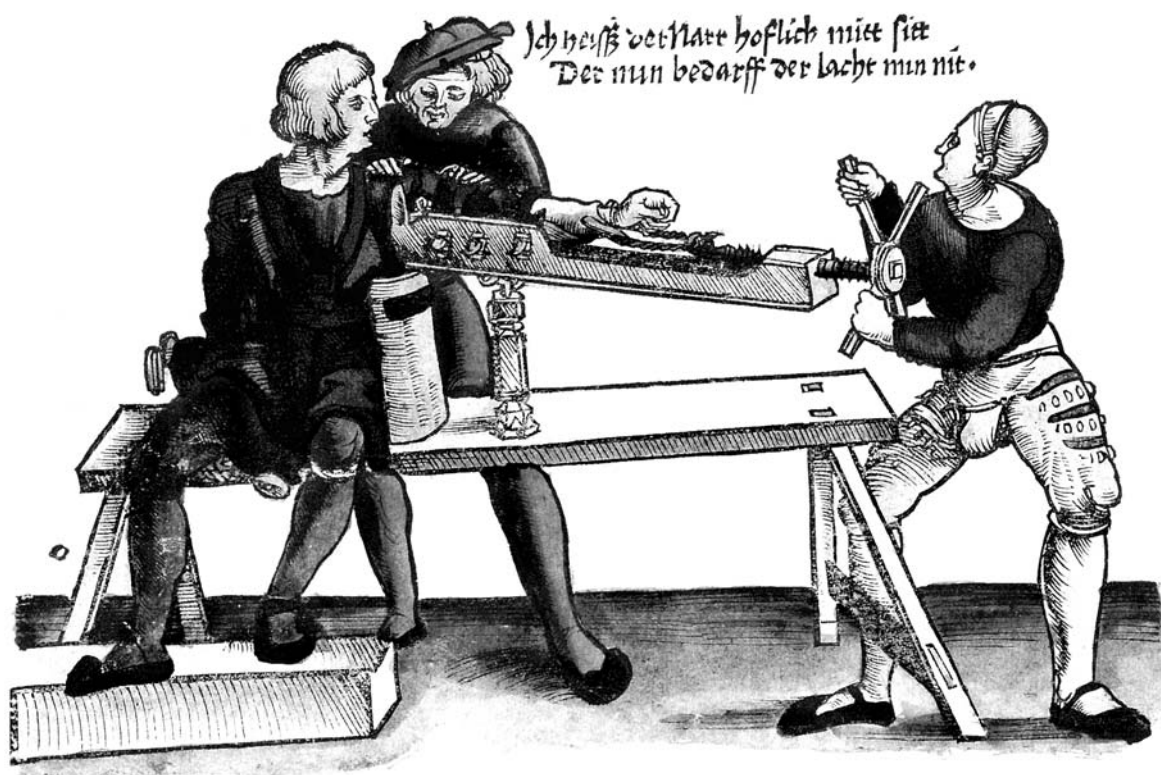
prever que con la naturaleza que nos imprimó y la libertad que nos dio, resultaría una interminable lista de atrocidades (muchas de ellas cometidas en su nombre). Segunda, eso no explica (mucho menos perdona) el increíble sufrimiento humano generado como resultado de terremotos, tsunamis, erupciones volcánicas, epidemias y demás fenómenos naturales que ocurren en su creación. Justificar esto como castigos por nuestros pecados nos habla de que se adora a un dios vengativo, castigador, sádico e inhumano que ni siquiera dirige su ira a la persona que lo ofendió, sino que castiga indiscriminadamente a inocentes y culpables, llevándose entre sus piernas igualmente a bebés que a ancianos, a discapacitados que a atletas, a médicos que a homicidas. Entonces, ¿qué diferencia a dios del demonio? Si dios existe, no es perfecto. Las personas religiosas te dirán que el mundo, y el universo entero son su creación, pero ni el mundo ni el universo son perfectos, y un dios perfecto crearía construcciones perfectas, por lo tanto, o dios no es perfecto, o simplemente no existe. Nosotros mismos, para muchas religiones, estamos hechos a imagen y semejanza de dios, y somos increíblemente imperfectos, poseemos un vestigio evolutivo de una cola, por un capricho evolutivo contamos con ojos mal diseñados con un punto ciego, una columna vertebral débil por el poco tiempo que ha transcurrido desde que, como especie, caminamos erguidos, y una lista tremendamente larga de detalles de un diseño mediocre.

Dios, en definitiva, no puede ser un ser trascendente y omnipresente al mismo tiempo, porque un ser trascendente no existe en ningún lado en el espacio, mientras que un ser omnipresente, por definición, se encuentra en todos lados. O es una cosa o la otra, pero no ambas, y si ambas son condiciones necesarias, entonces dios no existe. Una y otra vez a quienes son religiosos, se les insiste en la oración. Para que esto tenga sentido un dios personal tiene que existir de alguna forma, pero no puede ser que, a la vez, alguien sea personal (que viene de persona) e incorpóreo, por lo tanto, o dios es personal y existe de alguna forma inteligible, o es incorpóreo y se encuentra fuera del plano físico, no puede ser ambos; una vez más, si ser ambos es requisito: dios no existe. Finalmente, dios es alabado como omnipotente, pero la omnipotencia es una paradoja. Si dios puede construir, digamos un universo inamovible, ya que es todopoderoso,

entonces él no puede moverlo, ¿o sí? Si puede, entonces no tuvo la potencia de construirlo inamovible, si no puede entonces no posee la potencia de moverlo.^{25,26} Y, en última instancia, si dios es tan magníficamente superior a nosotros, ¿qué puede importarle lo que estos humildes seres piensen de él? ¿Qué puede importarle si se le adora o no? ¿Si se le niega o afirma? ¿O es tan vanidoso que se regodea con nuestras insulsas adulaciones? ¿Tú creerías en un dios así? Habitante 7 billones, tarde o temprano tendrás que tomar decisiones sobre estas cuestiones, pero definitivamente nadie debería de obligarte a hacerlo antes de la mayoría de edad, aunque nada es más común que el ingreso formal a la religión en algún momento en el que tu edad te imposibilita siquiera a imaginarte a qué estás entrando, cuáles son tus compromisos y qué se esperará de ti.

No quiero desviarme, pero quiero que pienses, y que lo hagas por ti mismo. Normalmente tendemos a morir dentro de la misma religión en la que se nos adoctrinó desde pequeños, cuando no poseíamos prejuicio alguno. No todas las religiones pueden ser ciertas, simplemente porque adoran a dioses distintos o porque agradan a su dios de maneras diferentes. No puede ser que un dios que sea infinitamente bueno, condene al infierno (de hecho, que permita la existencia de un infierno) a quienes creen en un dios falso: por los puros números con los que abrí esta sección estaría condenando a la mayor parte de la humanidad. Pero si el castigo ha de ser tan absolutista y despótico, al menos las evidencias de la existencia del dios verdadero deberían ser obvias y visibles para todo el mundo, así nadie podría llegar al infierno sin, cuando menos, intuirlo previamente. Pero, una vez más, la evidencia de calidad es inexistente. En la vida te recomiendo, ante la falta de evidencia o de buena evidencia, una saludable dosis de escepticismo.

Algunas de estas religiones, esgrimiendo ser pro-vida, condenan la mayor parte de los métodos de planeación familiar.²⁷ El condón es famoso por ser repudiado por la iglesia católica, y es que todo lo que en el fondo huele a placer debe ser pecaminoso o llevar a la procreación. Para los misóginos líderes religiosos, especialmente aquellos "célibes", existen pocas cosas más importantes que el sexo. En definitiva el que muchos lo tengan prohibido o respeten antiguas creencias sobre, por ejemplo, la impureza de la menstruación en la mujer, es un catalizador para la obsesión. Todo esto es extremadamente importante, porque, en parte, el que hayamos llegado en este momento a la marca



Restablecimiento de un hueso de brazo fracturado. Hans von Gersdorff, 1517.
Tomado de Harry Robin, *The Scientific Image: From Cave to Computer*. Harry N. Abrams, Inc., Publishers, New York, 1992.

de los 7 billones contigo, es producto de filosofías religiosas que condenan a la paternidad a adolescentes, pobres, analfabetos o ignorantes, alimentando el círculo vicioso en el que se encuentran y, prácticamente nulificando las oportunidades de alcanzar su potencial. Con sus prejuicios impuestos, han condenado a un sinnúmero de individuos a vivir con los “costos del pecado”, no solo los propios, sino los de sus padres y antepasados. Y como si eso no fuera suficiente, los costos del pecado, por supuesto, incluyen también las enfermedades de transmisión sexual.²⁸

Por supuesto que muchos individuos conscientes pueden aceptar la “culpa” de utilizar condón, pero las redes de poder religioso se extienden por encima del común de la gente y atrapan a los líderes políticos, como en pleno siglo XXI ocurrió con los Museveni (Yoweri y Janet) en Uganda, quienes eliminaron las opciones de protección y revivieron arcaicas prácticas misóginas como la verificación de la virginidad en las jóvenes por adultos intrusivos.²⁹ Estas prácticas no pueden ser más retrógradas: envilecen al sexo, nulifican las opciones de protección, coartan el

derecho a la privacidad de las mujeres, alimentan la obsesión por el sexo, culpan a la mujer, promueven el juicio a los demás, el chisme y las divisiones en estas sociedades, por mencionar algunos elementos. Por si esto fuera poco, no creas mucho en el farisaico amor al prójimo proclamado por cristianos: en el 2001, en una encuesta estadounidense (*World Vision survey*), solo el 7% de los evangélicos informaron que contribuirían a una organización cristiana que apoyara a los huérfanos de sida (y estamos hablando de que más de 16 millones de niños en el mundo se han quedado huérfanos por causa del sida).^{29,30}

Mejor ni toco el tema de la homosexualidad, repudiada por prácticamente cualquier religión popular con que te topes; al respecto, Christopher Hitchens propone una pregunta al Papa: “¿Acaso el Papa favorecería el aborto de un feto con un gen gay?”³¹ Bueno, no existe tal cosa como un gen gay, pero sí estamos seguros que la genética forma parte de la ecuación en la homosexualidad.



*Fabulosa Brachmanum Narratio
de 14 Mundorum genesi: ex Bruma
peracta, ex Autographo depromta.*

BIRU LEMA

Fabulosa exposición brahmánica del origen de los catorce mundos (La Chine).
Tomado de Ignacio Gómez de Liaño, Athanasius Kircher. *Itinerario del éxtasis o las imágenes de un saber universal*, Ediciones Siruela, Madrid, 2001.

Yo agregaría una continuación al cuestionamiento de Hitchens: ¿o sería para él moralmente más aceptable dejarlo nacer para después tratar de impedir sus impulsos naturales y perseguirlo y hostigarlo con celo hasta el fin de sus días? Congénera 7 billones, aprende que la sexualidad es natural, que existen muchas formas de expresarla y que nadie debería imponer sus prejuicios en tu vida. La sexualidad debe vivirse con responsabilidad, nada más serio que eso, precisamente porque sus consecuencias pueden cambiar tu vida y la de otras personas, pero en última instancia las decisiones las debes tomar tú con mucha información a la mano y la libertad para actuar de acuerdo a tu situación.

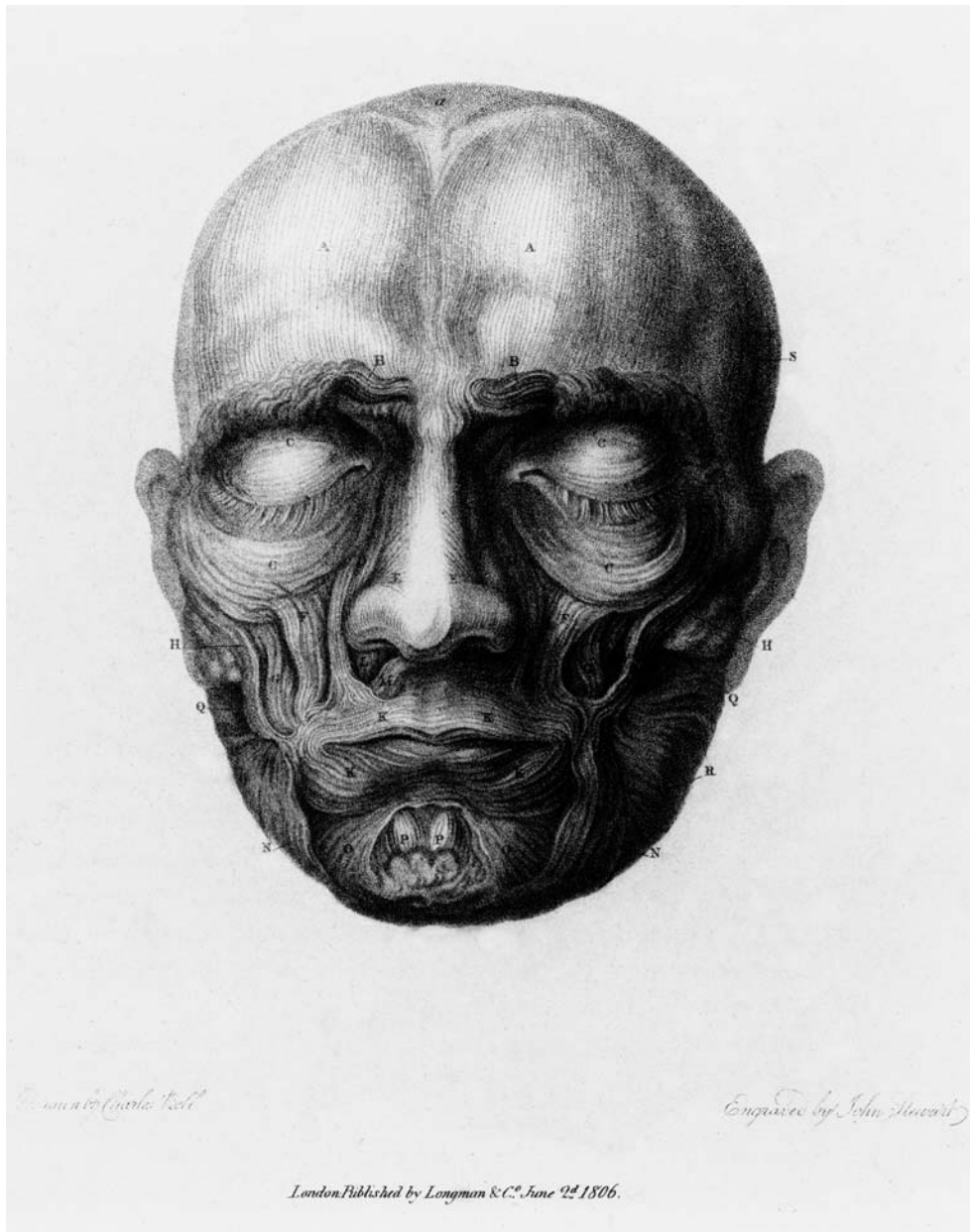
La ciencia y la religión son solo dos de varios factores que debemos analizar, algunos más los trataré en dos cartas subsiguientes, pero antes un último consejo: utiliza a la ciencia para obtener tus datos, analízalos con lógica y matemáticas y mantén una razonable actitud escéptica en la vida. Respeta y tolera a quienes no son o no piensan como tú, pero dirige el respeto a las personas, no a las ideas. Las ideas son todas sujetas a escrutinio, e incluir en tu repertorio personal razonamientos o argumentos falaces o sin sustento te puede llevar a vivir en el error, tomar decisiones equivocadas, poseer una cosmovisión fantástica, etcétera. Querido ciudadano 7 billones: el futuro de la humanidad y muchas otras especies en este planeta depende en gran medida de las ideas, los razonamientos y argumentos que tú y tu generación hagan suyos. La forma en la que ustedes analicen sus problemas y cómo les den solución será decisiva para la humanidad.

REFERENCIAS

- ¹ Kunzig R. Population 7 Billion, *National Geographic* 219.1 (2011) 32-69.
- ² Roberts L. 9 Billion, *Science* 333 (2011) 540-543.
- ³ Kingsbury N. Hybrid: *The History & Science of Plant Breeding*. Chicago: The University of Chicago Press (2009).
- ⁴ Siebert C. Food Ark, *National Geographic* 220.1 (2011) 108-131.
- ⁵ Smil, V. Energías: una guía ilustrada de la biosfera y la civilización. Trad. Ignacio Zúñiga. Barcelona: Editorial Crítica, 2001. Trad. de *Energies: An Illustrated Guide to the Biosphere and Civilization*. Boston: Massachusetts Institute of Technology, 1999.
- ⁶ Davis KC. *Don't Know Much About The Universe: Everything You Need to Know About the Cosmos But Never Learned*. New York: HarperCollins Publishers, 2001.
- ⁷ Glatzmaier GA, Olson P. Probing the Geodynamo, *Scientific American* 292.4 (2005) 33-39.
- ⁸ Casten T, Schewe P. Getting the Most from Energy: Recycling waste heat can keep carbon from going sky high, *American Scientist* 97 (2009) 26-33.

- ⁹ Weart S. *El calentamiento global*. Trad. José Luis Gil Aristu. Navarra: Editorial Laetoli, 2006. Trad. de *The Discovery of Global Warming*. Cambridge: Harvard University Press (2003).
- ¹⁰ Archer D. *The Long Thaw: How Humans are Changing the Next 100,000 Years of Earth's Climate*. Princeton: Princeton University Press (2009).
- ¹¹ Sagan C. *Miles de millones: Pensamientos de vida y muerte en la antesala del milenio*. Trad. Guillermo Solana. Barcelona: Ediciones B, 1998. Trad. de *Billions and Billions: Thoughts of Life and Death at the Brink of the Millenium*. New York: Random House (1997).
- ¹² Zenghelis D. Science Fact, Climate Fiction-Clarifying the Debate, *American Scientist* 98 (2010) 246-250.
- ¹³ Gribbin J, Gribbin M. *Ice Age. The Theory That Came In From The Cold!* New York: Barnes & Noble Inc. (2001).
- ¹⁴ Bassett TJ, Winter-Nelson A. *The Atlas of World Hunger*. Chicago: The University of Chicago Press (2010).
- ¹⁵ Vadala AA. *Famine and Starvation in Ethiopia: Politics, Rights, Entitlements*, 2004. (2011). <http://sites.google.com/site/mahderniway/AlexanderAAU.pdf>
- ¹⁶ Epstein PR. Is Global Warming Harmful to Health?, *Scientific American* 283.2 (2000) 50-57.
- ¹⁷ Encyclopaedia Britannica. *Time Almanac* 2010. Ed. Thad King, Michael J. Anderson, Patricia Bauer, Robert M. Lewis, Kenneth Pletcher, Barbara Schreiber, Melinda C. Shepard, Karen Jacobs Sparks y Amy Tikkanen. Chicago: Time Inc. (2009).
- ¹⁸ *The Koran: With Parallel Arabic Text*. London: Penguin Group (2006).
- ¹⁹ 72 Virgins. *WikiIslam*. Wikimedia Foundation, Inc. 11 July 2011. Web. 10 Oct. 2011. http://wikiislam.net/wiki/72_Virgins
- ²⁰ Roman Catholic Church Sex Abuse Cases. Times Topics, *New York Times*. 16 Nov. 2011. Web. 20 Nov. 2011. http://topics.nytimes.com/top/reference/timestopics/organizations/r/roman_catholic_church_sex_abuse_cases/index.html?scp=1&sq=catholic%20church%20scandal&st=cse
- ²¹ Hitchens C. The Great Catholic Cover-Up: The pope's entire career has the stench of evil about it. *Slate*. 15 March 2010. http://www.slate.com/articles/news_and_politics/fighting_words/2010/03/the_great_catholic_coverup.html
- ²² Purefoy C. "The rescued, accused witches of Nigeria." *CNN World*. 26 Ago. 2010. <http://www.cnn.com/2010/WORLD/afica/08/25/nigeria.witches/index.html?iref=allsearch>
- ²³ Goldberg C. Crossing Flaming Swords Over God and Physics. *New York Times*. 20 Abril 1999. <http://www.nytimes.com/1999/04/20/science/crossing-flaming-swords-over-god-and-physics.html?pagewanted=all>
- ²⁴ Stenger VJ. *Has Science Found God?* New York: Prometheus Books (2002).
- ²⁵ Stenger VJ. *GOD The Failed Hypothesis: How Science Shows That God Does Not Exist*. New York: Prometheus Books (2007).
- ²⁶ Dawkins R. *The Genius of Charles Darwin*. CD-ROM. Athena (2009).
- ²⁷ Juan Pablo II. *The Gospel of Life: Evangelium Vitae*. Boston: Pauline Books & Media (1995).
- ²⁸ Hitchens C. *The Missionary Position: Mother Theresa in Theory and Practice*. London: Verso (1995).
- ²⁹ Gill P. *Body Count: Fixing the Blame for the Global AIDS Catastrophe*. New York: Thunder's Mouth Press (1995).
- ³⁰ Naciones Unidas. *UNAIDS. Global Report: UNAIDS report on the global AIDS epidemic 2010*. 12 Oct. 2011. http://www.unaids.org/globalreport/documents/20101123_GlobalReport_full_en.pdf
- ³¹ Hitchens C. *The Quotable Hitchens: From Alcohol to Zionism*. Ed. Windsor Mann. Cambridge: Da Capo Press (2011).

Sergio Antonio Salazar Lozano
Director Ejecutivo Grupo Lister
ssalazar.lozano@lister.com.mx



Anatomía de la expresión. Sir Charles Bell, 1806. Tomado de Harry Robin, *The Scientific Image: From Cave to Computer*. Harry N. Abrams, Inc., Publishers, New York, 1992.

La CINEMATOGRAFÍA **contemporánea** y la manufactura digital: una aproximación a Lev Manovich

Marco A. **Calderón Zacauala**
Francisco J. **Montes González**

Para una computadora, un film es un arreglo abstracto de colores cambiantes en el tiempo, en lugar de algo estructurado por “tomas”, “narraciones” [y] “actores” [...]

Lev Manovich

[...] la única manera de hacer frente a la obsolescencia de medios en una sociedad moderna es, irónicamente, por la resurrección de los medios de comunicación muertos.

Lev Manovich

En este ensayo nos acercamos a la teoría expuesta por Lev Manovich en su libro *The Languages of New Media* donde plantea la convivencia del “cine” con los *nuevos medios*, las interfaces o dispositivos y lo computacional.⁴

Manovich considera necesario pensar el cine y su relación con los nuevos medios en términos de dos vectores. El primero va del cine a los nuevos medios, es decir, Manovich utiliza la historia y las teorías del cine para identificar la lógica que rige el desarrollo técnico y estilístico de los nuevos medios. En otras palabras, la preponderancia del lenguaje cinematográfico en las interfaces de los nuevos medios.⁵ Ahora bien, por lo que respecta al segundo vector este tiene la dinámica contraria, Manovich parte de las computadoras con dirección al cine. Ya en este otro punto, notamos en la exposición de Manovich su necesidad de subrayar la incumbencia e influencia de lo computacional en el concepto de imagen en movimiento,⁶ y sumado a esto, que dicha injerencia, y aquí lo importante, genera formas cinematográficas totalmente nuevas, es decir, a Lev Manovich no le preocupa mostrar la economía de la producción y distribución cinematográfica como sí el efecto directo de la computarización sobre el lenguaje del cine.

CUALIDADES DE LA IMAGEN COMPUTACIONAL POR SU USO EN LA PRÁCTICA CULTURAL

La imagen computacional presenta nuevas propiedades dado su nuevo estatuto material. Manovich plantea que dichas imágenes juegan un papel distinto en la práctica contemporánea, en el uso en la cultura de lo computacional. Esta práctica y su uso reflejan propiedades características de la imagen computacional independientemente de su forma digital. Lev Manovich nos dice que la imagen computacional es

[...] discreta [...] pues está compuesta de píxeles, [...] es modular [...] porque consiste en una serie de capas cuyo contenido se corresponde de forma significativa [con el todo] de la imagen. Consta de dos niveles, una apariencia de superficie⁷ y un código subyacente (píxeles, funciones matemáticas o código HTML), [...] esta imagen [...] está comprimida por medio de técnicas de compresión de pérdida (JPG).⁸ La imagen computacional adquiere un nuevo papel, [el de] interfaz. [Es decir,] como interfaz compete con su antiguo papel como representación [...] desde el punto de vista conceptual, una imagen computacional está situada entre dos polos opuestos, el de una ventana ilusionista abierta a un universo de ficción, y el de una herramienta para el control de la computadora; esta oposición conceptual se traduce en la oposición profundidad y superficie, entre una ventana que da un universo de ficción y un panel de control. [Sumado a esto, la imagen computacional] [j]unto a su función de imagen interfaz⁹ [...] también funciona como imágenes instrumento, dado que, permite afectar al usuario a distancia [y a] la realidad física en tiempo real. [Esta imagen] está hipervinculada frecuentemente [...] con otras imágenes, textos y elementos mediáticos, [por lo que podemos conjeturar que la imagen computacional] es una imagen hipervinculada [e] hipermedia en general. [La imagen computacional es] variable y automática, [es decir, se pueden] generar infinitas versiones de la misma imagen y [...] puede variar en tamaño, resolución, colores, composición, etcétera. [Con la imagen computacional el antiguo estatuto de la] imagen [tradicional] y

su “unidad cultural” [queda desfasado por] los bancos de imágenes [es decir] [c]ualquier imagen única que deseemos probablemente ya exista en la Internet o en alguna base de datos. [...] el problema no es crear la imagen correcta, sino cómo encontrar una que ya existe.¹⁰

Ahora bien, Manovich propone que la imagen fija basada en lo computacional tiene nuevas características, y que para ello es necesario compararla con “otro tipo de imágenes modernas”,¹¹ nuestro autor se refiere a los dibujos, los mapas, las pinturas, pero señala que la imagen moderna más importante es la fotografía. Con esta comparación Manovich precisa que la imagen en movimiento¹² basada en lo computacional desplaza a dos tipos habituales de imagen en movimiento, a saber, la imagen fílmica y la imagen animada, este desplazamiento deviene también en los cambios de los procesos de representación y producción de este tipo de imágenes computacionales modificando a su vez la definición de la identidad de la imagen en movimiento y su relación con el “cine” y la animación tradicional, así como también el lenguaje cinematográfico, es decir, todo esto cambia cuando la construcción de las imágenes en movimiento se supeditan al tratamiento computacional.

LA “IMAGEN MOVIMIENTO DIGITAL”

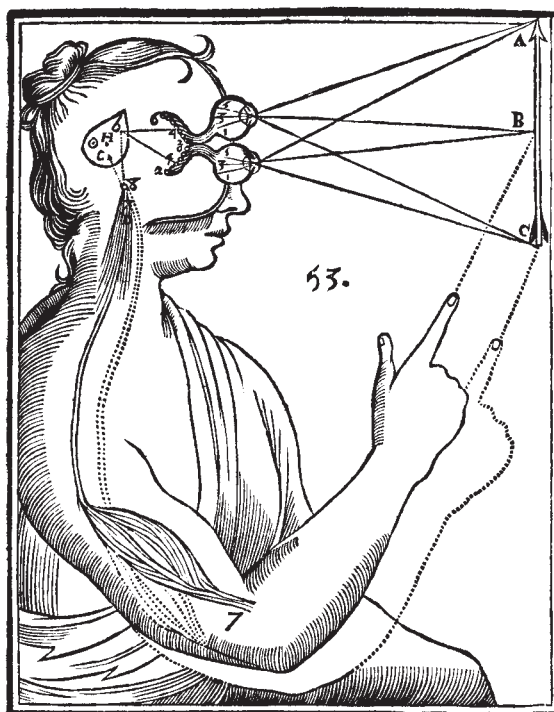
Cuando hablamos de imagen movimiento pensamos análogamente en el caso del cine y casi es automático pensar en sus cualidades como fenómeno cinematográfico. Una de las cualidades más adjudicadas al cine es su supuesto estatuto narratológico, esto a su vez propicia que cuando pensamos al cine de la era computacional pensamos en las posibilidades de “interactividad” y en una supuesta “nueva forma” de narrar, pero como bien señala Manovich, este aspecto del cine “[...] no es el único [...]”¹³ y no es su cualidad definitoria total. Como ya mencionamos en la sección anterior, cuando los nuevos medios fagocitan lo cinematográfico la identidad del cine es redefinida. Es necesario subrayar que cuando contamos con la tecnología para construir imágenes computacionales, estamos provocando que “[...] casi cualquier cosa se puede simular [...] [relegando a la] filmación de realidad física [...]”¹⁴ a una de las muchas posibilidades de la imagen movimiento.

Ahora bien, es necesario destacar que las películas de ficción tienen como característica intrínseca ser películas “[...] de acción en vivo, es decir, constan en su mayor parte de registros fotográficos sin modificar los eventos reales que se desarrollan en un espacio físico y real.”¹⁵ Caso contrario del cine que recurre a la imagen computacional: animación 3D fotorrealista, la composición digital, entre otras técnicas. Las películas de acción en vivo que como ya hemos mencionado con anterioridad se fundamentan en “[...] depósitos de realidad [...]”,¹⁶ y a las cuales nos referiremos como cine tradicional, es *un arte* nos dice Manovich “[...] del índice, una tentativa de hacer arte a partir de una huella.”^{17,18}

Por tanto, ¿qué sucede con la naturaleza del cine (cuando esta es entendida como índice de la realidad) cuando los nuevos medios y sus imágenes computarizadas modifican los fotogramas individuales o las secuencias enteras con la intención de obtener el máximo de verosimilitud mediante la objetividad fotográfica, aunque dichas escenas jamás hubieran sido filmadas en la realidad? Regresaremos a esta cuestión más adelante.

EL CINE DIGITAL Y SU CERCANÍA CON LA PINTURA

Cuando Lev Manovich analiza el caso del cine, observamos que las prácticas precinematográficas de construir de forma manual imágenes en movimiento (imágenes pintadas y animadas a mano), animación tradicional,¹⁹ son reincorporadas en la producción del cine digital. Es decir, cuando el cine registra la realidad por medio de *películas de acción en vivo*, se genera una tentativa de hacer cine a partir de una huella, de hacer índice. Ahora bien, las técnicas manuales de artificio cinematográfico tradicional caben en dicha definición, puesto que son parte del trucaje que se registra frente a la cámara. Pero cabe señalar que estos recursos tradicionales de animación son eso, meros recursos que coexisten ínfimamente a la par del gran cine de acción en vivo. Pero, ¿qué sucede cuando en la realización cinematográfica se recurre a las imágenes computarizadas? Manovich propone que cuando el cine ya no puede distinguir lo que compete a su naturaleza fotográfica y lo que compete a la naturaleza de la animación, provoca que el cine deje “[...] de ser una tecnología mediática del índice para convertirse, más bien, en un subgénero de la pintura”.^{20,21} Para esclarecer la hipótesis anterior Manovich



El proceso de la percepción visual. René Descartes, 1664. Tomado de Harry Robin, *The Scientific Image: From Cave to Computer.* Harry N. Abrams, Inc., Publishers, New York, 1992.

en su investigación elaborará un recorrido histórico en un primer momento, que irá de las técnicas utilizadas en el siglo XIX para la creación de imágenes en movimiento hasta el cine y la animación del siglo XX. En segundo lugar nos dice que elaborará una definición de cine digital a partir de una revisión de “[...] los rasgos comunes y las metáforas de las interfaces de toda una variedad de *software* y *hardware* que están sustituyendo [...] la tradicional tecnología del cine.”²²

Este análisis en su conjunto sugiere una lógica diferente que caracterizaría a la de la imagen digital en movimiento, por su “[...] subordinación de lo fotográfico y lo cinematográfico a lo pictórico y [a] lo gráfico [...]”²³ modificando “[...] la identidad del cine en cuanto arte mediático”,²⁴ en cuanto imagen computarizada.

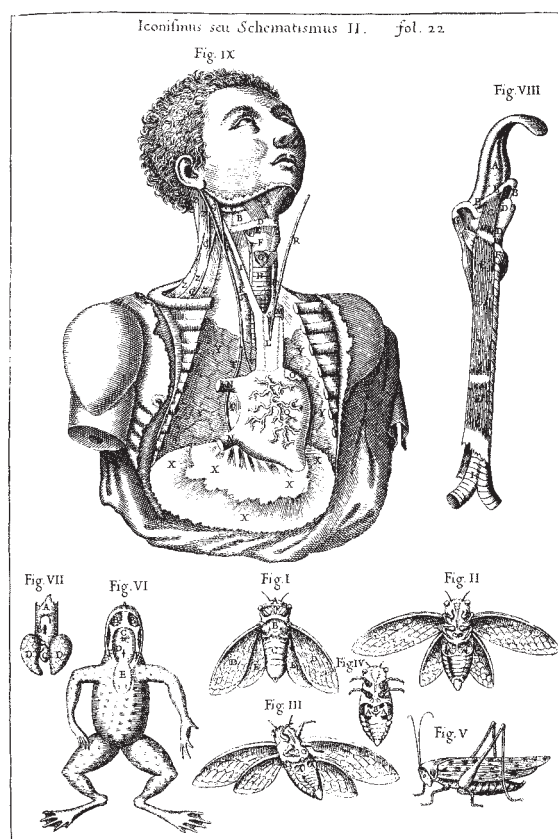
El trucaje evidencia la cercanía

El cine, en sus inicios (el cine de los primeros tiempos), conseguía crear una ilusión convincente de *realidad dinámica*,²⁵ en contraste con sus consideraciones como arte narrativo audiovisual o imagen proyectada. Para generar

esta ilusión convincente de realidad dinámica, Manovich nos dice que tenemos que pensar en las características en común que comparte con las técnicas precinematográficas; nos referimos a “[...] imágenes pintadas o dibujadas a mano [...] [y de igual manera,] animadas a mano”.^{26,27} Es decir, cuando estas características se potencian como fue el caso de la fotografía y su encuentro con el motor, converge la generación automática de imágenes y la proyección automática, en otras palabras “[...] la uniformidad de la visión de la máquina”.²⁸ Una máquina, mejor dicho, un “aparato”, el aparato cinematográfico cuya cualidad es transportar imágenes de idéntico tamaño y apariencia a una idéntica velocidad.²⁹

Cuando el cine se volvió el medio dominante de la cultura visual, sus antecedentes, la animación tradicional (sus artificios), fueron relegados como un mero artilugio secundario; es decir, las características que definían la imagen en movimiento del siglo XIX “[...] la construcción manual de imágenes, las acciones en *loop*, la naturaleza discreta del espacio y del movimiento [...]”,³⁰ se volvieron un accesorio, “[...] un pariente bastardo del cine, su sombra, [es decir] animación”.³¹ Manovich destaca —y he aquí lo importante—, que la animación del siglo XX se convierte en “[...] depositaria de las técnicas decimonónicas que el cine había dejado atrás”.³² Heredando los trucajes y los artilugios de la animación.

Dado lo anterior y apoyándonos en Manovich podemos suponer que existe una distinción de estilos entre la animación tradicional y el cine clásico que generó una oposición que posibilitó la definición de la imagen en movimiento de la cultura del siglo XX. Esta se puede entender de dos formas, por un lado la animación, la cual se entiende por su cualidad “[...] artificial, admitiendo abiertamente que sus imágenes son meras representaciones”.³³ Recordemos que anteriormente Manovich ya nos había dicho que el lenguaje visual de la animación está más alineado en lo gráfico que en lo fotográfico; dado que su naturaleza es discontinua, puesto que es “[...] un espacio construido a partir de capas de imagen separadas”.³⁴ En cambio, el cine “[...] hace un gran esfuerzo por borrar cualquier rastro de su propio proceso de producción, incluida la menor indicación de que las imágenes que vemos podrían haber sido construidas en vez de grabadas”.³⁵ En pocas



Anatomía de la voz (*Musurgia universalis* I). Tomado de Ignacio Gómez de Liaño, Athanasius Kircher. *Itinerario del éxtasis o las imágenes de un saber universal*, Ediciones Siruela, Madrid, 2001.

palabras, el punto central de la reflexión sobre el cine que quiere destacar Manovich es que la imagen filmada al no dar evidencias del tratamiento e intervención de los fotogramas (por *matte painting* u otros artilugios técnicos) “[p]retende ser un simple registro de una realidad que ya existe, tanto para el espectador como para sí mismo”.³⁶ Pero también lo que nosotros apreciamos en tal distinción es que el cine clásico al fotografiar lo ya existente, lo que está delante de la cámara, restringe su posibilidad de “[...] crear ‘lo que nunca existió’ [...]”,³⁷ pues lo que nunca existió es labor de los efectos especiales. Donde dichos efectos especiales³⁸ permiten “[...] construir y alterar las imágenes en movimiento”,³⁹ demostrando que la naturaleza de lo cinematográfico no solo fagocitó a la animación con todos sus artilugios, sino que el cine no es en realidad tan diferente de la animación como se pensaba que lo era. Manovich sostiene que en la década de los años noventa con el cambio de equipo tradicional por los *media* computarizados (*hardware* y *software*), la animación tradicional y sus técnicas marginadas pasaron a ser el centro de la creación cinematográfica.

La convergencia⁴⁰ de las imágenes computarizadas con los efectos especiales tradicionales utilizados en el nuevo cine de Hollywood genera una nueva práctica cinematográfica, nos referimos a la cinematografía digital. Cabe señalar que con la proliferación y el cambio tecnológico de lo analógico a lo digital también se modifica la "[...] lógica del proceso cinematográfico [...]",⁴¹ y lo más importante, redefine al cine en su totalidad. Manovich sostiene que existen nuevos principios para definir la producción cinematográfica digital ya sea en su faceta profesional o en sus equivalentes amateurs. El primer punto se caracteriza por que ya no se depende ni de la realidad física, ni del metraje de acción en vivo para filmar. El segundo punto indica que al no depender de metraje de acción en vivo, "[...] ya sea porque el metraje se digitaliza o porque se graba directamente en formato digital [...]"⁴² pierde cualquier nexo indéxico con la "realidad perfilmica".⁴³ Esto debido a que el *software* trabaja con bits, con

Anatomía del oído (*Musurgia universalis* I). Tomado de Ignacio Gómez de Liaño, Athanasius Kircher. *Itinerario del éxtasis o las imágenes de un saber universal*, Ediciones Siruela, Madrid, 2001.



píxeles.⁴⁴ Es de esta forma que el metraje de acción en vivo se vuelve un gráfico más. El tercer punto sostiene que en la cinematografía tradicional "[...] el metraje de acción en vivo quedaba intacto [...]"⁴⁵ ahora bien, en la cinematografía digital funciona como un elemento más para usos digitales posteriores (composición, animación y *morphing*). Cabe señalar que aunque la película conserva su "[...] realismo visual que solo se da en el proceso cinematográfico, obtiene una plasticidad que antes únicamente era posible en la pintura o en la animación".⁴⁶ Es decir, los realizadores digitales trabajan con "[...] una 'realidad elástica'".⁴⁷ El cuarto punto destaca que en la cinematografía tradicional existe una distinción entre preproducción / producción / postproducción, pero que la cinematografía digital, al tener una base computacional, "[...] colapsa dicha distinción".⁴⁸ Lo anterior se debe a que las actividades de composición, modificación y cambio son el resultado de un mismo trabajo computacional. Dadas las modificaciones tecnológicas y su análogo en la práctica cinematográfica, Manovich propone definir el cine digital como: "cine digital = material de acción en vivo + pintura + procesamiento de imagen + composición + animación 2D computarizada + animación 3D computarizada".⁴⁹ Es decir —y aquí uno de los puntos centrales—, el cine digital es "[...] un caso particular de animación que utiliza metraje de acción en vivo como uno de sus múltiples elementos".⁵⁰ Subrayemos esto, el metraje se vuelve solo una materia prima que será manipulada (combinada y animada) con secuencias pintadas y construidas computarizadamente en 2D y 3D. En pocas palabras, el recorrido que tiene la práctica de la imagen en movimiento, nos muestra que "[...] el cine, que nació de la animación, le empujó luego a la periferia, para acabar convirtiéndose al final en un caso particular de animación."⁵¹

POR QUÉ EL CINE DIGITAL SE PUEDE HOMOLOGAR CON LA
PINTURA: EL CASO DE WILLIAM J. MITCHELL

William J. Mitchell en su texto *The Reconfigured Eye*, y específicamente en el apartado "Mutability and Manipulation", sostiene que las características esenciales de la información digital y que son compartidas por la imagen

digital, son lo mutable y lo manipulable, es decir, dada su naturaleza digital, esta

[...] se puede manipular fácil y muy rápidamente por una computadora [...]. Herramientas computacionales para la transformación, combinación, alteración, y análisis de las imágenes son tan esenciales para el artista digital como pinceles y pigmentos lo son para un pintor, [...] una comprensión de [...] [lo anterior] es la base del arte de la imagen digital.⁵²

Por su parte, Manovich retoma este planteamiento para destacar que esta mutabilidad inherente de la imagen digital elimina la distinción entre una fotografía y una pintura. Extendemos esta argumentación, Manovich nos dice que si una película tradicional está compuesta de n cantidad de fotografías, resultaría adecuado emplear la idea de la mutabilidad y manipulación al cine digital. La razón sería que si “[...] un artista puede manipular con facilidad el material

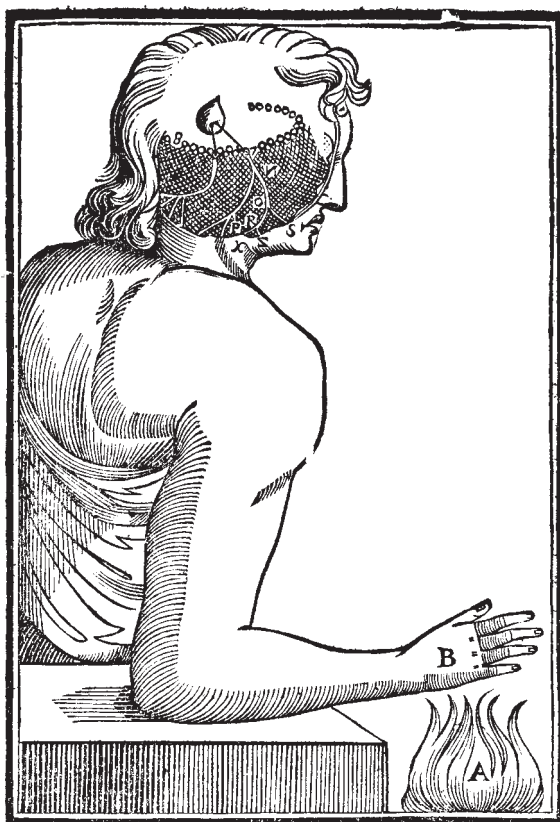
digitalizado como un todo o cuadro a cuadro, la película se vuelve, en sentido general, una serie de pinturas.”⁵³ Lo importante de este argumento y su originalidad reside en que al pintar literalmente una secuencia de fotogramas, el resultado es una imagen única en movimiento. Por tanto, esta práctica cinematográfica lo que revela es el nuevo estatuto de lo cinematográfico, en donde el cine deja del lado su carácter índice (fotográfico), para volverse pictórico. Esta práctica pictórica-digital también pone en entredicho la creencia de que el diseñador digital o pintor digital trabaja exclusivamente con procesos automatizados para crear imágenes computarizadas. Es decir, anteriormente una cámara grababa “[...] automáticamente [una toma o secuencia], ahora [...] [estas pueden ser creadas o] pintad[as] cuadro a cuadro. Y no se trata de una docena de imágenes, como en el siglo XIX, sino de miles”.⁵⁴ En pocas palabras “[...] los efectos digitales más sofisticados desde el punto de vista visual suelen lograrse [...] alterando laboriosamente miles de cuadros a mano”.⁵⁵ Aunque el cometido de Manovich no es solo situar la primacía del metraje pintado o metraje intervenido (ya sea de manera tradicional o de forma digital) su planteamiento revela un punto central dentro de su reflexión, puesto que podemos afirmar que las técnicas artísticas contraculturales de la vanguardia devinieron en funciones operativas de software, en pocas palabras en rutinas laborales.⁵⁶

EL CINE DIGITAL COMO UN CASO DE CINE POSTHUMANO. EL CASO DE BROWN

En su artículo *Man without a movie camera – movies without men: towards a posthumanist cinema?*, William Brown trata de mostrar cómo el cine contemporáneo “es posthumano no solo en el nivel del contenido (con sus temas sobre la extinción de la humanidad), sino también en el nivel de la forma y de la producción.”⁵⁷

En efecto, este “nuevo posthumanismo” tratará de mostrar las nuevas posibilidades que tienen los humanos de sobreponerse a sus límites a partir de su relación con las máquinas, dicho de otro modo, “[...] al convertirse en posthumano –a través de un proceso de hibridación [...]”.⁵⁸ Esta forma de humanismo o posthumanismo “[...] no involucra la pérdida de algo particularmente humano, sino que hace posible la reinención de la humanidad al acabar con sus limitaciones a través de la tecnología.”⁵⁹

Respuesta mecánica al calor del fuego. René Descartes, 1664. Tomado de Harry Robin, *The Scientific Image: From Cave to Computer*. Harry N. Abrams, Inc., Publishers, New York, 1992.



Una reinención o potenciación de lo humano a través de la tecnología. A partir de esta noción de posthumanismo podemos hablar de un *cine posthumano*, el cual a su vez se puede analizar en términos de contenido o en términos de producción. Nos ubicaremos, en primer lugar, en el nivel del contenido del cine.

En los filmes posthumanos –de acuerdo con Brown– sobresalen tres temáticas principales: la primera de ellas es la posible extinción de nuestra especie. Dicha extinción puede ser el resultado de la invasión de seres extraterrestres, del impacto de un meteorito o la extinción del Sol, un desastre ecológico, o como resultado de la aparición de un virus mortal, asimismo dicha extinción también puede ser resultado de alguna invención por parte de la humanidad “[...] específicamente robots, que alcanzan inteligencia artificial y deciden removernos del planeta [...]”.⁶⁰ Independientemente de la razón por la cual la humanidad llegue a su extinción, este tipo de filmes se consideran posthumanos en la medida en que “[...] nos recuerdan que nuestro lugar en el planeta y/o en el universo es contingente y no fijo ni garantizado”.⁶¹ La segunda temática es aquella en la que los filmes presentan personajes que no son humanos, o en el que “[...] los ‘humanos’ han sido capaces de trascender las leyes de la física”.⁶² Estos filmes también muestran a los humanos simplemente como una especie más entre muchas otras y también como una especie con limitaciones que la hace inferior a otras especies o –como señala Brown– a otros superhumanos. La última temática de los filmes posthumanos tiene que ver con la identidad humana, la cual no es fija y/o estable. Brown señala que estos filmes también incluyen “[...] personajes que resultan ser algo más de lo que pensaron que eran”⁶³ o personajes que llegan a la conclusión de que se encuentran en alguna dimensión simulada de la realidad. De esta manera –señala Brown–, “[e]stos filmes pueden ser considerados como posthumanistas en la medida en que sugieren que no tenemos una realidad física [...]”,⁶⁴ además de que insinúan que dicha realidad no es más que una ilusión o una simulación, “[...] y/o que nuestra ‘identidad’ es únicamente mental y no física.”⁶⁵

Todo lo dicho hasta ahora tiene que ver con la noción de posthumanismo entendido desde el nivel del contenido.⁶⁶ Sin embargo, Brown señala que el posthumanismo en el cine no se queda en el plano del contenido –y esto es

lo que nos interesa destacar–, sino que, además, se trasladada al nivel de la producción, al nivel de la forma.⁶⁷ El cine posthumano debe ser entendido no solo en términos de contenido sino también en términos de su producción, tal es el caso de los filmes posthumanos, los cuales “[...] están definidos por el uso de la tecnología digital para crear efectos especiales fotorrealísticos [...]”.⁶⁸ Por otro lado, el cine posthumano en este nivel de la producción, este *nuevo* cine, debe “[...] ser considerado como posthumano si entendemos al cine análogo o tradicional como un medio predominantemente humano [...]”.⁶⁹ En efecto, “[m]ientras que el cine análogo muestra personajes humanos fielmente capturados por una cámara análoga, el cine digital frecuentemente incluye modificaciones sobre la apariencia de dichos personajes humanos”.⁷⁰ De este modo, Brown declara que “[e]s a partir de esta tecnología digital por la cual se ha modificado la naturaleza del cine [...]”.⁷¹

Esta diferencia entre el cine análogo y el cine digital viene precedida de una transición que va de la fotografía análoga a los gráficos computarizados (digitales) donde dicha transición dio como resultado una crisis de la percepción.⁷² Esta crisis surge –como expusimos anteriormente– en la medida en que se consideraba a la fotografía análoga como una representación índice de lo que se colocaba delante de la cámara, donde lo representado se tomaba como algo “real”. Sin embargo, con la aparición de la imagen computarizada o gráficos digitales es posible la modificación e incluso la falsificación de dicha realidad por lo que debemos entender que lo digital es entonces lo posthumano. De esta manera, el cine posthumano no es sino el cine digital en la medida en que “[...] es usado para modificar colores en un filme, para agregar y/o remover detalles que eran o no deseados por el director, para agregar multitudes digitales [...] o incluso un personaje humano completo”.⁷³ Es decir, en términos de Manovich, podemos entender que el cine posthumano interviene, pinta y moldea digitalmente la realidad. En contraste, el cine análogo es entendido por su herencia fotográfica como mera representación índice de la realidad. A este cine análogo le es casi imposible modificar lo registrado, mientras que para el cine digital o cine posthumano el metraje de acción en vivo es solo un pretexto para la práctica en la producción digital.

Otra manera en la cual podemos entender al cine posthumano es desde el asunto de la existencia o no existencia de la cámara cinematográfica. Brown señala que tradicionalmente se ha pensado que la cámara análoga representa o equivale a un punto de vista humano o, de manera más precisa, "[...] se le ha equiparado a 'ver' o tener un 'ojo' [...]",⁷⁴ con lo cual una cámara análoga presentaría "un punto de vista humano [...]".⁷⁵ Sin embargo, "el punto de vista humano" representado por la cámara análoga ha sido desbordado por el cine digital, una vez que la tecnología digital se implementa en la práctica de la producción cinematográfica contemporánea. El implemento de dicha tecnología le "[...] permite a los cineastas prescindir por completo de la cámara".⁷⁶ Un director o cineasta puede emplear la tecnología digital no solamente para modificar colores en un filme, para agregar o remover detalles, sino que también mediante el uso de software —como Cinema4D— el cineasta o director tiene la posibilidad de que "[...] la cámara haga cualquier cosa [...] que desee".⁷⁷ De lo anterior surge una de las características de mayor importancia en la práctica de la cinematografía contemporánea, la posibilidad de crear puntos de vista imposibles o la creación de *movimientos de cámara imposibles* tales como indica Brown, el pasar a través de paredes o vehículos, tomas imposibles no supeditadas a las leyes físicas, atravesar cuerpos humanos, vistas de pájaro, entre otras. Asimismo puede darse una combinación entre los puntos de vista imposibles y los movimientos de cámara imposibles.⁷⁸ Con esto no solo el cine digital, al implementar los efectos digitales, "[...] permite al espectador observar criaturas imposibles y eventos que desafían nuestro entendimiento humano de la realidad [...]",⁷⁹ sino que permite que el espectador adopte por sí mismo puntos de vista imposibles. La razón de que dichos movimientos de cámara o de "cámara imposible" sean plausibles se debe a que se prescinde de la cámara tradicional por completo. Llegando a este punto, a saber, donde se explica que la tecnología digital permitió a la práctica cinematográfica contemporánea, modificar el registro indéxico, manipular cámaras creando puntos de vista imposibles o movimientos de cámara imposibles,

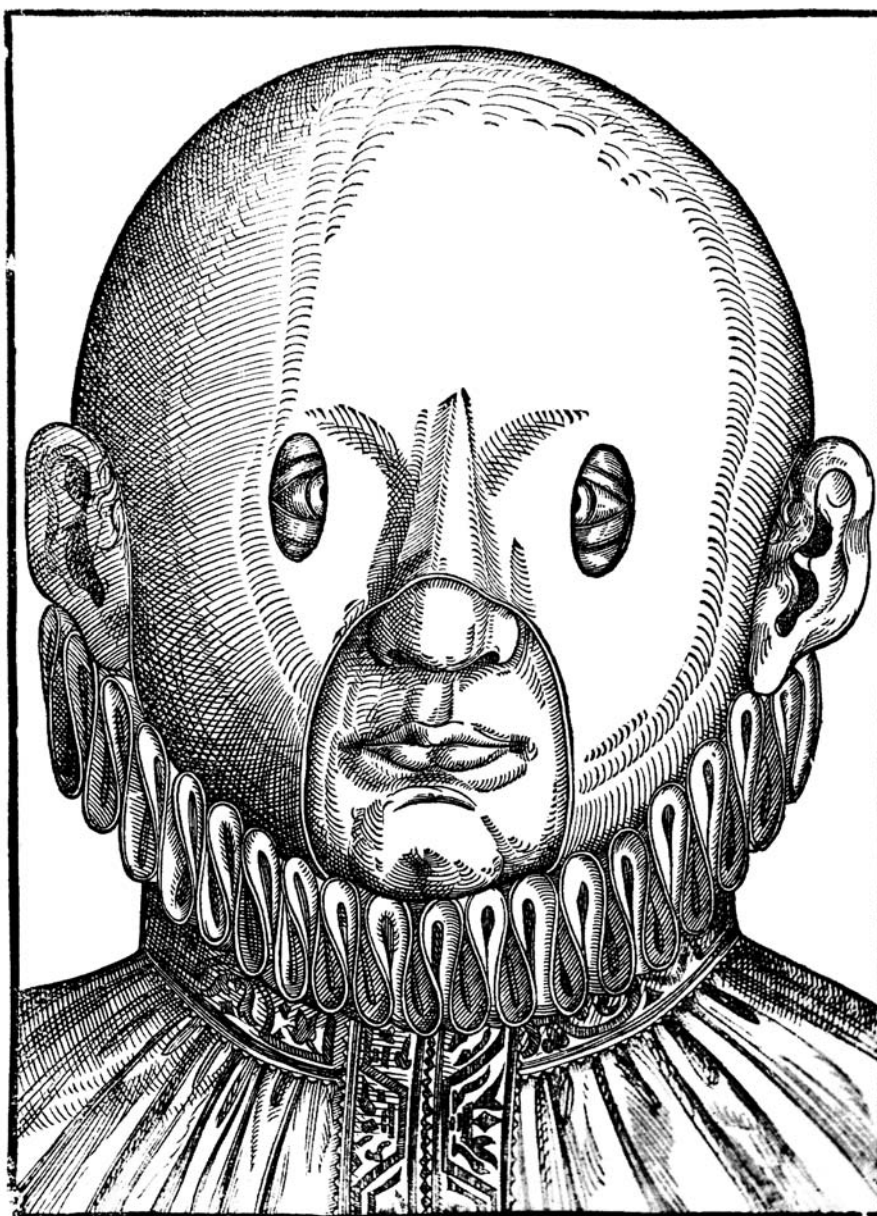
queda claro por qué la práctica cinematográfica contemporánea realiza filmes que pueden prescindir de cámaras, de actores y de locaciones, dando por entendido que esta práctica cinematográfica es posthumana.

La finalidad de Brown al explicar "[...] cómo la tecnología digital provee al cine de las herramientas para convertirse en cine 'posthumano' [...]",⁸⁰ es para tratar de desarrollar lo que él llamará el realismo del cine digital o lo que podríamos entender como el 'realismo posthumano' en el cine contemporáneo, una teoría que explica aquellos movimientos donde la "[...] cámara realiza una toma continua e imposible".⁸¹ El cine digital o cine posthumano, en lugar de optar por una visión posthumana completa con la cual se aleje de aquello que podría considerarse como humano, prefiere "[...] presentarnos lo imposible *como si fuera posible* [...]",⁸² dicho de otra manera, el cine digital o posthumano mantiene los intentos de verosimilitud pensados por los humanos para no ser totalmente posthumano.⁸³ Asimismo, dicho realismo nos remite a la concepción baziniana de realismo entendida como "[...]un rechazo al corte y al movimiento que se dirige hacia una representación continua del espacio y el tiempo".⁸⁴ Finalmente, Brown señalará que el cine posthumano no es sino aquel que "[...] incluye viejas técnicas⁸⁵ en *conjunción con* nuevas técnicas [...]",⁸⁶ es decir, en términos de Manovich, un cine híbrido que combina ambas técnicas.

BROWN, MANOVICH Y LO HÍBRIDO EN LA IMAGEN

El asunto de lo híbrido en el cine posthumano debemos comprenderlo al parejo de la creación de *imágenes imposibles*, donde dichas imágenes son una combinación de registros fotográficos (análogo/indéxicos) con manufactura digital, algo que en términos de Brown sería "[...] la mezcla entre elementos 'reales' y 'virtuales' [...]",⁸⁷ Una imagen híbrida es entonces, una imagen que surge de la combinación de elementos indéxicos con elementos digitales. Podríamos señalar que el fenómeno de lo híbrido es el rasgo distintivo de la práctica cinematográfica contemporánea.

En cuanto a esta consideración de lo híbrido, es decir, sobre la creación de imagen imposible y movimiento de cámara imposible, Brown señala que "[...]a noción de cine digital como posthumano se vuelve aún más interesante



Máscara para la corrección de ojos cruzados. Georg Bartisch, 1583. Tomado de Harry Robin, *The Scientific Image: From Cave to Computer*. Harry N. Abrams, Inc., Publishers, New York, 1992.

cuando tenemos en cuenta lo dicho por Manovich de que la imagen digital es simplemente *colores cambiando en el tiempo* [...].⁸⁸ De acuerdo con esta consideración de Manovich, una vez que la imagen se traslada a una computadora, la imagen (el registro) se traduce en píxeles, y con ello cualquier cosa contenida en ella se convierte en bits.⁸⁹ Cabe señalar que a través de la hibridación de viejas técnicas con nuevas técnicas los realizadores contemporáneos alcanzan un 'nuevo' realismo o "[...] realismo intensificado"⁹⁰ que también podría ser descrito como posthumano".^{91,92} Por lo que respecta a la cámara sin gravedad, o movimiento de cámara imposible o *no*

cámara, nos permiten evidenciar un recurso nunca antes visto, nos referimos a "[...] la creación de una realidad fantástica e imposible, [...]"⁹³ en donde las trayectoria de la 'cámara' en muchas de las veces coquetea con la arbitrariedad. Mover la cámara arbitrariamente dota al realizador digital, de una "flexibilidad"⁹⁴ en sus tomas.

Repasemos: la implementación y el uso de *software* en la cinematografía contemporánea nos revelan que la manufactura digital, la construcción de sus imágenes posthumanas, ya no solo se realiza en espacios 2D (composición

‘tradicional’), si no que ahora los realizadores digitales cuentan con “[...] capas de imágenes en movimiento ubicadas en un espacio virtual en tres dimensiones”.⁹⁵ Software como *Photoshop*, *After Effects*, *Final Cut*, *Cinema 4D*, al trabajar con metraje indécimo y con imágenes computacionales, pueden intercalar, yuxtaponer y animar capas independientes, generando un tipo de cinematografía intensificada que responde a una ilusión radical de movimiento.

CONCLUSIONES

Una de las pretensiones al reconstruir la teoría expuesta por Lev Manovich es señalar que el ilusionismo (*engaño* o *truaje*) presente en la animación tradicional como en la animación digital que es la base de toda experiencia cinematográfica, se ve potenciada en la experiencia digital. Es decir, el engaño o truaje es mayor porque al no depender totalmente de la realidad visible, leyes físicas y limitantes humanas, la realización audiovisual digital genera un grado de ilusión mayor gracias a la manufactura de *imagen imposible* y *movimiento de cámara imposible*, revelando que la realización contemporánea audiovisual es solo un apéndice de la animación digital.

BIBLIOGRAFÍA

Brown W. “Man without a movie camera-movies without men: towards a posthumanist cinema?” En: Buckland, Warren (2009) (ed.), *Film Theory and Contemporary Hollywood Movies*, New York and London: Routledge (2009).

Jenkins H. *Convergence Culture, Where old and New Media Collide*, New York and London: New York University Press (2006).

Manovich L. *Avant-Garde as Software* (1999). En: <http://www.uoc.edu/artnodes/eng/art/manovich1002/manovich1002.html>

Manovich L. *The Language of New Media*, Cambridge, Massachussets: The MIT Press (2001).

Mitchell WJ. *The Reconfigured Eye: Visual Truth in the Post-Photographic Era*, Cambridge, Massachussets: The MIT Press (1994).

NOTAS

¹ Manovich L. *The Language of New Media*, 307

² *Ibid.*, 307

³ *Ibid.*, 307

⁴ Queremos hacer una distinción fuerte entre los nuevos medios y los medios de comunicación masiva. Por lo que respecta a la práctica con los nuevos medios, dicha

práctica se caracteriza por una profunda implicación por parte del usuario, el cual se apropia del contenido mediático (por su base material digital), y a su vez –y aquí lo importante–, vuelve a poner en circulación dicho contenido mediático.

⁵ Cabe señalar que Manovich entiende por interfase dos relaciones. La primera él la llama interfase tradicional, la cual tiene como característica la relación (hombre-computadora-HCI), es decir, es la interfase donde se ejecutan “[...] los sistemas operativos y las aplicaciones de software [...]” (Manovich, 2001: 287) y la segunda son denominadas interfaces culturales, las cuales se dan “[...] entre los usos humanos y los datos (data) culturales.” (Manovich, 2001: 287)

⁶ Nos referimos a los siguientes casos de la computarización y su hibridación en el cine: Imágenes computarizadas en 3D / composición digital, pintura digital, escenarios virtuales, actores virtuales / *motion capture*.

⁷ Para “superficie” confróntese con Manovich, 2001: 289s.

⁸ Manovich supone que el ruido (*noise*) entendido como interferencia o pérdida de información original es una “cualidad esencial y no accidental” (Manovich, 2001: 290) de la imagen computacional.

⁹ Manovich entiende imagen interfaz aquella imagen que puede controlar una computadora, pensemos en los íconos y comandas visuales.

¹⁰ Manovich L. *The Language of New Media*, 290s.

¹¹ *Ibid.*, 291

¹² Es interesante mencionar que para Manovich una imagen en movimiento (ya sea una imagen computacional o una imagen análoga), es una secuencia de imágenes fijas.

¹³ Manovich L. *The Language of New Media*, 293.

¹⁴ *Ibid.*, 294.

¹⁵ *Ibid.*, 294.

¹⁶ *Idem.*

¹⁷ *Idem.*

¹⁸ Confróntese con Manovich, 2001: 295

¹⁹ Práctica que se utilizaba en el siglo XIX.

²⁰ Manovich L. *The Language of New Media*, 295.

²¹ Manovich considera al *cine digital* como un género de la pintura, baja las circunstancias del trabajo en capas, y específicamente está pensando en los casos de la *pintura tradicional* y *software*, es decir, Manovich considera que dadas las diversas técnicas empleadas en la pintura y con el avance de los pigmentos, las aplicaciones del óleo por mencionar un tipo de técnica, permiten al pintor, trabajar capas, generando una *ruptura con los viejos patrones de la pintura* y para el caso análogo sería software como *After Effects*, confróntese con Manovich, 2001: 305.

²² Manovich L. *The Language of New Media*, 295.

²³ *Ibid.*, 295.

²⁴ *Idem.*

²⁵ Ver trabajo de Carrillo Canán AJL sobre los nuevos medios y la tensión narratológica.

²⁶ Manovich L. *The Language of New Media*, 296.

²⁷ Nos referimos a técnicas que generaban *ilusión convincente de realidad dinámica* como la linterna mágica, el fenacistoscopio, el taumatropo, el zoótropo, el praxinoscopio, el coreutoscopio y otros muchos aparatos precinematográficos del siglo XIX. confróntese con Manovich, 2001: 296

²⁸ Manovich L. *The Language of New Media*, 297.

²⁹ Antes del cine, nos dice Manovich “[...] el elemento que se movía quedaba visualmente separado del fondo estático, [...] vectores simples trazados sobre campos estáticos.” (Manovich, 2001: 297)

³⁰ Manovich L. *The Language of New Media*, 298.

³¹ *Ibid.*, 298.

³² *Idem.*

³³ *Idem.*

³⁴ *Idem.*

³⁵ *Idem.*

³⁶ *Ibid.*, 299.

³⁷ *Ibid.*, 299.

³⁸ Los efectos especiales a los que se refiere Manovich son: grabaciones sobre pantallas o *sets* azules y verdes, efectos con espejos, trabajo con maquetas o miniaturas, *matte paintings* y en la actualidad *motion capture*.

³⁹ Manovich L. *The Language of New Media*, 299.

⁴⁰ Recordemos que la convergencia de las imágenes contemporáneas presupone una convergencia de los medios y dicha 'convergencia' la debemos entender como el "[...] flujo de contenido a través de múltiples plataformas mediáticas, la cooperación entre múltiples industrias mediáticas y el comportamiento migratorio de las audiencias mediáticas, dispuestas a ir casi a cualquier parte en busca del tipo deseado de experiencias de entretenimiento." (Jenkins, 2006: 2)

⁴¹ Manovich L. *The Language of New Media*, 300.

⁴² *Ibid.*, 300.

⁴³ *Idem.*

⁴⁴ Los píxeles independientemente de su procedencia, "[...] pueden alterarse [...], sustituirse [...]" (Manovich, 2001: 300).

⁴⁵ Manovich L. *The Language of New Media*, 301.

⁴⁶ *Ibid.*, 301.

⁴⁷ *Idem.*

⁴⁸ *Idem.*

⁴⁹ *Idem.*

⁵⁰ *Ibid.*, 302.

⁵¹ *Idem.*

⁵² Mitchell WJ. *The Reconfigured Eye: Visual Truth in the Post-Photographic Era*, 7

⁵³ Manovich L. *The Language of New Media*, 304.

⁵⁴ *Idem.*

⁵⁵ *Idem.*

⁵⁶ Confróntese con *Avant-Garde as Software* (1999), en donde Manovich sostiene que: "Entre la segunda mitad de 1910 y el final de 1920, se desarrollaron todas las técnicas clave de la comunicación visual moderna: el montaje fotográfico y cinematográfico, el *collage*, el lenguaje clásico del cine, el surrealismo, el uso del *sex appeal* en la publicidad, el diseño gráfico moderno y la tipografía moderna. (No es casual que durante esta misma década adquieren estatus profesional el diseñador, el publicista y el cineasta.)" (Manovich, 1999: 1)

⁵⁷ Buckland W. *Film Theory and Contemporary Hollywood Movies*, 8.

⁵⁸ *Ibid.*, 67.

⁵⁹ *Ibid.*, 8.

⁶⁰ *Ibid.*, 68.

⁶¹ *Idem.*

⁶² *Idem.*

⁶³ *Idem.*

⁶⁴ *Ibid.*, 69.

⁶⁵ *Idem.*

⁶⁶ También el nivel del contenido puede entenderse como el nivel del género.

⁶⁷ Cfr. Buckland W. *Film Theory and Contemporary Hollywood Movies*, 69.

⁶⁸ *Ibid.*, 69.

⁶⁹ *Idem.*

⁷⁰ *Idem.*

⁷¹ *Idem.*

⁷² Para profundizar el carácter análogo de la fotografía, véase de Carrillo Canán AJL y Gómez Mendoza ML, *La estética fotográfica en el paso a la digitalización* (Partes 1-4), en *A Parte Rei*, Revista de Filosofía (<http://serbal.pntic.mec.es/~cmunoz11/>).

⁷³ Buckland W. *Film Theory and Contemporary Hollywood Movies*, 70.

⁷⁴ *Idem.*

⁷⁵ *Idem.*

⁷⁶ *Idem.*

⁷⁷ *Idem.*

⁷⁸ Recordemos las tomas realizadas por Gaspar Noé en la película *Enter de Void*. Pueden consultarse en: http://www.youtube.com/watch?v=A9_f1rPgtno

⁷⁹ Buckland W. *Film Theory and Contemporary Hollywood Movies*, 70.

⁸⁰ *Ibid.*, 71.

⁸¹ *Ibid.*, 8.

⁸² *Ibid.*, 71.

⁸³ En relación con este punto, resulta especialmente importante la distinción que hace Brown entre cine análogo y cine digital, al comparar al primero con *Batman* y al segundo con *Superman*. (Cfr. Brown, 2009: 78)

⁸⁴ Buckland W. *Film Theory and Contemporary Hollywood Movies*, 71.

⁸⁵ Creemos conveniente aclarar que por viejas técnicas, Brown se refiere a la continuidad —espacial y temporal— en el cine la cual nos lleva a la noción bazi-niana de realismo.

⁸⁶ Buckland W. *Film Theory and Contemporary Hollywood Movies*, 72.

⁸⁷ *Ibid.*, 70.

⁸⁸ *Ibid.*, 78.

⁸⁹ Brown indica que desde esta noción de imagen digital se puede concluir que "[...] cuando un filme digital da la apariencia de montaje, lo que tenemos es simplemente [...] píxeles cambiando de color [...]" (Brown, 2009: 78), con lo cual estrictamente ni siquiera tenemos montaje propiamente dicho.

⁹⁰ De acuerdo con Bordwell, se entiende por realismo intensificado aquel que surge de la combinación de las viejas técnicas del realismo como el de la continuidad espacio-temporal con las creaciones digitales y la manipulación de imágenes, la digitalización de *sets*, entre otras, las cuales justamente forman parte de las nuevas técnicas que aparecen a partir de la tecnología digital.

⁹¹ Buckland W. *Film Theory and Contemporary Hollywood Movies*, 77.

⁹² Brown señala que "[a] pesar del análisis de Bordwell, en el cual destaca un mayor número de tomas en el cine contemporáneo [...], debemos afirmar que el cine digital también implica una mayor continuidad [...] sin la realización de ningún corte." (Brown, 2009: 73) Al no usar cortes, también el cine digital nos ofrece una "continuidad temporal" que también permite una gran sensación de realismo. Dicha contribución aparece cuando, mediante nuevas técnicas implementadas a partir de las tecnologías digitales, una toma sugiere continuidad espacial en el momento en el que una "'cámara' puede pasar a través de objetos sólidos, incluyendo los humanos." (Brown, 2009: 76) Al respecto, Brown agrega que "[a]l despojar a la cámara y/o al obstáculo físico de su [...] solidez, el cine digital puede presentarnos un espacio continuo [...]" (Brown, 2009: 74). Asimismo, estas tomas también sugieren continuidad temporal cuando "[...] se llevan a cabo en 'tiempo real' [...]" (Brown, 2009: 76).

⁹³ Manovich L. *The Language of New Media*, 309.

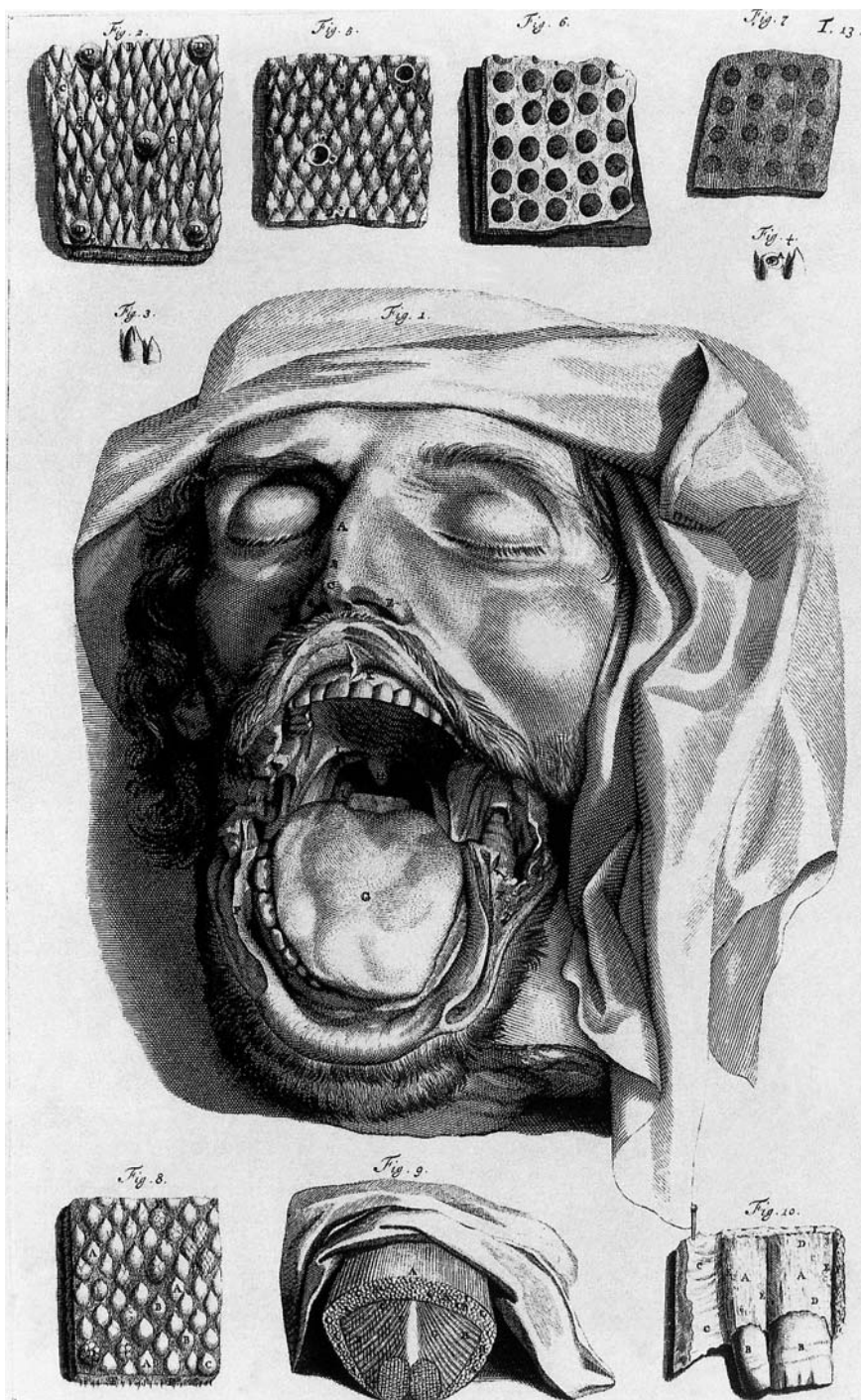
⁹⁴ *Ibid.*, 306.

⁹⁵ *Idem.*

Marco A. Calderón Zacaula
Facultad de Filosofía y Letras
marco.calderon.z@gmail.com

Francisco J. Montes González
Facultad de Filosofía y Letras
francisco.monts@gmail.com

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla



Anatomia corporis, centum quinque tabulis, per artificio siss. G de Lairese ad vivum delineatis[...]. Govert Bidloo, 1685.
Tomado de Pietro Corsi, *The Enchanted Loom*, Oxford University Press, Inc., New York, 1991.

Papel de **TMC1** y **TMC2** en la MECANOTRANSDUCCIÓN en el **vestíbulo** y la **cóclea**

Catalina **Valdés Baizabal**

La mecanotransducción es un proceso fundamental en el sistema auditivo y vestibular que consiste en convertir los estímulos mecánicos del sonido, la atracción gravitatoria y los movimientos de la cabeza en señales eléctricas y es mediado por las células ciliadas de dichos sistemas. Este proceso inicia con la apertura de canales catiónicos que se encuentran cerca de las puntas de los estereocilios (cilios) de las células sensoriales del oído interno (células ciliadas). Uno de los problemas que ha permanecido sin solución hasta nuestros días es el de definir los mecanismos moleculares que permiten a las células ciliadas convertir los estímulos mecánicos en cambios de su potencial eléctrico.

Recientemente se propuso que en el proceso de mecanotransducción participan las proteínas TMC1 y TMC2 (denominadas así por sus siglas en inglés: *Transmembrane Channel Like* 1, 2). El RNAm de TMC1 se expresa en células ciliadas de los sistemas auditivo y vestibular, y los genes que codifican para la expresión de tales proteínas son *Tmc1* y *Tmc2*. Respecto a la localización de las proteínas TMC, al marcarse con proteína fluorescente verde se observa que en el oído interno estas proteínas se localizan en las células sensoriales (células ciliadas) tanto de la cóclea como del sistema vestibular, cerca de la punta de los estereocilios de dichas células.

Su papel en la mecanotransducción se determinó por varios hallazgos. Por ejemplo, las mutaciones en los genes que codifican para los TMC1 causan pérdida de la audición sin disfunción vestibular en ratones y humanos, lo cual apunta a una participación principal de TMC1 en audición y de TMC2 predominantemente en funciones vestibulares pues, además, se sabe que la expresión de *Tmc2* es transitoria en células ciliadas de la cóclea (unos días después de nacer) y es persistente en células ciliadas vestibulares. Experimentalmente se encontró que los ratones con delección de *Tmc1* son sordos y los que tienen delección de *Tmc2* son fenotípicamente normales. A su vez, los que tienen delección de ambos genes, tienen disfunción vestibular, sordera y poseen células ciliadas estructuralmente normales pero que carecen de sensibilidad a los estímulos mecánicos.¹ La expresión exógena de TMC1 y TMC2 rescata la mecanotransducción en células ciliadas mutantes de *Tmc1* y *Tmc2*. Esos resultados indican que las

proteínas TMC1 y TMC2 son necesarias para la mecanotransducción y pueden ser componentes estructurales de dicho proceso.¹

La importancia de los modelos de delección de genes *Tmc1* y *Tmc2* es que pueden aislarse células que constituyan un sistema para estudiar los canales de mecanotransducción sin modificar las funciones de otras proteínas accesorias necesarias en el complejo aparato molecular relacionado con la mecanotransducción en células ciliadas, y permite demostrar que las proteínas codificadas por esos genes son componentes integrales del complejo de mecanotransducción.²

Además de su papel en la mecanotransducción, se ha encontrado que el *Tmc1* participa en el tráfico de moléculas a la membrana plasmática o que sirve como una señal intracelular reguladora para la diferenciación de células ciliadas inmaduras en receptores auditivos completamente funcionales.³ Se llegó a esa conclusión pues las células ciliadas internas y externas de la cóclea expresan *Tmc1* y *Tmc2* desde estados tempranos del desarrollo y, en ratones mutantes (por mutaciones dominantes y recesivas de TMC1), las células tenían apariencia y propiedades biofísicas normales pero no había o eran menores las corrientes iónicas de potasio que contribuyen a la maduración celular, por lo que se piensa que TMC1 puede tener además una función importante en la modulación de los canales de potasio de las células ciliadas internas.⁴ Además, la maquinaria de exocitosis de neurotransmisor en las células ciliadas internas de la cóclea de mutantes no se desarrolló de manera normal a juzgar por la persistencia de características de inmadurez de la corriente de calcio.³

ESTRUCTURA

De manera general, las TMC1 y TMC2 son miembros de la familia de genes TMC que incluyen a otros siete miembros. Aunque no se conoce con precisión su función se considera que codifican para proteínas integrales de membrana que tienen al menos seis dominios que atraviesan la membrana celular. La topología de dichos segmentos se confirmó por la expresión de TMC1 de ratón en sistemas heterólogos y se sugiere que pudieran tener la función de receptor, bomba, transportador o canal. En la Figura 1 se muestra un modelo del TMC1 expresado en células COS-7 o HeLa que contiene seis segmentos que atraviesan la membrana con la porción amino y carboxilo terminal de la proteína orientadas hacia el citoplasma. Entre los dominios 4 y 5 hay un asa citoplásmica larga. Las dos

partes grises del asa pueden estar asociadas a la membrana o porciones reentrantes, pues son regiones hidrofóbicas conservadas.⁵

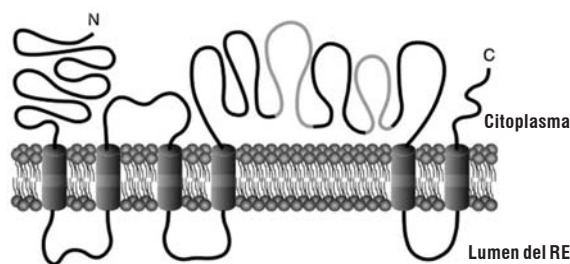


Fig. 1 Modelo para la topología de las proteínas de membrana de TMC1 de ratón. RE: Reticulo Endoplásmico (Modificado de Labay *et al.*, 2010).

Mediante estudios de inmunolocalización se ha encontrado que TMC1 se expresa en células ciliadas de la cóclea, en neuronas del ganglio espiral, células de soporte del órgano de Corti y en el ligamento espiral del oído interno. Con la finalidad de obtener modelos animales con pérdida de audición por mutación del gen *Tmc1*, se hicieron cambios en la secuencia de ADN por mutagénesis dando lugar a tres modelos de ratón denominados baringo, nice y stitch, y se observó que el mutante stitch desarrolla una pérdida de la audición de un modo severo a las cuatro semanas, y a las ocho semanas era totalmente sordo. A su vez, los mutantes baringo y nice, a las cuatro semanas ya eran profundamente sordos. Ninguna de las tres cepas mostró daño vestibular, corroborando la idea de que TMC1 es fundamental para la mecanotransducción en la cóclea y que en el vestíbulo la ausencia de TMC1 puede ser compensada por TMC2.⁶

REFERENCIAS

- ¹ Kawashima Y, Géléoc GS, Kurima K, Labay V, Lelli A, Asai Y, Makishima T, Wu DK, Della Santina CC, Holt JR, Griffith AJ. Mechanotransduction in mouse inner ear hair cells requires transmembrane channel-like genes. *J Clin Invest* 121 (2011) 4796-809.
- ² Lin X. Perception of sound and gravity by TMC1 and TMC2. *J Clin Invest* 121 (2011) 4633-6.
- ³ Marcotti W, Erven A, Johnson SL, Steel KP, Kros CJ. Tmc1 is necessary for normal functional maturation and survival of inner and outer hair cells in the mouse cochlea. *J Physiol* 574 (2006) 677-98.
- ⁴ Santos RL, Wajid M, Khan MN, McArthur N, Pham TL, Bhatti A, Lee K, Irshad S, Mir A, Yan K, Chahrouh MH, Ansar M, Ahmad W, Leal SM. Novel sequence variants in the TMC1 gene in Pakistani families with autosomal recessive hearing impairment. *Hum Mutat* 26 (2005) 396.
- ⁵ Labay V, Weichert RM, Makishima T, Griffith AJ. Topology of transmembrane channel-like gene 1 protein. *Biochemistry* 49 (2010) 8592-8.
- ⁶ Manji SS, Miller KA, Williams LH, Dahl HH. Identification of three novel hearing loss mouse strains with mutations in the *Tmc1* gene. *Am J Pathol* 180 (2012) 1560-9.

Catalina Valdés Baizabal
Instituto de Fisiología, BUAP
cvbaizabal@live.com.mx

De BICÉFALOS tunicados*

Autor anónimo

iEfraín! —dijo el catequista con voz gruesa transmutada en dedo flamígero—, ¡los instrumentos musicales no se tocan solos, siempre hay quien los ejecuta, quien los dirige! De inmediato sentí que ese “quien” iba con mayúsculas, al tiempo que me sentía frustrado pues no había posibilidad alguna de réplica. Era el dictum, la sentencia.

Tenía razón, él; mi ejemplo para explicar la teoría monista de la relación cerebro/mente había tenido alguna falla. Como siempre, la dificultad de palabra me había ganado. Pasé largo rato rumiando cómo corregir y, por fin, se me ocurrió la cosa, o el cómo:

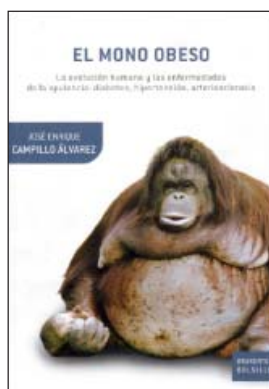
Imaginemos que el cerebro humano es como un objeto musical que se ejecuta solo; algo infinitamente más complejo que una computadora. Cuando tiene que “emitir su música”, o comunicarse con otros, emplea un dispositivo que le da sonido a lo que piensa. De tal modo surge de lo material una propiedad nueva que ahora pertenece al tiempo, como la música. Es el sonido de nuestros pensamientos a través del habla. Y este objeto maravilloso, cuando está silente, a solas, trabaja para sí mismo, piensa sin emitir sonido alguno —aunque a veces gruñe, ríe, o canta—, y también lo hace cuando duerme, pero con otras características. Así, la mente no es ajena al cerebro, es algo que surge de su actividad compleja y organizada, luego de unos millones de años de saltos evolutivos.

Ahora recuerdo haber terminado mi explicación hablada apropiándome de un símil poético, o de un axioma geométrico, ya no sé, pero dije algo así como: la mente surge del cerebro como la música del instrumento.

Aún me sorprende la determinante aseveración del barbado catequista. ¿Acaso no era ese un espacio para leer y debatir ideas? Una vez más, creo haberme equivocado de lugar y de momento, o de espacio y tiempo. Si ya concilié la complicada relación de la mente con el cerebro —creo—, ¿por qué nunca puedo estar en el lugar y en el momento adecuados? ¿O es que topé con la Iglesia, otra vez?

*Profesor Soto: te adjunto un breve relato que un paciente psiquiátrico me lanzó a la cabeza como proyectil hecho bola de papel. Quizá podría ser de interés, de ahí que lo someto a la consideración del consejo editorial de *Elementos*. Por obvias razones omito el nombre del autor. En el remoto caso de que aceptaran publicarlo, sugiero dejarlo tal cual, ya que la sintaxis dice mucho acerca de la disgregación conceptual de los psicóticos y entretiene a los patopsicólogos. Saludos.
 Efraín Aguilar, aguilar01@gmail.com

Libros



EL MONO OBESO
JOSÉ ENRIQUE CAMPILLO ÁLVAREZ
Editorial Crítica
Barcelona, 2010

¿Por qué hay tantas personas obesas? ¿Cuál es la razón de que resulte tan difícil perder el sobrepeso? ¿A qué obedece la epidemia de diabetes que en el año 2020 afectará a más de 300 millones de personas? Tanto en las sociedades desarrolladas como en algunos países emergentes, estas y otras enfermedades de la opulencia, como las cardiovasculares, afectan sobremanera a gran parte de la población mayor de 40 años, pero empiezan también a aparecer en nuestros hijos. El mono obeso es un libro de lectura urgente, porque nos encamina hacia la comprensión y, por lo tanto, hacia la prevención de estos problemas acuciantes. En él, el profesor Campillo analiza el papel que juegan nuestros genes en el desarrollo de estas enfermedades y nos explica cómo muchas de estas dolencias proceden de la incompatibilidad entre el diseño evolutivo de nuestros organismos y el uso inadecuado que hacemos de él.

José Enrique Campillo Álvarez (Cáceres, 1948) es doctor en Medicina por la Universidad de Granada y catedrático de Fisiología en la Universidad de Extremadura. Su labor investigadora se ha centrado en el estudio de diversos aspectos relacionados con la diabetes y la nutrición humana, y es autor de numerosas publicaciones científicas y libros relacionados con su especialidad. Es miembro de varias sociedades científicas y de la European Association for the Study of Diabetes. En 1989 se le concedió el Premio Nacional de Investigación de la Sociedad Española de Diabetes. Su última obra es *La cadera de Eva*. El protagonismo de la mujer en la evolución de la especie humana (*Crítica*, 2005).



THE STUDIO
JENS HOFFMANN (EDITOR)
Whitechapel Gallery / The MIT Press
Cambridge, MA, 2012

Con la aparición del arte conceptual a mediados de la década de 1960, la noción tradicional de estudio se convirtió, al menos en parte, en algo obsoleto. Otros sitios surgidos para la generación de arte, llevaron a la idea de la “práctica del post-estudio”. Pero el estudio nunca desapareció, sino que se reinventó continuamente en respuesta a las nuevas realidades. Esta colección extiende el interés de la crítica actual en temas de producción y situación, y aborda la evolución de la práctica del estudio –y del “post-estudio”– a lo largo de los últimos cincuenta años.

En las últimas décadas, muchos artistas han convertido sus estudios en oficinas desde las cuales organizan una multiplicidad de operaciones e interacciones. Otros utilizan el estudio como un espacio de exposición o para trabajar en su computadora portátil –móvil, flexible y lista para la próxima comisión.

Entre los temas estudiados aquí están el perfil cambiante y la experiencia del papel del artista desde 1960, la diversidad de prácticas en el estudio actual y en el post-estudio, las estrategias críticas de los artistas que han utilizado la situación de estudio como el tema o punto de origen para su trabajo, las ideas que se pueden obtener a partir de proyectos archivísticos de estudio, y el campo expandido de la producción que surge de responder a las nuevas condiciones en el mundo fuera del estudio. Los ensayos y afirmaciones de los artistas incluidos en este volumen exploran estas preguntas poniendo el foco en el examen de la transición del estudio desde un taller para la producción física, a un espacio con potencial para múltiples formas de creación y participación.

Jens Hoffmann es el director de la CCAWattis Institute for Contemporary Arts, en San Francisco, y curador de la XII Bienal de Estambul. Sus libros incluyen *The Next documenta should be curated by an artist*, *Perform* (con Joan Jonas) y *Show time*. Es el editor fundador de *The Exhibitionist: Journal on Exhibition Making*.



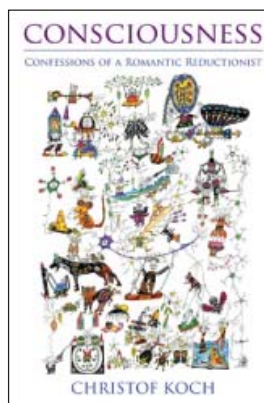
CÓMO VIVIMOS, POR QUÉ MORIMOS
LA VIDA SECRETA DE LAS CÉLULAS

WOLPERT LEWIS
Tusquets, Metatemas
Barcelona, 2011

Este libro es una apasionante y clarificadora guía dedicada a un elemento fundamental del cuerpo humano y del que depende la vida propiamente dicha: la célula. Nuestro cuerpo se compone de miles de millones de ellas, y su estructura, de extraordinaria complejidad, gobierna fenómenos tan cruciales para la existencia de los organismos como el crecimiento, la reproducción y el envejecimiento. Además, la actividad celular incide en el modo en que enfermamos y nos defendemos de las agresiones de bacterias y virus, y tiene que ver con la actividad mental en procesos relacionados con la imaginación o la memoria.

El destacado biólogo Lewis Wolpert estudia en estas páginas no solo la anatomía de la célula, sino también cuestiones tan debatidas y actuales como la investigación con células madre, las implicaciones de la clonación o los pros y contras de la manipulación genética, además de explicar con minuciosidad el fascinante proceso que lleva a una única célula fertilizada a convertirse en un ser humano adulto.

Lewis Wolpert (Johannesburgo, Sudáfrica, 1929) se graduó en ingeniería civil en su país de origen, y pasó más tarde al campo de la biología celular en el King's College de la Universidad de Londres, donde es profesor emérito de esta disciplina. Ha realizado investigaciones pioneras en la mecánica de la citocinesis, la morfogénesis del embrión del erizo de mar y los modelos de formación en el desarrollo de las extremidades. Gran divulgador, entre 1996 y 2003 fue columnista de temas científicos en el diario inglés *The Independent*, y desde 1980 es miembro de la Royal Society. En 1999 fue el presentador de la serie de la BBC «A Living Hell», basada en su libro *Malignant sadness. The anatomy of depression*. Entre sus títulos destacan, asimismo, *La naturaleza no natural de la ciencia* (1994), *The triumph of the embryo* (1998) y *Six impossible things before breakfast* (2006).



CONSCIOUSNESS:
CONFESSIONS OF A
ROMANTIC REDUCTIONIST
CHRISTOF KOCH
The MIT Press
Cambridge, MA, 2012

Entre la plétora de libros sobre la conciencia, en este texto el brillante neurofisiólogo Cristof Koch mezcla la participación de la ciencia, la autobiografía honesta y la autorreflexión. Se combina una descripción lúcida de la vanguardia de la ciencia de la conciencia con una reflexión sorprendentemente personal y filosófica de la vida del autor como una de sus principales autoridades, arrojando luz sobre cómo los científicos realmente piensan. Ciencia de la escritura en su mejor momento.

¿Qué vincula a la experiencia consciente del dolor, la alegría, el color y el olor a la actividad bioeléctrica del cerebro? ¿Cómo puede algo físico dar lugar al mundo subjetivo, a los estados conscientes? Christof Koch ha dedicado gran parte de su carrera a cerrar la brecha aparentemente infranqueable entre la física del cerebro y la experiencia subjetiva-mental. En este interesante libro —parte científico, parte autobiografía, parte especulación— Koch describe la búsqueda de una explicación empírica de la conciencia. Para ello analiza el nacimiento de la ciencia moderna de la conciencia y el desarrollo del conocimiento sobre los procesos psíquicos subconscientes que subyacen a la motivación.

Koch describe su propio trabajo innovador con Francis Crick en los años 90 y 2000, y relata el surgimiento gradual de la conciencia como un tema legítimo para la investigación científica. Presente en este cambio de paradigma están Koch y un puñado de colegas, entre ellos Ned Block, David Chalmers, Stanislas Dehaene, Giulio Tononi, Wolf Singer, entre otros. EL autor estudia la relevancia que ha tenido el desarrollo de nuevas técnicas para analizar la actividad de las células nerviosas individuales, estudios clínicos y de imagen cerebral, tecnologías que permitieron el estudio seguro y no invasivo del cerebro humano en acción.

Koch nos ofrece historias de las líneas de la investigación más modernas sobre la neurobiología de la conciencia, así como sus propias reflexiones sobre una variedad de temas, incluyendo la distinción entre la atención y la conciencia, el inconsciente, cómo las neuronas responden a la presencia de Homero Simpson o Jennifer Aniston, la física y la biología del libre albedrío, los animales y la conciencia, las posibilidades de desarrollo de máquinas sensibles, la pérdida de su creencia en un dios personal, y la tristeza. Todas ellas son señales en la búsqueda de su vida para descubrir las raíces de la conciencia.

Christof Koch es profesor de biología y de ingeniería en el Instituto de Tecnología de California, y director científico del Instituto Allen para la Ciencia del Cerebro, en Seattle.

"Nada es estático. todo cambia y se mueve"

CIENCIA *ergo sum*

Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva
de la Universidad Autónoma del Estado de México



Invita



A los académicos de todas las áreas del conocimiento a enviar sus colaboraciones haciendo énfasis en alguna de sus secciones o apartados en el tema de la prospectiva dentro de la lógica del artículo.

A partir del número 3 del volumen 17, la revista comenzó a dar prioridad a las colaboraciones que, en su conjunto o en una parte importante, se planteen preguntas o propuestas sobre el futuro y/o sobre consecuencias o derivaciones del análisis específico del tema. Esto resulta de relevancia para la toma de decisiones y también para comprender y construir escenarios posibles.

Mayores informes: Instituto Literario Ote. 215, Col. 5 de mayo, C.P. 50090, Toluca, Estado de México.
Tels. y fax: (722) 2 77 38 35 y 2 77 38 36 ext. 2109 y 2107



MARTELL Y TORRES LOGÍSTICA Y SERVICIO ADUANAL, S.C.

K y L Transportes Multimodales de Carga Int'l, S.A. de C.V.

ATL Forwarding Int'l, LLC

ATL Logistics



Ofrecemos los siguientes servicios:

- Asesoría en comercio exterior, servicio puerta a puerta
- Importación y exportación en sus diferentes modalidades
- Consolidación de carga aérea, terrestre y marítima



www.martellytorresaa.com



NUEVO LAREDO, TAMPS.
Cerrada de Toronto No. 16
Fracc. Monte Real I
C.P. 88275
Nuevo Laredo, Tamps.
Tels. 01 (867) 712 4152
Fax 01 (867) 712 4154
martellytorresnl@aol.com

HIDALGO, TEXAS, USA.
ATL FORWARDING INT'L, L.L.C.
ATL LOGISTICS
1314 E Texano RD office # 2
C.P. 78557, Hidalgo, Texas
Tels. 001 (956) 843 7998
Fax 001 (956) 843 7749
bodegatlf@aol.com

CIUDAD DEL CARMEN, CAMP.
Calle 55 No. 214
(entre calle 66 y 62)
Col. Morelos
C.P. 24115, Cd. del Carmen, Camp.
Tels. 01 (938) 112 1595/1608
Fax 01 (938) 112 1566
cdelcarmen@martellytorresaa.com

LAREDO, TEXAS, USA.
ATL FORWARDING INT'L, L.L.C.
ATL LOGISTICS
306 Grand Central Boulevard
Milo Distribution Center
C.P. 78045, Laredo, Texas
Tels. 001(956) 712 9833
Fax 001(956) 712 9845
bodegalaredo@atlftwd.com

REYNOSA, TAMPS.
Boulevard Luis Donaldo Colosio
Carretera Reynosa-Matamoros
Km. 81+250
Edificio Alfa Local 8
Col. Nuevo Amanecer
C.P. 88786, Reynosa, Tamps.
Tels. 01 (899) 946 0133/
0134/0136
Fax 01 (899) 946 0135
martellytorres@prodigy.net.mx

AGUASCALIENTES, AGS.
Rio Rhin No. 119
Col. Colinas del Rio
C.P. 20010, Aguascalientes, Ags.
Tel. 01 (449) 918 3332
martellags@prodigy.net.mx

PARAÍSO, TAB.
Manzana 1, Lote 1, calle Ceiba
Fraccionamiento Villas del Paraíso
Carretera Puerto Ceiba-Carrizal
C.P. 86600, Paraíso, Tab.
Tels. 01 (933) 333 1253/1351
corporativo@martellytorresaa.com

CIUDAD DE MÉXICO (MATRIZ)
Oriente 170 No. 65
Col. Moctezuma 2ª sección
Delegación Venustiano Carranza
C.P. 15530, México, D.F.
Tels. 01 (55) 5786 1018/1019
01 (55) 5571 6668/0889
Fax 01 (55) 5571 8517
corporativo@martellytorresaa.com

VERACRUZ, VER.
Calle Juan Barragán No. 87
Col. Ricardo Flores Magón
C.P. 91900, Veracruz, Ver.
corporativo@martellytorresaa.com