

Ciencia y Cultura

elementos

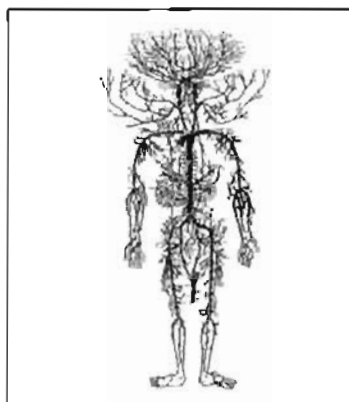
No. 20 Vol. 5

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

1994



S · U · M · A · R · I · O



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE PUEBLA

Rector
José Dóger Corte

Secretario General
Victor Espíndola Cabrera

*Vicerrector de Investigación
y Estudios de Postgrado*
Enrique Dóger Guerrero

ELEMENTOS

Revista de Ciencia y Cultura
No. 20, Vol. 3, 1994

Director
Enrique Soto Eguibar

Consejo Editorial
Beatriz Eugenia Baca
Ma. de la Paz Elizalde González
Enrique González Vergara
Hugo Navarro Contreras
Francisco Pellicer Graham
Leticia Quintero Cortés
Raúl Serrano Lizaola
Cristóbal Tabares Muñoz
Gerardo Torres del Castillo

Edición
José Emilio Salceda Ruanova
Amira del Rayo Flores Urbina

Diseño
Enrique Soto Eguibar
Marcelo Gauchat

Formación
José Emilio Salceda Ruanova

Portada
Dieter Roth

3

MODELOS TEÓRICOS DE LA BIOLOGÍA

Marcelino Cerejido

María del Refugio García

14

LOS ELEMENTOS EN LA TEOGONÍA DE HESÍODO

Claudio A. Téllez

23

CIENCIA Y ARTE

Enrique Aguirre Carrasco

26

INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA EN UNA ZONA MARGINADA DEL ESTADO DE PUEBLA

Jesús Francisco López-Olgún

33

MPTP: TOXINA QUE REPRODUCE LA ENFERMEDAD DE PARKINSON

Diana Jasso López

37

HISTORIA DE LA INFECCIÓN Y DEL CONTAGIO

José Luis Imbert Palafox

45

LOS ESTEROIDES COMO FÁRMACOS POTENCIALIZADORES DEL RENDIMIENTO FÍSICO

Jesús Sandoval Ramírez

47

GRAMÁTICA DE LAS MAGNITUDES

Hugo Diego Blanco

49

LA CIENCIA HOY

49

Compresión de imágenes
digitales mediante las
ecuaciones de Mandelbrot

51

¿Cómo se defienden los
insectos de los insecticidas?

52

Extraño cometa se aproxima
a Júpiter

53

La levedad
La exactitud
La rapidez

54

La lección de anatomía

55

Se descubre en Vietnam una
nueva especie de mamífero

56

Psicobiología y conducta:
rutas de una indagación

58

Del mensaje a la mente

60

Historia de un rábano
pensante

62

Receptores y ligandos a los
canabinoides

Para la ciencia en México se avecina un importante momento de transición. El final del sexenio presidencial, con sus avatares, ires y venires de funcionarios, desplazamientos de intereses y estilos. ¿Cuál será la nueva relación entre la comunidad científica y el poder? ¿Tendremos la suficiente organización y presencia para renegociar una relación aceptable con los dirigentes de la ciencia y la tecnología que habrán de venir? ¿Habremos de transitar algún día a un sistema donde las ciencias, el arte y la cultura constituyan el centro de nuestro quehacer? ¿Conoceremos una nueva era de la Ciencia y la Cultura?

La respuesta a estas preguntas no es trivial y definirá en gran medida la manera como hemos de vivir la ciencia en México durante los próximos seis años. Lamentablemente constituimos un país predemocrático, autoritario -ahora además complicado por la guerra- en el cual es casi imposible anticipar el rumbo de los acontecimientos. Los caprichos del poder, por desgracia, no siguen las leyes de la mecánica clásica.

MODELOS TEÓRICOS DE LA BIOLOGÍA

Marcelino Cereijido y María del Refugio García Villegas

Centro de Investigación y Estudios Avanzados
Instituto Politécnico Nacional

Las concepciones mitológicas generadas para explicar la vida han sido, probablemente, los modelos teóricos más ancestrales de la humanidad y son aún sustentadas por una amplia mayoría de nuestros coetáneos. Pero no es exagerado afirmar que también las observaciones “laicas” sobre los sistemas biológicos (no así las interpretaciones) arrancan desde los amaneceres de la historia (cómo se cultiva el arroz, qué extractos vegetales tienen poderes curativos, en qué momento del año regresan las grullas). La “laicidad” de las explicaciones biológicas cobra vigor a partir de los griegos, se incrementa notablemente en el Renacimiento (los anatomistas, los fisiólogos, los taxónomos), pero es a partir del siglo XVIII y más activamente en el XIX cuando se hacen esfuerzos sistemáticos por postular modelos explicativos que no invoquen factores místicos del tipo que manejan las religiones, el animismo y el vitalismo, y que no se restrinjan a fenómenos o sistemas biológicos aislados (óptica de la visión, circulación de la sangre), sino a la totalidad de la vida.

¿Por qué el siglo XVIII? ¿Cómo se concebía el mundo en aquel entonces? En ese momento, el mundo se consideraba como una especie de reloj maravillosamente grande que conserva una estructura perpetua y que sólo se limita a funcionar cíclicamente. Se trataba de un orden jerárquico y estático, en equilibrio, sin procesos netos, en el que por lo tanto no se sospechaba que algo pudiera cambiar de nivel. Los nobles habían nacido nobles y seguirían siendo nobles, estaba en la naturaleza de

los plebeyos ser plebeyos, y los animales habían sido creados como tales y de las mismas especies que hoy deambulan por la tierra.

¿Qué sucedió hacia fines del siglo XVIII y durante el XIX para cambiar aquella visión del mundo? ¿Cómo repercutió ese cambio en la concepción del mundo biológico? Enumeraremos sucintamente algunos de los hechos:

1) En aquel momento la biología ordenó y clasificó a los diversos organismos, despreocupándose por el momento de los mecanismos responsables de esa diversidad. Pero, curiosamente, el orden taxonómico que propuso concordaría con el mecanismo responsable del ordenamiento (la evolución basada en la selección natural) que sería propuesto recién en el siglo siguiente.

2) El desarrollo de los estudios históricos mostró que el mapa de los imperios, las ropas, los medios de transporte, las armas, los instrumentos musicales, habían ido cambiando a lo largo de los siglos: el mundo no estaba en equilibrio, había una flecha temporal. También mostró que no se debe a la naturaleza de los nobles ser nobles, así como tampoco se debe a la naturaleza de las manzanas el caer hacia la tierra, sino que hay causas y procesos que provocan y dan cuenta de esos cambios. El estudio de la realidad pasa a adoptar entonces la forma de búsqueda de cadenas causales.

3) La geología, tras estudiar la lentitud con que crecen los depósitos marinos, llegó a la conclusión de que para explicar los mantos del planeta se ne-

cesita de un tiempo enormemente mayor que los cuatro o cinco mil años que entonces se le atribuían al mundo, cifra a la que se llegaba sumando las generaciones transcurridas según la Biblia a partir de Adán y Eva.

4) La paleontología cayó en la cuenta de que los restos de esos animales raros, monstruosos, que se encuentran en los estratos más viejos al horadar pozos y excavar minas en busca de agua y minerales, o en las fallas de terrenos en que los estratos aparecen a la vista, no se encuentran en los nuevos y, viceversa, no se halla en esos mantos antiguos resto alguno de los animales actuales. También advirtió que entre aquellos "monstruos" antiguos y los animales modernos no hay una solución de continuidad; por el contrario, hay una especie de proceso gradual de transformación de unos en otros, y se desencadenó entonces una búsqueda de parentescos y "eslabones perdidos".

La realidad pasó a ser considerada como algo en continuo cambio, que requiere modelos explicativos dinámicos, en los que, claro está, la variable central es el tiempo. El siglo XIX es el momento en el que los filósofos (v. gr. Hegel), los geólogos (v. gr. Hutton, Lyell), los historiadores (v. gr. Marx), los psiquiatras (v. gr. Freud), los termodinamistas (v. gr. Clausius) y por supuesto los biólogos (v. gr. Buffon, Lamarck, Russell, Darwin) proponen modelos en los que lo actual deja de ser visto como algo equilibrado y permanente, y pasa a ser considerado como el producto de algún proceso iniciado en el pasado y que aún continúa. Los modelos explicativos que se fueron adoptando desde entonces han ido cambiando, reflejando transformaciones en su marco conceptual.

Desde nuestro punto de vista la primera etapa estuvo basada, con todo, en el criterio de equilibrio, la segunda en el de estado estacionario, la tercera en el de crisis y la cuarta en el de caos.

Equilibrio

En el momento en que la biología renuncia a invocar todo factor o mecanismo divino, no acepta que los animales que hoy vemos hayan sido creados como tales, y propone procesos físicos y químicos y de selección natural para explicar el origen de la vida. Se desarrolla paralelamente la termodinámica y se llega entonces a la conclusión de que si lo biológico se rige por las leyes físicas, sus modelos habrán de atenerse a las leyes de la termodinámica. Estas leyes indican que es sumamente improbable (en la práctica es imposible) que el choque de moléculas en equilibrio haya formado primero células simples (procariotes) luego más complejas (eucariotes), luego organismos multicelulares y que, como productos finales de ese proceso espontáneo, sin intervención divina, se hayan generado cerebros con millones y millones de neuronas que se autoorganizan en circuitos de increíble complejidad y que se repiten con asombrosa regularidad en los individuos de una misma especie.

A pesar de esas objeciones, la mayoría de los biólogos ensaya con compuestos y condiciones que imitan los que se sospecha hubo en la tierra prebiológica, tratando de producir en el laboratorio las moléculas imprescindibles para ensamblar los primeros organismos.

Sin embargo, por los años sesenta de este siglo, el biofísico Harold Morowitz señalaría: a) que un organismo contiene una enorme cantidad de energía en los enlaces químicos de sus moléculas; b) que gracias a las enzimas, esa enorme cantidad de energía es procesada a baja temperatura (en el organismo humano a 36-37 °C), de lo contrario serían tan lentas que no resultarían compatibles con la vida; c) que si se toma una bacteria, se la calienta a, digamos, diez mil grados, con lo que se rompen todos los enlaces entre las

moléculas y se obtiene un cúmulo de átomos sueltos, uno podría llevarlos a contener de nuevo el mismo nivel de energía que tenían cuando formaban la bacteria; d) que incluso los diversos tipos de enlaces químicos que se llegarían a formar al calentar, mostrarían una distribución distinta de la que se observa en los sistemas biológicos.

Independientemente de cómo se hayan originado y evolucionado, cabe preguntarse si acaso los organismos biológicos están hoy en equilibrio. La respuesta vuelve a ser negativa: en el equilibrio, cualquier alejamiento espontáneo de la homogeneidad se convierte en un potencial, en una fuerza que impulsa un proceso cuyo resultado es, justamente, restablecer el equilibrio. Para que resulte claro: si elevamos el nivel del agua en una punta de la alberca, provocaremos un flujo hidráulico que la vuelve a nivelar; si la calentamos en un extremo el calor difundirá y la temperatura se homogeneizará.

Por el contrario, los organismos biológicos: a) tienen una distribución iónica y molecular heterogénea y altamente improbable, que no es la que cabría esperar de un proceso difusivo. Por ejemplo las células tienen mucho más potasio que el medio que las rodea; con el sodio sucede lo contrario; el yodo se acumula casi exclusivamente en la tiroides; cada célula tiene enzimas que son exclusivamente intracelulares. b) Mientras la estructura molecular de una palanca, de un engranaje, de un pistón es irrelevante, la estructura de los sistemas biológicos es compleja y fundamental a todos los niveles, desde el anatómico (brazo, cabeza) hasta el subcelular (mitocondrias, microtúbulos) y molecular (hemoglobina, DNA), y además c) para mantener esas estructuras biológicas es necesario realizar un incesante trabajo de reparación, de lo contrario se descomponen como resultado de los enormes desequilibrios y los cambios -ahora sí espontáneos- que tienen lugar en cuan-

to el organismo muere. d) Por último, los organismos funcionan, es decir, experimentan procesos que no tienden a detenerse: las células metabolizan, las glándulas segregan, el corazón late, el animal camina, vuela, procrea.

En suma: el enfoque de equilibrio no es satisfactorio para dar cuenta ni de las estructuras ni de los procesos vitales.

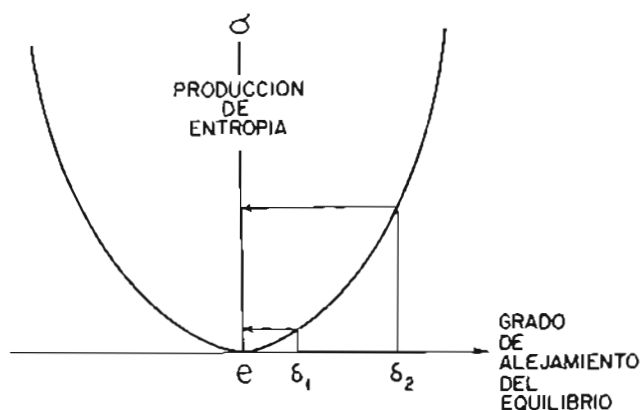
Estados estacionarios

El estado estacionario se parece al de equilibrio en que los parámetros tienden a mantenerse constantes, pero se diferencia en que esa constancia se consigue gracias a un incesante gasto de energía. Por ejemplo, si una jarra tiene un litro de agua en equilibrio, su volumen no varía; pero si por el contrario tiene un orificio que le ocasiona una pérdida progresiva, debemos hacer el trabajo de reponerla al mismo ritmo para que el volumen no cambie. Este es, pues, un equilibrio, no un estado estacionario. Otro ejemplo sería



Bertrand Russell (1872-1970).

FIGURA 1



Producción de entropía (σ) en función del grado de alejamiento (δ) del equilibrio (e).

el de dos amigos, uno desde una escalera fija y el otro desde una mecánica, que al encontrarse deciden detenerse un momento para conversar. Al primero le bastará con quedarse quieto ("equilibrio"), pero el segundo deberá saltar de escalón en escalón para permanecer en el nivel de su amigo (estado estacionario). Es por eso que el estado estacionario se llama a veces "equilibrio dinámico".

Desde el punto de vista termodinámico, en el equilibrio la cantidad de entropía llega al máximo y una vez ahí, deja de producirse en forma neta. La producción de entropía en función del tiempo σ vale cero en el equilibrio. Por el contrario, como en el estado estacionario hay que hacer trabajos para que el sistema no cambie, hay una continua producción de entropía (σ es distinta de cero) (véase la figura 1). Cuanto mayor es el grado de alejamiento del estado de equilibrio (δ), tanto más intenso será el trabajo necesario para mantener el sistema en estado estacionario, y tanto mayor será entonces la producción de entropía por unidad de tiempo (σ).

Al alejar un sistema del equilibrio (supongamos que intentamos mantener una barra de hierro caliente en un extremo y fría en el opuesto) aparecerán gradientes que desencadenarán procesos (en este caso un flujo de ca-

lor) y, por supuesto, se disipará energía y la producción de entropía (σ) aumentará. Se advierte fácilmente que la dirección de esos flujos es tal, que siempre restablecen el equilibrio.

Clásicamente cada flujo depende de su fuerza. Por ejemplo, el potencial eléctrico genera la fuerza impulsora que da cuenta del movimiento de los electrones, el gradiente de temperatura provoca un flujo de calor, el de concentración un flujo de materia, el de presión hidrostática un flujo de agua, etcétera. Sin embargo, la existencia de fenómenos termoelectrónicos atestigua que un gradiente de temperatura puede dar lugar a una corriente eléctrica y viceversa, que un potencial eléctrico puede originar un flujo de calor. De modo que en un sistema el flujo de calor tendrá por lo menos dos componentes: uno debido a su fuerza (el gradiente de temperatura) que se denomina "fuerza conjugada", y otro debido a la diferencia de potencial eléctrico. En principio, todos los flujos presentes en el sistema pueden estar influenciados por todas las fuerzas presentes.

Con todo, el estado estacionario pareció ser un mejor esquema conceptual para entender los procesos biológicos que el esquema basado en el equilibrio. Tomemos por ejemplo la homeostasis: si hidratamos a un animal orinará más, si le privamos de agua orinará menos, si intentamos subirle la glucemia administrándole glucosa ésta se convertirá en glucógeno y se depositará en las células y si, por el contrario, lo privamos de glucosa, el glucógeno de las células se convertirá en glucosa y se vertirá a la sangre. Lo mismo sucederá con otros parámetros fisiológicos: el organismo desencadena procesos que parecen oponerse al cambio que le queremos provocar, de manera que mantiene su constancia. En una palabra: la homeostasis se consigue gracias a la acción de una multitud de procesos fisiológicos que trabajan (gastan energía, aumentan la entropía) para que

nada cambie; la tentación de equiparar el estado de un organismo a un estado estacionario fue muy grande.

Sin embargo, estos enfoques también fueron abandonados por dos razones principales:

a) Las tendencias a volver al sistema a su estado estable, que mencionamos con referencia a la figura 1, sólo se pueden asegurar para alejamientos "no muy grandes" del equilibrio (para δ pequeños). Cuando en cambio δ es grande, se pueden desencadenar crisis (véase figura 2) en las que el sistema no sólo no retorna a su estado estable, sino que su mismísima estructura puede colapsarse. Pensemos por ejemplo en un hilo de cobre en el que si ponemos una diferencia (alejamiento de la homogeneidad y del equilibrio) de potencial de un volt entre sus extremos fluirá una corriente de, digamos, un amper; con dos volts fluirán dos amperes; con tres volts, tres amperes, etcétera; pero no podemos predecir qué sucedería si aplicamos cien mil voltios. Seguramente el hilo se fundirá y la ley de Ohm que regía el proceso dejará de tener aplicabilidad y sentido. Análogamente, la homeostasis biológica tiene límites: un gato calentado a 100 °C o desecado, no podrá recuperar su temperatura ni su hidratación normal.

Cabe mencionar que el grado de alejamiento del equilibrio que permiten los distintos sistemas es variable, y que los sistemas que, debido a la no-linealidad entre flujos y fuerzas, son más propensos a sufrir una crisis a poco de alejarse del equilibrio, son los químicos. Ahora bien, como se recordará, los sistemas biológicos son justamente sistemas químicos y están muy alejados de sus equilibrios.

b) Los enfoques de estados estacionarios sirven, a lo sumo, para explicar el modo en el que un sistema biológico mantiene su estructura y su forma de funcionar actuales, pero por lo mismo son inadecuados para explicar cómo se gesta un nuevo organismo y cómo se

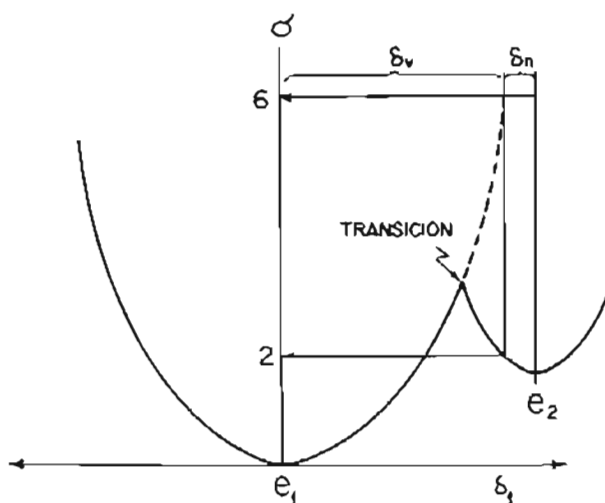
lleva a cabo la evolución.

Desequilibrios y crisis

Cuando un sistema se aleja demasiado del equilibrio sufre crisis, tras las cuales las leyes que relacionan los flujos y las fuerzas dejan de tener validez y el conocimiento que expresaban es reemplazado por la ignorancia (véase la figura 2). Los sistemas biológicos incluyen reacciones químicas no lineales de por sí muy propensas a caer en crisis a poco de alejarse del equilibrio, y por otro lado se sitúan frecuentemente muy lejos de éste, por eso los procesos vitales no siempre se pueden describir mediante la extrapolación de las leyes que rigen en el equilibrio.

Esta es también la razón de que los sistemas biológicos caigan en crisis drásticas en las que cambian su estructura y su manera de funcionar. Pensemos por ejemplo en la gestación de un ser humano: el funcionar del huevo lo

FIGURA 2



Cuando el grado de alejamiento del equilibrio e_1 es muy grande, el sistema deja de obedecer las leyes que, de otra forma, lo seguirían regiendo (línea segmentada), sufre una crisis y hace una transición estructural y funcional, más allá de la cual ya no generará en su seno fuerzas que lo regresen al equilibrio e_1 , sino al e_2 . Adviértase que cuando el sistema se encuentra, por ejemplo, en el punto δ_1 , está muy alejado (δ_1) de su viejo equilibrio, y estaría produciendo seis unidades arbitrarias de entropía por unidad de tiempo. En cambio, por haber hecho la transición, en ese mismo punto tiene un grado de alejamiento menor (δ_2) del nuevo equilibrio e_2 , y sólo está produciendo dos unidades.

convierte en mórula, luego en blástula, feto, niño, adolescente, adulto, anciano. Cada uno de estos estadios tiene una estructura tan característica, que un forense puede determinar con bastante exactitud la edad de un cadáver. Este ejemplo nos permite ver otros aspectos de las crisis:

1) Tras funcionar y llegar a una "crisis", una mórula no se desintegra en el "caos", sino que hace una transición a otra estructura distinta (blástula), que también tiene una estructura ordenada y que también funcionará hasta llegar a otra crisis (gástrula) y así sucesivamente.

2) Por eso un feto no es una mórula gigante, sino otra estructura, con otras propiedades, y un adulto no es como un bebé sólo que de mayor tamaño. Juzgado como huevo fecundado, la estructura del adulto "no tiene sentido".

3) En primera aproximación, resulta paradójico y hasta mágico que lejos del equilibrio, cuando una estructura (mecánica, arquitectónica, biológica, social) se hace más inestable, más a punto de descalabrarse ... y se descalabra, surge como por encanto una nueva estructura con un altísimo nivel de organización, que requiere una enorme cantidad de información, sobre todo si tenemos en cuenta que desde los estudios de Shannon se sabe que la información "cuesta" energía libre.

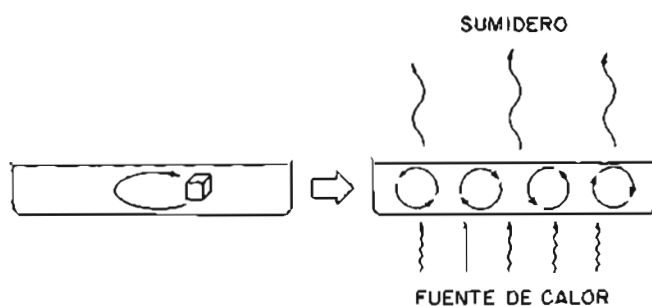
Nadie nos creería si le dijéramos que, por azar, las moléculas más veloces del aire de una habitación coincidieron en penetrar en un globo desinflado que había sobre la mesa y lo inflaron, o que las moléculas de una mesa coincidieron en la dirección en que se agitaban térmicamente y la elevaron a dos metros del piso; estos fenómenos comportan un alejamiento tan grande del equilibrio que su pro-

babilidad es despreciable: para todo fin sensato son imposibles.

Sin embargo, quien riegue su jardín con una manguera verá que al incrementar el desequilibrio (abriendo más la llave para que la presión del agua suba muy por encima de la atmosférica) el chorro se ordena en abanico, o se parte en dos sub-chorros, o forma un cono, u otro arreglo que sería impensable cerca del equilibrio.

Un caso particularmente interesante para entender lo biológico, es el de los sistemas sometidos a una situación en la que no se pueden equilibrar jamás. Por ejemplo, el sistema que se ilustra en la figura 3 está intercalado entre una fuente y un sumidero. Si su desequilibrio con la fuente disminuye, su desequilibrio con el medio aumenta y viceversa. En un sistema intercalado similar al de la figura 3, Bénard analizó el flujo de calor desde la fuente al sumidero, que al llegar a cierta temperatura da lugar a la formación de celdas en las que las moléculas de agua (del orden de 10^{22} por cada mililitro de agua) giran coordinadamente. Este ordenamiento se producirá con toda regularidad cada vez que se repitan las condiciones. Es decir, lo que era un improbable-imposible cerca del equilibrio, tiene probabilidad 1 (es una ley) cuando el sistema se aleja de él.

FIGURA 3



Izquierda: un recipiente contiene agua en equilibrio. La posibilidad de que las moléculas de agua dentro de un volumen como el representado por el cubo, tengan fluctuaciones térmicas y se pongan a girar en conjunto, coordinadamente, es demasiado remota (imposible). Derecha: cuando se intercala el mismo recipiente (sistema intermedio) entre una fuente que entrega calor y un sumidero que lo absorbe y disipa, se puede llegar a una situación en la que las moléculas de agua se ponen a rotar como se indica.

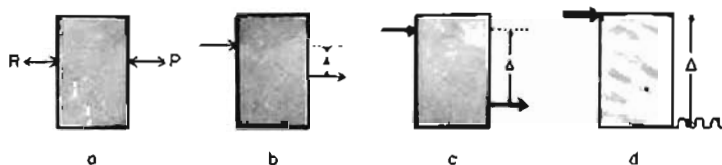
La figura 2 también indica que, si el proceso con equilibrio en e_1 no hubiera hecho una transición, estaría muy alejada de dicho equilibrio (δ_1 sería muy grande) y estaría produciendo seis unidades de entropía (curva segmentada). En cambio, por haberla hecho y tender ahora al equilibrio e_2 , está más cerca de este equilibrio y produciendo sólo dos unidades de entropía.

Advirtamos que tras el equilibrio e_2 puede haber otras transiciones y otros equilibrios. Justamente, como mencionábamos más arriba, un organismo biológico sufre una serie de transiciones desde su etapa de huevo fecundado hasta la de anciano senil, que normalmente se recorren en forma regular. Sería grotesco que un bebé tuviera un sistema de homeostasis tan perfecto, que compensara y corrigiera cualquier variación y le evitara llegar a sucesivas crisis, pues quedaría como un bebé perpetuo. Por el contrario, los organismos parecen estar programados para tener una sucesión regular de crisis.

En un sistema químico el desequilibrio estaría representado por el gradiente de concentración entre reactivos y productos (véase la figura 4). Éste puede ser tan grande que dé lugar a fenómenos con cierto orden, ya sea dentro del reactor (por ejemplo, se ordena en capas de diferente concentración de productos intermedios) o del flujo (por ejemplo, en lugar de ser continuo, puede sufrir oscilaciones periódicas). Los grandes creadores en esta área fueron Belusov, Zabolinsky, Morowitz, y Prigogine y su escuela.

Las contribuciones de Morowitz fueron particularmente interesantes. Primero demostró que el flujo estacionario (de energía o materia) a través de un sistema intermedio, le provoca cambios cíclicos en su interior que lo

FIGURA 4



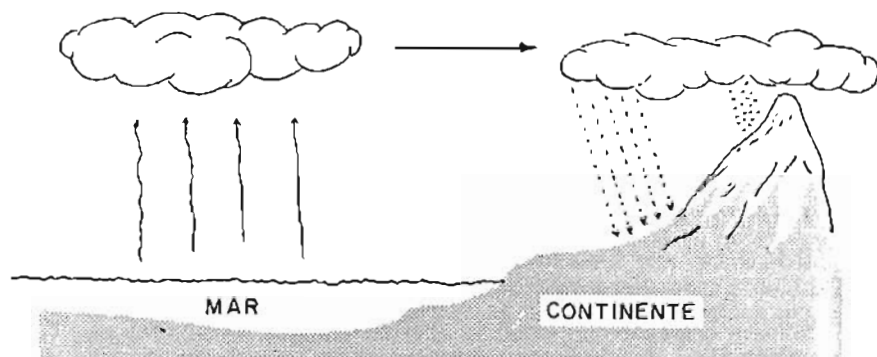
a) La entrada de reactivos químicos (R) y la salida de productos (P) está en equilibrio y no hay un balance neto. b) Si se aplica un desequilibrio (D) se genera un flujo neto de reactivos y productos. c) Si el desequilibrio es mayor, el flujo se incrementará. d) Si el desequilibrio es muy grande, podrían llegarse a observar ordenamientos de las sustancias dentro del sistema (ordenamientos en franjas superpuestas, en espirales, etcétera), periodicidades en la producción, y otros fenómenos estructurados.

hacen más complejo. El caso de Bénard que mencionamos más arriba es un ejemplo de esta situación, pero Morowitz la ilustró con la dinámica del agua de la corteza terrestre (véase la figura 5): si sólo hubiera suministro de energía solar el agua acabaría por evaporarse totalmente; si sólo hubiera disipación de calor hacia el espacio extraterrestre se congelaría; en cambio, el hecho de que haya un flujo equilibrado, hace que haya agua líquida (lluvias, ríos, lagos, mares), en estado de vapor (nubes) y en estado sólido (nieve, hielo).

Morowitz también demostró que esto es válido para sistemas químicos. El flujo de energía solar hace que los electrones de ciertas moléculas se exciten y tengan mayor reactividad, participen en enlaces con otras y formen compuestos que, con la absorción de más energía solar podrán también activarse y formar compuestos más complejos, o bien descomponerse y decaer. El flujo de energía provoca así una dinámica de la biosfera en la que se forman y desintegran moléculas de una variedad muy grande.

Estos ciclos son acoplables: los pobladores asentados en la ladera de una montaña (véase la figura 5) podrían usar el potencial del agua de un río para generar electricidad, y vender así otro tipo de desequilibrio: el que existe entre las dos terminales de un enchufe (110-220 volts). Aprovechando la tendencia homogeneizante de la

FIGURA 5



La biosfera constituye un sistema intermedio, similar al de la derecha de la Figura 3, en el que la fuente de calor es el Sol y el espacio exterior es el sumidero. El flujo de calor a través del sistema evapora el agua, produce nubes, lluvias, nevadas y ríos que regresan el agua al mar. Vemos nuevamente que el flujo estacionario de energía a través del sistema, le provoca ciclos materiales que lo estructuran en una organización mucho más compleja que la que tendría si el agua sólo recibiera calor solar y se evaporara totalmente, o si sólo se disipara calor hacia el espacio exterior y se congelara.

naturaleza, los moradores permitirían que el exceso de electrones en una terminal llegue a la otra terminal, pero pasando a través de circuitos de tostadoras, focos, tornos, secadores de cabello, computadoras. La organización del poblado podría alcanzar así niveles de complejidad muy altos, "pagados" energéticamente por el Sol a través del flujo de agua en el río y de la planta de electricidad.

Pero no podemos concluir de aquí que toda transición se hace hacia una estructura mejor, que funcione más eficientemente. "Cambio es una cosa, progreso es otra. Cambio es inevitable, progreso está sujeto a controversias" afirmaba Bertrand Russell. La transición puede ser hecha hacia una estructura más apta, pero lo más común es que se haga hacia lo patológico o hacia la muerte. Justamente, la evolución es la historia de las especies que pudieron hacer una serie de transiciones útiles y ventajosas antes de que todos sus individuos llegaran a la muerte; pero es bueno recordar que alrededor de cada veintiséis millones de años hay una gran extinción de especies, que el 99% de las especies que han habitado el planeta se han extinguido, y que todos los organismos aún vivientes habrán de morir.

Caos

En lo que va del texto hemos tocado sin detenemos dos puntos que ahora se tornan importantes: 1) la cantidad de variables de los sistemas biológicos y la complejidad de los acoples entre los procesos que son tan grandes, que si bien los biólogos los aislamos para su estudio (el potencial de acción de un nervio,

el metabolismo de la glucosa, la secreción de aldosterona, etcétera), comprobamos que cuando están integrados al sistema biológico real, no siempre se comportan como lo habían hecho aisladamente; en suma, que los sistemas biológicos son formalmente complejos. 2) Sin embargo, su dinámica caótica no es una situación totalmente desprovista de orden, sino que a lo sumo escapa al concepto o tipo de orden que imperaba antes de la crisis. Pero, ¿cómo entender el caos? ¿cómo encontrar el orden de algo que escapa a nuestro concepto de orden? ¿Cómo encontrar las leyes que rigen en ese aparente galimatías racional?

Aún no podemos responder, pero es claro que el análisis de los sistemas dinámicos que no alcanzan un equilibrio "clásico" de quietud, ni tienen procesos que sigan una dinámica lineal, sino que enfrentan bifurcaciones y tienen estructuras fractales, constituye un nuevo enfoque, del cual nos limitaremos a dar algunos ejemplos biológicos.

Si registramos con mucha precisión algún parámetro biológico, digamos la glucemia, veremos que se trata de un nivel aceptablemente estable, pero que, así y todo, no es constante, sino que presenta pequeñas variaciones más o

menos irregulares. Esas irregularidades no se deben a errores de la determinación, sino a que, en cada momento, el nivel de glucosa en sangre refleja la función de una multitud de mecanismos fisiológicos que lo modifican: la absorción intestinal, la captación por las células de todo el organismo, su conversión en glucógeno en hígado y músculos, la conversión inversa, la función pancreática, la tiroidea, la suprarrenal, la variación, la variación de los niveles de sodio fuera y dentro de la célula que modifican la operación de los acarreadores sodio-glucosa, etcétera. Cada mecanismo de control necesita de cierto desvío para "despertarse" y entrar en función: es necesario que el nivel de glucosa en sangre se eleve un poco para que el páncreas se active y la descienda, por el contrario, la activación de la suprarrenal está condicionada a que la glucemia baje un poco. Esta es, desde luego, una situación inherente a todos los parámetros controlados por circuitos de retroalimentación.

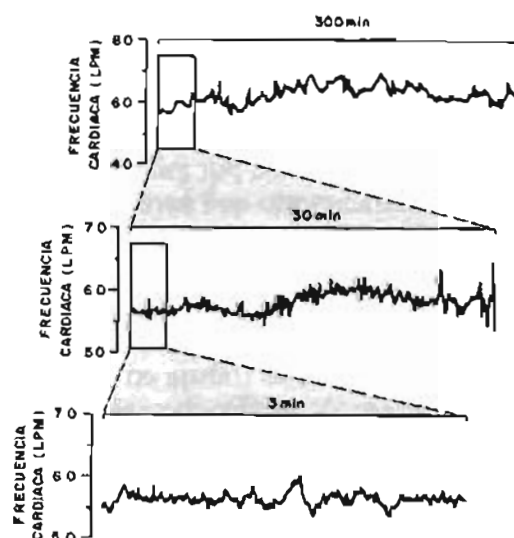
Análogamente, si registramos otros parámetros (el nivel de sodio en plasma, el electroencefalograma, el electrocardiograma, el potencial eléctrico de las membranas celulares, la temperatura) constataremos que ellos tampoco se aquietan en un estado estacionario sereno, sino que tienen irregularidades parecidas a las que acabamos de mencionar.

Cuando se trata no ya de niveles estables, sino del trabajo cíclico de algún órgano, por ejemplo del corazón y más concretamente su ritmo de latidos, observaremos, de nuevo, que existe cierta variabilidad. Ari L. Goldberger hizo un análisis espectral de estas variaciones, y observó que fluctúan de una manera compleja aun en sujetos normales en reposo (véase la figura 6); que la forma de esta fluctuación resulta similar a lo largo de varias escalas de tiempo, fenómeno que es típico de los sistemas caóticos. Más aún, si Gold-

berger hacia esas mismas determinaciones en sujetos con ciertas afecciones cardíacas, recogía trazados más regulares (véase la figura 7b) y si la afección era muy grave, *premortem* digamos, el trazado resultaba aún más "ordenado", en el sentido de que no presentaba la variabilidad de los sujetos normales (véase la figura 7c). En una palabra, la variabilidad del trazado no se debe a "ruido", sino a una situación fisiológica. El cambio conceptual es aquí ostensible: hasta hace poco tiempo, con el concepto de salud basado en el equilibrio, uno hubiera dicho que la persona cuya actividad cardíaca es como la que se muestra en la figura 7c gozaba de mejor salud que la del registro 7a.

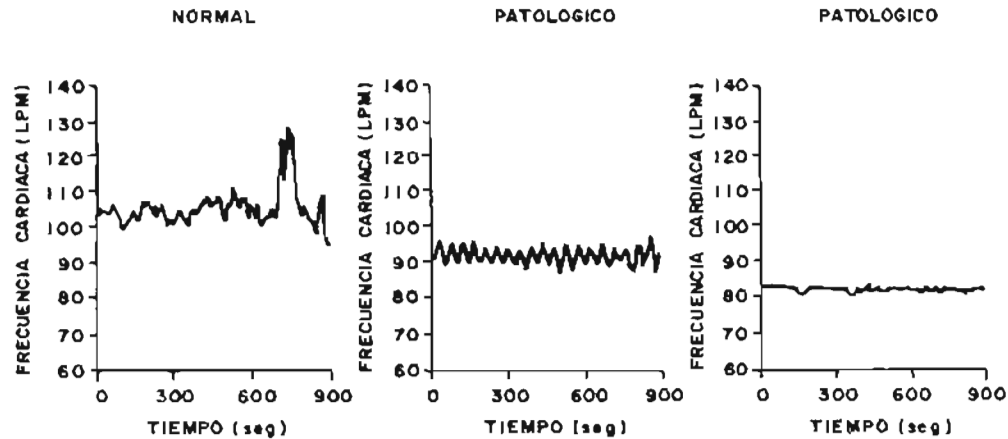
El aspecto caótico de los procesos biológicos no se limita a los niveles fisiológicos ni a las funciones cíclicas que acabamos de mencionar, sino que se observa también en la propagación de las epidemias, en la progenie de los camarones a lo largo de sucesivas ge-

FIGURA 6



Oscilaciones de la frecuencia cardíaca (en latidos por minuto) a lo largo del tiempo. Advuértase que las formas de estas oscilaciones se repiten a varias escalas temporales. Así, cuando un segmento de estos trazados (rectángulo en el registro superior) se amplifica diez veces (centro) o un segmento de esta amplificación se vuelve a amplificar otras diez veces (registro inferior) se observa el mismo tipo de variaciones (simplificado de Goldberger, 1991).

FIGURA 7



De izquierda a derecha. Registros de la frecuencia cardíaca (latidos por minuto) en un sujeto normal, en un cardíopata y en un cardíopata grave (simplificado de Goldberger, 1991).

neraciones, en la distribución de árboles en los bosques y en cuanto sistema se lo ha buscado.

Todo hace pensar que estamos entrando a una nueva etapa, adoptando un nuevo paradigma de lo biológico pero, por ser tan actual, resulta prematuro hacer generalizaciones.

Los marcos conceptuales y la labor de investigación

Einstein ha dicho que la propiedad del universo que más le maravillaba era su comprensibilidad, en el sentido de que cualquier problema, por más enigmático y contradictorio que parezca podrá explicarse tarde o temprano. Explicita o tácitamente todos los investigadores comparten el mismo punto de vista o alientan las mismas esperanzas. Esto hace que cada uno trabaje en su campo y se encoja de hombros al oír hablar de posibles incongruencias y violaciones de los postulados de la ciencia, sobre la base de que "ya se aclarará". Para ilustrar esta forma de operar de los investigadores, nos referiremos a dos ejemplos muy conocidos:

1. En el siglo pasado Du Bois Raymond descubrió que una membrana biológica disecada y montada a manera de diafragma entre dos cámaras que contienen la misma solución, establece

entre ambas una diferencia de potencial eléctrico. Hacia principios de este siglo Galeotti postuló que ello es debido a que la membrana es más permeable al sodio de afuera hacia adentro que en el sentido inverso. Su hipótesis fue atacada porque parecía en flagrante violación de los principios de la termodinámica. Y aquí viene el partea-guas al que nos queremos referir: por un lado se llegó a pensar que eso se debe a que los sistemas biológicos no obedecen a las leyes de la física, posición que, ni más ni menos, equivale a aceptar el "principio vital" descartado hace más de un siglo; pero por otro lado, la mayoría de los biólogos, en total ignorancia de las dificultades teóricas que mencionamos, siguieron trabajando y encontrando enzimas, ordenamientos de membranas, y acoples entre flujos y fuerzas que finalmente aclararon la contradicción. El "ya se aclarará" quedó justificado.

2. Se fueron encontrando propiedades moleculares (ejemplo, la capacidad catalítica del RNA) y reacciones (la mutación espontánea de RNA artificial) a través de las cuales pudieran haberse formado las primeras moléculas de RNA, de proteínas y de DNA con ayuda de arcillas y metales catalizadores, y hoy se tiene un panorama bastante aceptable de cómo pudo ha-

berse originado la vida en el planeta.

La mayoría de los científicos que lograron estos conocimientos ni se enteró de las dificultades conceptuales. Más aún, las disquisiciones teóricas y los esfuerzos por resolver los dilemas, que se hicieron paralelamente a esos avances experimentales, fueron apareciendo en revistas que no son siquiera consultadas por la mayoría de investigadores. Peor aún, muchos de los investigadores que trabajan en estos temas consideran que los planteos teóricos y el temor de que lo biológico resultara no ser explicable por lo físico, no son más que bizantinismos puesto que, al fin y al cabo, el trabajo de bioquímicos, biofísicos, fisiólogos y paleontólogos fue brindando una explicación detallada de cómo sucedieron las cosas: "se aclararon por sí solos".

De manera que cuando al presentar estos temas nos referimos a etapas conceptuales basadas en el equilibrio, el estado estacionario, las crisis y el caos, no estamos describiendo momentos históricos en los que la comunidad de biólogos fue cambiando sus marcos teóricos ni su forma de trabajar. Ni siquiera creemos que se haya percataado de las transiciones de una etapa a otra. Menos aún queremos implicar que, aquellos que se mantuvieron al corriente de los cambios de planteo, modificaran apreciablemente su forma de operar. Es como si la investigación científica se manejara dentro de un marco teórico eminentemente práctico, restringido a los planteos necesarios para encontrar más "hechos" dentro de un tema limitado e independiente del cuerpo de la ciencia, y que, en cambio, la sistematización del conocimiento sólo le concerniera al epistemólogo que trata de ordenar los planteos *a posteriori*.

Lecturas recomendadas

Blanck-Cereijido, F. y Cereijido, M., "La Vida, el Tiempo y la Muerte", Fondo de Cul-

tura Económica, México, 1988.

Cereijido, M., "Orden, Equilibrio y Desequilibrio", Nueva Imagen, México, 1978.

Cereijido, M., "Enfoques Termodinámicos de la Vida", en *Segundo Coloquio del Departamento de Matemáticas del CINVESTAV* (J.J. Rivaud, compilador), Morelos, 1981, pp. 27-41.

Cereijido, M., "Termodinámica y Origen de la Vida", en *Correspondencia: Homenaje a Oparin*. (Artís, Casanueva y Chávez, compiladores), Universidad Autónoma Metropolitana, México, 1983, pp. 91-105.

Cereijido, M., Ponce, A. and González Mariscal, L., "Tight Junctions and apical/basolateral polarity", *Journal of Membrane Biology*, 1989, vol. 110, pp. 1-9.

Cereijido, M. and Rotunno, C.A., "Introduction to the Study of Biological Membranes", Gordon & Breach, London, 1970.

Eigen, M., "Molecular Self-organization and the Early Stages of Evolution", *Quarterly Reviews of Biophysics*, 1971, vol. 4, p. 148.

Glass, L. and Mackey, M.C., "From Clocks to Chaos: the rhythms of life", Princeton University Press, 1988.

Goldberger, A.L., "Is the normal heart-beat chaotic or homeostatic?", *News in Physiological Sciences*, 1991, vol. 6, pp. 87-91.

Morowitz, H., "Energy Flow in Biology: biological organization as a problem in Thermal Physics", Academic Press, New York, 1968.

Prigogine, I., "Thermodynamics of Irreversible Processes", Charles C. Thomas Press, Springfield, 1955.

Prigogine, I. and Nicolis, G., "Biological Order, Structure and Instabilities", *Quarterly Reviews of Biophysics*, 1971, vol. 4, p. 107.

LOS ELEMENTOS EN LA TEOGONÍA DE HESÍODO

Claudio A Téllez S*

Instituto de Química
Universidad Nacional Autónoma de México



Hesíodo, siglo VIII a.n.e.

Decir que el espíritu práctico del hombre antecede al espíritu reflexivo, es una afirmación universal. El uso del oro y del cobre data de la prehistoria, y es probable, según afirma J. Foster¹, que éstos fueran los primeros metales

usados por el hombre. En épocas prehelénicas, los egipcios dominaban las antiguas artes químicas y conocían el oro, la plata, el plomo, el estaño, el hierro y el cobre. La cerámica, el tratamiento del vidrio y porcelanas, son testigos del conocimiento químico práctico que imperaba cerca de 1500 años a. C.²

La cultura egipcia fue en muchos aspectos, fuente de la cultura griega, y no es de sorprender que el conocimiento de los metales, de aleaciones tales como el *electrum*, del acuñamiento de monedas, del conocimiento de diversos pigmentos, colorantes y resinas, era ya del dominio de los griegos¹. Dos conceptos fundamentales que llegaron a la cultura occidental, el de elemento y el de átomo, se deben en su elaboración al genio de los griegos, sin negar por supuesto, las influencias de otras civilizaciones que los propios helénicos adoptaron en sus costumbres y sistemas religioso y social.

En la educación química, enseñamos sobre la gran variedad de elementos químicos; analizamos las características físicas y químicas que los caracterizan, vemos semejanzas entre grupos y familias y podemos, en muchos casos, predecir el comportamiento de un elemento determinado, por la observación del comportamiento de los otros elementos de la familia o del grupo.

En este artículo transcribimos lo que indagamos sobre los posibles orígenes del concepto de elemento, tal como surgió en la civilización occidental. Esta noción antecede a la escuela atomística y está íntimamente enraizada en la antigua mitología griega. Lo hacemos con la intención de poner de manifiesto que a través del conocimiento del pensamiento griego de la época antigua, en la aurora de la filosofía, algunos elementos naturales tenían atributos excepcionales en el sistema cosmogónico y teológico. El mito cobra entonces, en este estudio, una importancia fundamental, ya que, ausente de sus connotaciones de fábula, o de ficción, o de leyenda fantástica, por sus cualidades de sabiduría práctica³, por estar entre el consciente y el inconsciente colectivo⁴, por su contenido simbólico, abstracto, tiene un sentimiento profundo⁵ y proporciona un material excepcional para el inicio del estudio sobre la arqueología del concepto de elemento.

Testigos de la afirmación de que algunos elementos tenían atributos excepcionales en el sistema cosmogónico y teológico son los poemas homéricos, rapsodias que pudieron ser compues-

* Con licencia sabática del Departamento de Química de la Pontificia Universidad Católica de Río de Janeiro, PUC-RIO, Brasil.

tas, no antes de la colonización de Quios ni de la fundación de Esmirna (1043-1015 a.C.), y la *Teogonía* de Hesíodo, del campesino poeta, posterior a Homero (s. IX o a fines del s. VIII a. C.). Dos siglos después, cobra nueva vigencia el orfeísmo, y es la época en que aparece Tales de Mileto, quien causó, a nuestro entender, una de las primeras revoluciones científicas que puedan registrarse en la historia y filosofía de las ciencias. En Tales de Mileto, como en los otros filósofos de la escuela jónica, el concepto de elemento aún no maduraba en la transición lenta del mito al logos. Sin embargo, aparece desprovisto de alguna de sus características sagradas, aparece como si fuese un objeto de arte, al principio burdo, tosco, y que, a fuerza de cincelarlo, comienza a aparecer con un significado más preciso, más adaptado a las circunstancias sociales de la época.

Los elementos Tierra, Agua, Aire y Fuego en la Teogonía de Hesíodo

Mazon, traductor de la *Teogonía* de Hesíodo⁶, afirma que el tratamiento de los mitos es, en esa obra, por su naturaleza, un trabajo de recopilación y tema de conocimiento de los antiguos dioses griegos. En sí, la *Teogonía* de Hesíodo, como obra literaria adolece del encanto poético de las obras de Homero. La presencia del mito es más racional, científica y uniforme. En esta narración poética, no podemos pensar en los elementos aire, tierra, fuego y agua, en el sentido que entendemos el concepto actual de elemento, ni en el sentido en que lo definió Aristóteles en su *Metafísica*⁷. Estos sustantivos forman parte del lenguaje, no como componentes decorativos, sino que, representan, según el caso, en mayor o menor proporción, su parcela ontológica, un papel generador de las deidades veneradas, a pesar de la dificultad de ensamblar entre estos dioses y el origen del universo. En este rol, que es motor

creativo de lo sagrado, los cuatro elementos gravitaron en los hombres primitivos y, en esa comunicación con el asombro y con el misterio, pensamos, nació el carácter sacro, divino, como una revelación temerosa a lo desconocido. Mas, ¿cómo se dio esta comunión? No fue por cierto un proceso espontáneo. Fue un caminar lento y tortuoso para adquirir este carácter sagrado, como rápido en la dimensión temporal, fue también su pérdida gradual.

Encontramos evidencias de un materialismo incipiente en los filósofos presocráticos. Estos proponían a los cuatro elementos como generadores de todo lo existente. Platón tuvo el mérito de unificar estas ideas e influenciado por el pitagorismo, postuló la constitución del mundo y la de su alma⁸. Aristóteles influenció la ciencia de la Edad Media; la alquimia era hermética, simbólica y trabajaba la materia, teniendo en cuenta estos cuatro elementos. En la alquimia vemos como renace el carácter sagrado gracias a la influencia de la civilización cristiana-judía.

Tierra

Los dioses inmortales nacen de diferentes fuentes según nos narra Hesíodo, cuando solicita a las hermosas musas de Helicón, le revelen los orígenes de los dioses (Teog. v. 105-197):

“Salve hijas de Zeus, cantad ardentemente. Glorificad el sagrado ser de los mortales siempre vivos, a los que nacieron de la Tierra y del Cielo estrellado, a los de la negra noche y a los que parió el salobre mar”.

En estos primeros versos aparece el par Tierra-Cielo. La Tierra es la madre, la gestadora, el cielo es el padre y el mar, en esta invocación a las musas, tiene el papel de fuente de vida, de alimento, de nodriza, Gea (Gaia), es la tierra, la diosa y principio cósmico, es la Gran Madre de un matriarcado pri-

mitivo, es la diosa de los cretenses que continuó a ser honrada en los altares, resistiendo a las innovaciones religiosas. El par Cielo-Tierra, Urano-Gea, es un par de contrarios, un antagonismo positivo y constituyen la primera hierogamia. La Tierra es fuerza, suministra energía, resistencia, es el "soporte de los seres vivos". De este incesto sagrado transcribimos los siguientes versos (Teog. v. 126-127):

"Tierra primero parió igual a sí misma.

Cielo constelado, para cercarla toda alrededor..."

Hesíodo, el pastor y poeta, solicita en su afán de conocimiento, insistiendo a las adorables musas, que le cuenten sobre el comienzo, quién fue el primero de los dioses y transcribe inspirado el canto (Teog. v. 116-126):

"En el comienzo nació el Caos, puso luego a la Tierra, sostén de los seres vivos, y en las profundidades de la Tierra colocó al tenebroso Tártaro; finalmente al Amor, el más hermoso de los inmortales dioses. Del Caos, Erebo y la Noche negra nacieron. La Noche engendra al Eter a la Luz del Día, los generó fecundada unida a Erebo con amor".

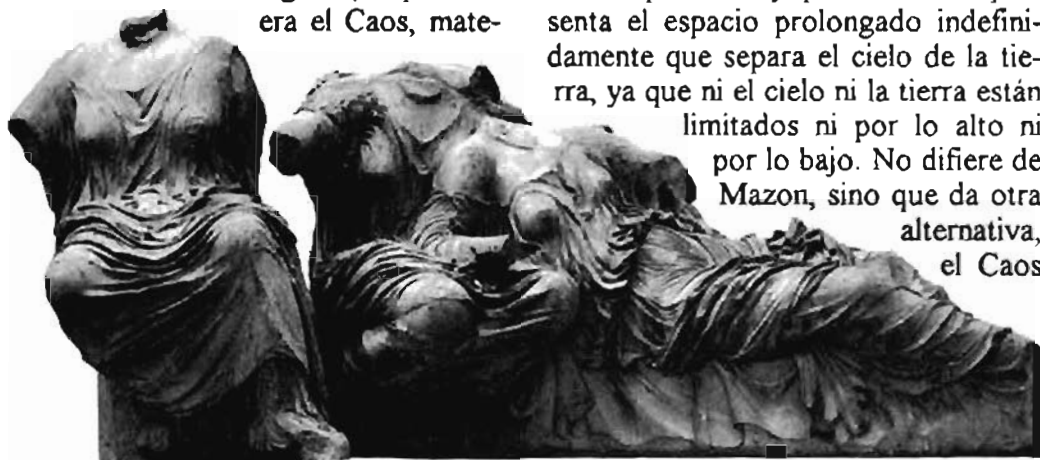
Hesíodo expresa en los versos siguientes que de la unión entre la Tierra y el Cielo, nacieron el río Océano, Cronos y Rea, y estos últimos son los padres de Zeus.

Hesíodo pone de manifiesto que en los orígenes, lo primero era el Caos, mate-

ria prima, mezcla confusa, inicio de un proceso alquímico, de transformación que terminará finalmente en un producto. Del desorden nace el orden. Un análisis erudito de la palabra caos, se encuentra en la obra de J. de S. Brandão⁵, quien establece un paralelo entre la versión bíblica del Génesis, la cosmogonía egipcia y la tradición de la antigua China. Etimológicamente, la palabra caos, en griego significa abertura, espacio inmenso y tinieblas. Kirk y Raven⁹, anotan que la palabra caos se deriva de la raíz XA, que significa "abertura", "resquicio", "bostezo", y que interpretando el verso 700 de la *Teogonía*, podría concluirse que describe a la región intermedia entre el cielo y la tierra en sí, y no el acto de la separación que lo origina, imaginando el caos negro y ventoso.

Hesíodo no expresa que del Caos haya nacido la Tierra. La aparición de la Tierra es un misterio, como misteriosa es la existencia. Nos queda la duda, de si la interpretación de Hesíodo, que transcribe las dulces palabras de las musas del Helicón, estaría de acuerdo con la interpretación posterior de los escritores cristianos acerca del estado de confusión que existió antes de la creación. ¿Tenía en Hesíodo el Caos un significado de deidad? Para los cristianos el principio es Dios. Para Anaxágoras todo era confusión y desorden. La interpretación de Mazon⁶, es que para los griegos, caos significa un abismo profundo y que Hesíodo representa el espacio prolongado indefinidamente que separa el cielo de la tierra, ya que ni el cielo ni la tierra están

limitados ni por lo alto ni por lo bajo. No difiere de Mazon, sino que da otra alternativa, el Caos



Las Parcas: Cloto, Laquesis y Atropos (Museo Británico, Londres).

para Hesíodo, podría significar un ente abstracto, anterior a los dioses, ocupando un espacio inmenso y oscuro. La idea de confusión y de desorden, no puede ser interpretada como el grado de ordenamiento de la materia, cualesquiera que ella sea, en superficies, elementos de volumen o en espacios de diferentes dimensiones y equipotenciales en energía. Entropía era una palabra que no tenía en la antigüedad el sentido que nos entrega ahora la física moderna. Primero el Caos, luego la Tierra, no es una idea que en su esencia haya perdido validez. En ese orden, Caos, luego Tierra, el elemento material femenino cobra gran importancia.

Terra Mater, Petra Genitrix, son conceptos que discutió Mircea Eliade¹⁰, en su libro *Herreros y Alquimistas*, exponiendo que son creencias desde la mitología lítica. La imagen material que proyecta M. Eliade es el "amadurecimiento" de las piedras y de los minerales en las entrañas de la Tierra, en cambio, la imagen mítica, indica la creencia de que los hombres nacen de las piedras. ¿Podemos desconocer estas ideas pensando que son pueriles e ingenuas? Mudanzas de estado existen en la materia y hoy en día, hay teorías que indican al agua como origen de los seres vivos, por otra parte, el propio proceso de "amadurecimiento" de las piedras, es objeto de estudio de la geología.

Se habla de evolución cósmica, se habla de billones de años atrás, denotando una enorme ambigüedad, hecho que da cuenta de la extensión de nuestro límite intelectual. En este aspecto, estamos en el mismo punto de partida que el huevo órfico.

En los orígenes, según nos narra Hesíodo, reunimos tres sustancias: tierra, agua y éter. La Tierra, después del Caos, cobra importancia en primer lugar. Así como espontánea fue la creación de la Tierra, la Tierra pare espontáneamente al Cielo estrellado, hijo que

después la circunda y cohabita con ella. En la bivalencia sexual Tierra-Cielo, la Tierra da a luz también al Mar infecundo. El Cielo (Urano) y la Tierra, en Hesíodo, representan un dualismo significativo. Este dualismo aparece en la Tabla Esmeraldina (*Tabula Esmeraldina*)¹¹, como superior e inferior, un par de contrarios asimétricos. No existe la simetría especular que afirma J. Torrano¹² encontrar entre el par Cielo-Tierra un plano perpendicular al eje ficticio entre el Cielo y la Tierra, sólo produce el efecto de intercambiar la posición del par sin conseguir una imagen coincidente con la posición primitiva. En Hesíodo, este par de contrarios se unen para generar al río Océano, a Cronos y a Rea, una interesante trilogía. Cronos coludido con su madre la Tierra, le cortó el pene a su padre, el Cielo (mito de la castración) y lo lanzó al mar ondulado, donde boyó eyaculando una blanca espuma de la cual nació Afrodita. A su vez, de Cronos y Rea, nacen Zeus, Poseidón y Hades. Que la noche haya dado a luz al Éter (la atmósfera superior) y al Día, puede considerarse como una de las observaciones más primitivas que el ser humano tomó en cuenta. La Noche también tiene otros hijos. Parió a la odiosa Muerte, a la Suerte Negra y a Trepás. De la oscuridad, diríamos, nace el terror, la angustia, los sentimientos que cargamos atávicamente. Dio a luz al Sueño (Hipnos) y con él a toda clase de ilusiones, y los parió sola, sin dormir con nadie. La cópula está ausente. Entre estos tres elementos: tierra, agua y éter, la tierra aparece como la madre, la gestadora, el útero fecundo, cobrando así en Hesíodo una importancia de gran relieve.

Kirk y Raven⁹ extraen de la *Teogonía* de Hesíodo y de otros textos, la visión geográfica mitológica de la Tierra en el universo de Hesíodo, la cita de estos autores toma los versos 726-729: "En su torno Tártaro un cerco bronceo está fundido, a uno y otro



El Apolo de Piombino, llamado así debido a que se encontró, en 1832, en el mar, cerca de Piombino, frente a la isla de Elba (Museo del Louvre, París).



El nacimiento de Venus, grupo central del Trono Ludovisi (Museo de las Termas, Roma).

lado, en triple muralla, está desparzamada la noche, en derredor de su garganta y encima están las raíces de la Tierra y del mar estéril". La circunvolución de la Tierra por Océano, está indicada en el texto de Kirk y Raven citando los versos de Homero: II.c.XXI, v. 194 y II.c.XVIII, v. 607. En esta última cita se describe la fabricación del escudo de Aquiles por Hefestos: "en la orla del sólido escudo representó la poderosa corriente del Océano". La separación del cielo y la tierra está indicada en las citas de la *Teogonía* de Hesíodo v. 695, donde Zeus lanza rayos contra los Titanes: "... Como si Gea y el ancho Urano se estuvieran juntando arriba..."

Referentes a la fecundidad de la Tierra, Kirk y Raven⁹ aluden al mito de la castración de Urano.

Agua

Del coito entre la Tierra y el Cielo nace Océano. La Tierra pare al Mar infecundo, hijo de padre desconocido. Para Hesíodo, el mar era ora estéril, ora capaz de procrear. Si tomamos tácitamente lo escrito, alusiones a esta infecundidad del mar se encuentran

también en los poemas homéricos. De hecho, dada la difusión de los poemas homéricos entre los griegos, parece que la frase "mar infecundo" obedece a un dictado popular. Cabe hacer la pregunta si esta infecundidad del mar es a fruto de comparación con la tierra, que es fuente germinativa, la tierra de donde nace el árbol benéfico y las plantas, o bien, si no es simplemente un problema de estética literaria, de retórica, en una de sus múltiples metáforas, casi en forma de una muletilla gastada y repetida.

En la *Teogonía* de Hesíodo, cuando el Mar es capaz de procrear, de entregarnos su descendencia, genera a Nereo, sincero y franco, el mayor de sus hijos (Teog. v. 233-236). El Mar en unión con la Tierra genera al gran Thaummas (el Espanto), al valeroso Phorkys, a Keto la de los bellos tobillos y a Eurybia que en las entrañas tiene el ánimo del acero.

Nereo es una deidad de paternidad conocida, de Pontos, el elemento marino. De su madre no se hace mención, pero seguramente era la Tierra. ¿Qué representaba Nereo en la mitología griega? Sabemos que simbolizaba el mar calmo, sin borrascas ni temporales vio-

lentos. Nereo era un dios bondadoso, contemporáneo de Cronos y primero que Poseidón en los altares griegos, la otra personificación del elemento marino, agua, como benefactor en una de sus simbolizaciones.

Otro hijo de la unión hierogámica de la Tierra con el Cielo, es el divino Titán Océano, y éste es el gran río de los griegos. De acuerdo con J. de S. Brandão⁵, el significado de Titán es, probablemente, "soberano, rey", y de acuerdo a P. Diels¹³, los titanes simbolizarían las fuerzas brutas de la tierra, adversarios de Zeus. Podemos aventurar una conclusión diciendo que tenemos en la representación del elemento agua, a través de Océano, las características de dominación y despotismo.

Océano en su manifestación natural, interpretase como el material líquido que rodea a la Tierra y al Cielo y de donde salen las nubes. Nueve partes de este gran río se dispersan por la tierra, y la décima va a las profundidades llegando hasta el infierno. Esta décima parte es el río Estigia (Styx), hija del divino Océano (Teog. v. 7550). Styx, por su nombre significa horror, abominación. Sus aguas son sagradas y por ellas juran los dioses del Olimpo. Zeus envía a Iris, la hija de Thaumás y de Elektra, la de los pies rápidos, a buscar el agua de la Stix para el juramento, y llevará el precioso líquido en un cántaro de oro. (Teog. v. 755-790).

Océano es el padre de todos los ríos, los cuales, según Hesíodo, fueron generados por Tetis. "Tetis generó de Océano los ríos rodopiartes" (Teog. v. 337-345). Océano tiene una descendencia numerosa y representó el poder masculino (J. de S. Brandão)⁵. La concepción de Océano como un río circular, un río serpiente que rodea la Tierra, tiene un análogo en la mitología de la isla grande de Chiloé, mitología que se extiende desde Puerto Montt hasta los canales de Aysén en la Patagonia chilena. Los indios huillines, creían que el agua, la fuerza poderosa, tiene

su origen en la serpiente *Coicoi-vilú* (Co = agua, vilú = serpiente).¹⁴

Hijo de Cronos y de Rea, hermano de Zeus, Poseidón es citado en los primeros versos de la *Teogonía* (v. 15): "... y Poseidón que sostiene la tierra y hace temblar al suelo...". Es también citado entre los versos 729-733: "Allí, los dioses Titanes sobre la oscuridad nebulosa, están ocultos por los designios de Zeus amontona nubes, región fétida en los confines de la tierra prodigiosa. No tiene salida. Impónesle Poseidón puertas de bronce y de lado a lado recorre la muralla".

De hecho, de la *Teogonía* de Hesíodo, poco podemos concluir sobre Poseidón, a no ser que era el causante de los temblores y terremotos que ocasionaba con los golpes que daba con su tridente. (Teog. v. 441-442, 456-457): "... y suplican a Hécate y al tronante Tiembla-Tierra...", "Con impiedoso corazón, el tronante Tiembla-Tierra...".

Poseidón tiene una gran importancia en los poemas homéricos. En la *Iliada*, se presenta como un dios colérico y rebelde contra su hermano Zeus, no mantiene una distancia razonable con los humanos para hacer prevalecer su jerarquía divina, y esto se debe, seguramente a la propia génesis de Poseidón.

Del amor entre Poseidón y Anfítrite, nace el Tritón violento y grande, que habita en el fondo del mar con su madre y regio padre en un palacio de oro (Teog. v. 930-933). Jean-Pierre Vernant¹⁵, cita a F. Schachermeyr: "*Poseidon und die Entstehung des Griechischen Götterglaubens*", apuntando que la prehistoria de Poseidón muestra que, antes de reinar en el mar, era un Poseidón equino. Hippos asociaba entre los pueblos griegos a todo un complejo mítico caballo-elemento húmedo, caballo-aguas subterráneas.

Afrodita, según nos narra Hesíodo, nació del semen de Urano, cuando el pene de este dios fue cortado por Cronos y lo lanzó al mar donde boyó pro-

duciendo abundante espuma. Afros es “espuma”, y según acota J. de S. Brandão⁵, la palabra tuvo influencia en la creación del mito de la “diosa nacida de las espumas”, sin embargo, según el mismo autor, Afrodita desde el punto de vista etimológico, no posee ninguna relación con Afros y pone de relieve que se trata de una divinidad importada del Oriente. Afrodita sería la forma griega de la diosa semítica de la fecundidad y de las aguas fertilizadoras, Astarté.

Se revela en Hesíodo este poder sagrado del agua, este poder fertilizador, germinador, generatriz. En la galería Uffizi, Florencia, encontramos una de las obras más representativas de Sandro Botticelli (1445-1510), “El nacimiento de Venus”. Afrodita (Venus) se representa en esta obra, saliendo de las aguas y sobre una concha marina. M. Eliade¹⁶ apunta que las conchas marinas, caracoles y perlas, son también solidarias de las cosmologías acuáticas y del simbolismo sexual. Una tela de Hierónimus Bosch (1450-1516), cargada de simbolismos e imágenes fantásticas, es el “Jardín de las Delicias”. En esta obra, observamos en tres partes donde se representa agua, símbolos fálicos y de genitales femeninos, evidenciando con gran fuerza la idea de sexualidad. Esta idea está también presente en las parejas que están en el agua.

La diosa Afrodita, asiática de origen, era la diosa del amor, de las fuerzas de la fecundidad.

Fuego, Aire

Las musas cantaban (Teog. v. 71-72): “Él reina en el cielo teniendo consigo al trueno y al rayo llameante”. En los versos 378-382, las musas cantan al aedo Hesíodo: “Aurora generó de Astreu, vientos de ánimo violento, Zéfiro clarificador, Bóreas de veloz caminata y a Notos, en coito amoroso la diosa con el dios, y después despuntando la

aurora parió a la Estrella de la Mañana y a los astros brillantes de que el cielo se corona”.

Prometeo, hijo de Japeto y de Clímene, robó el fuego sagrado y lo dio a los hombres, por tal motivo Zeus lo castigó encadenándolo al medio de una columna. Si bien, el acto del robo del fuego no está bien descrito en los versos que cantan las musas de Hesíodo, la Fuerza, personaje de Esquilo en *Prometeo Encadenado*¹⁷ dice: “Ya estamos en el postrer confin de la tierra, en la región escita, en un yermo sin humanos. Es preciso pues, Hefesto (pies torcido), que cuides de las órdenes que te dio tu padre, y que amarres a este agitador al alto precipicio de esas rocas con invencibles trabas de diamantíneos lazos. Pues hurtó tu atributo, el fulgurante fuego, universal artifice, y lo entregó a los mortales, razón es que de tal culpa satisfaga a los dioses a fin de que aprenda a llevar de buen grado el dominio de Zeus, y cese en sus pretensiones de amor a los hombres”.

En la *Teogonía* de Hesíodo, (v. 820-880), Zeus es el amo del fuego y de los rayos, y enojado lucha contra Tifón, el hijo de la Tierra cuando ésta fue amada por el Tártaro. Tifón con sus cien cabezas divinas de serpiente, en las cuales, sobre las pestañas chispeaba el fuego y quemaba al mirar, fue vencido por Zeus que tomó sus armas, el trueno, el relámpago y el rayo llameante. Zeus lo fulminó, mutilándolo y abatiéndolo y a medida que Tifón es dominado, las llamas salen de él a chorros y aparecen en los valles invisibles de las montañas abruptas, quemando y fundiendo como se funde el estaño en preparados crisoles por el arte de los hombres.

El elemento aire está casi ausente en la mitología griega, a no ser por su alusión al desplazamiento de su masa, a los vientos Zéfiro, Boreas y Noto. La negra Noche engendra al Éter, la atmósfera superior, hijo nombrado pero sin mayor expresión en Hesíodo. Así,

los vientos de ánimo violento, son entre los hijos de los dioses, los elementos de mayor naturalidad y de menor importancia en la escala divina.

El fuego es patrimonio de los dioses, es el objeto más apreciado del celoso Zeus. Por el fuego, Tifón fue enviado al Tártaro brumoso y Prometeo, quien lo dio a los hombres, fue duramente castigado.

Comentarios

La Tierra, entre los cuatro elementos que analizamos, es la que parece cobrar mayor importancia en la *Teogonía* de Hesíodo. Como divinidad, es la madre, la gestadora de otros dioses. Es un principio positivo. Desprovista de su deidad, es el sostén y punto de apoyo de los seres vivos, la fuente que los nutre y alimenta. La Tierra es diosa y es materia. Tiene un hijo, el Cielo (Urano), hijo posesivo y dominante que la cubre en coito incestuoso, hijo rebelde que la somete y domina, preludio no dicho del complejo de Edipo.

De la Tierra nace el Mar, gestado sin amor. En el fondo de la Tierra está el Tártaro, fundiéndose en naturaleza con la Tierra divina, formando parte de su ser, entregándonos el principio de lo negativo, una dualidad antagónica en un solo ser, un dipolo en cuya superficie está la vida floreciente, y en sus profundidades se encuentra lo oculto, el lugar de las tinieblas, misterioso e ignoto, la negación de la existencia, el lugar de los muertos.

El elemento agua también tiene características divinas. Hijo de la Tierra, el Mar (Pontos), planicie infecunda de olas impetuosas, no tiene padre conocido, en cambio, el río Océano fue concebido en unión amorosa con el Cielo. El elemento agua, como mar, es infecundo y como divinidad nos entrega todo su linaje, genera a Nereo, deidad que simboliza las buenas cualidades marinas, y en contraposición, en otra relación incestuosa hijo-madre, el Mar, amante de la Tierra, genera a el gran Thaumás y a otros dioses. Nereo, a su vez, tiene una vasta descendencia y el



Lucha entre Atenea y el gigante Alcioneo. Atenea levanta al gigante tirando de sus cabellos, mientras que Gea -la Tierra- lamenta la muerte de su hijo (Pergamon Museum, Berlín).

Detalle del alto relieve mostrado en la página anterior.



dios Océano, hermanastro de Nereo, es el gran río de los griegos. Esta relación familiar está implícita en la visión geográfica. Tetis generó de Océano los ríos Nilo, Alfeu, Eridano, etcétera, todos los ríos que fluyen fragorosos son hijos de Océano y de Tetis, pero no tienen mayor expresión en la *Teogonía* de Hesíodo. Como parte constituyente de Océano, las aguas del río Styx, son sagradas y por ellas juran los dioses.

El elemento aire es considerado con mayor naturalidad. De acuerdo por donde soplen se dan nombre a los vientos, que son hijos de los dioses. El Éter, hijo de la Noche, es de mayor importancia, representa la atmósfera superior, limpia y diáfana de los amaneceres.

El fuego es patrimonio de los dioses. No es una deidad, es un arma, un elemento para castigar, que Zeus domina como el rayo. Es un objeto precioso, caro, guardado celosamente. No puede ser dado a los mortales hombres por prohibición divina. De la *Teogonía* de Hesíodo, desprendemos la razón de la ira del cronida Zeus cuando lucha contra Tifón, que posee el fuego en sus cien cabezas de serpiente. Comprendemos la irritación de este dios terrible, cuando castiga impiedosamente a Prometeo por haber entregado el secreto del fuego a los hombres, por ser el elemento artífice que permite la fusión de los metales, y por haber promovido un gran paso en la racionalidad

del hombre, en su curiosidad instintiva de conocer, una característica que heredamos de todas las divinidades.

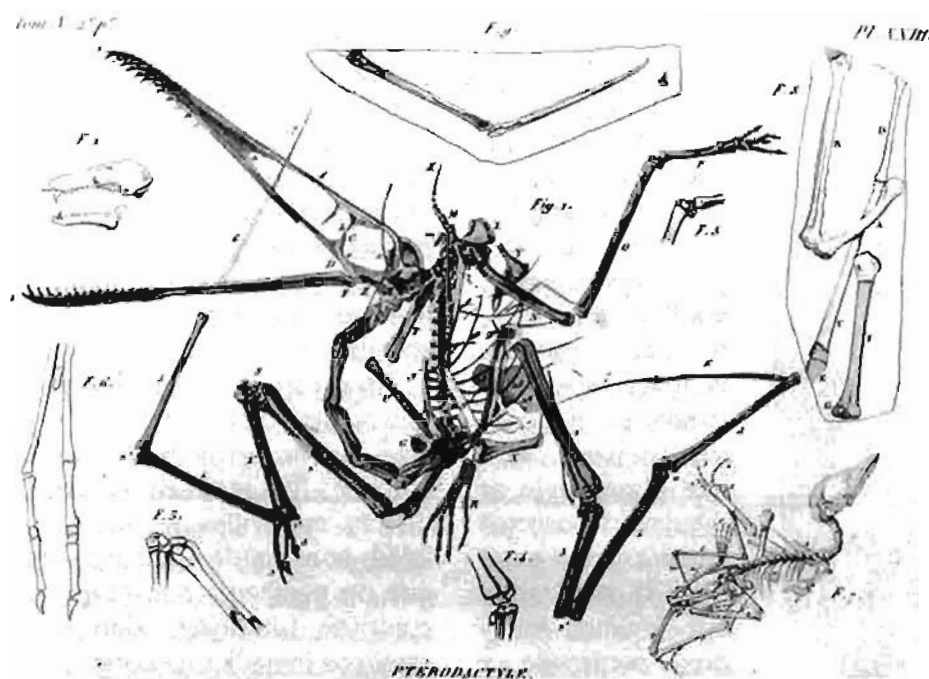
Referencias

1. Foster, J., "Chemistry and Grecian Archeology", *Journal of Chemical Education*, 1933, pp. 270-277.
2. Warren, L.E., "Chemistry and Chemicals Arts in Ancient Egypt. Part I", *Journal of Chemical Education*, pp. 146-153; *Journal of Chemical Education*, pp. 297-302, 1934.
3. Malinowski, B., Citado por J. de S. Brandão en "Mitología Grega". Vol. 1, 2a. edición, Editorial Vozes, Petrópolis, 1986.
4. Jung, C.G., "Aion. Estudos Sobre o Simbolismo do Si-Mesmo", Petrópolis, Editorial Vozes.
5. Brandão, J. de S., "Mitología Grega", Vol. 1, 2a. edición, Editorial Vozes, Petrópolis, 1986.
6. Mazon, P., "Les Belles Lettres" en *Introduction à l'Oeuvre de Hesiod. Théogonie*. Société D'Édition, Paris, 1947.
7. Aristóteles, "Metafísica", 2a. edición, Editorial Aguilar, Madrid, 1967.
8. Platón, "Obras: Timeo", 2a. edición, Editorial Aguilar, Madrid, 1967.
9. Kirk, G.S. y Raven, J.E., "Los Filósofos Presocráticos", Editorial Gredos, S.A., Madrid, 1969.
10. Eliade, M., "Ferreiros e Alquimistas", Zahar Editores, Rio de Janeiro, 1979.
11. Tellez, C., "Conotações do Principio dos Contrários na Ciência Química", *Ciência e Cultura*, 1987, Vol. 38(1) pp. 1797-1803.
12. Torrano, J., "Estudo e tradução de: Hesíodo, Teogonia a Origem dos Deuses", Roswitha Kempf/Editores, São Paulo, 1986.
13. Diel, P., "Le Symbolisme dans la Mythologie Grecque", Editorial Payot, Paris, 1952.
14. Quintana, B., "Chiloé Mitológico", *Rg. P. I.* No. 39985, 1972.
15. Vernant, J.P., "As Origens do Pensamento Grego", DIFEL, Difusão Editorial, S. A., São Paulo, 1986.
16. Eliade, M., "Imágenes y Simbolos", Tauros Ediciones, 1a. edición, Madrid, 1955.
17. Esquilo, "Prometeo Encadenado", en *Obras Completas de Esquilo y Sófocles*, 4a. edición, El Ateneo, Buenos Aires, 1966.

CIENCIA Y ARTE

Enrique Aguirre Carrasco

Biblioteca José María Lafragua
Universidad Autónoma de Puebla



A sí como, con todo acierto, pudo decir Elio Antonio de Nebrija que la lengua ha sido siempre compañera del imperio, puede afirmarse, de la misma manera, que el arte ha sido siempre compañero de las ciencias de la vida.

Muestras egregias de ello atesora en sus estanterías la biblioteca "José María Lafragua" de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla: la colección de estampas de la expedición científica y militar de Napoleón en Egipto, entre las cuales destacan las dedicadas a la flora y la fauna de ese país, realizadas por artistas de la más alta calificación; las bellísimas ilustraciones a colores de la obra monumental de Cuvier sobre los peces y el *Atlas* en dos tomos correspondiente a las *Recherchers Sur Les Osements Fossiles* del mismo Cuvier; los volúmenes de

Audubon sobre las aves de Norteamérica, enriquecidos con las imágenes llenas de vida y color de las más bellas especies de volátiles; los dos atlas producto de la investigación científica de la corbeta *La Bonite* en los años 1836 y 1837, uno a maravillosos colores y otro debido al trabajo de plumas que se antojan dotadas de poderes mágicos; la monumental obra de Jeremías Bateman sobre las orquídeas de México y Guatemala, un reto a la naturaleza misma por el poder humano de crear belleza; los seis pequeños y deslumbrantes volúmenes de la *Flore Medicale* de Chaumeton, Chaumberet y Poirer (1814-1818) que, como un árbol colmado de frutos, se saturan de deliciosas láminas coloreadas.

De la antigüedad nos han llegado dibujos precisos y preciosos, trazados

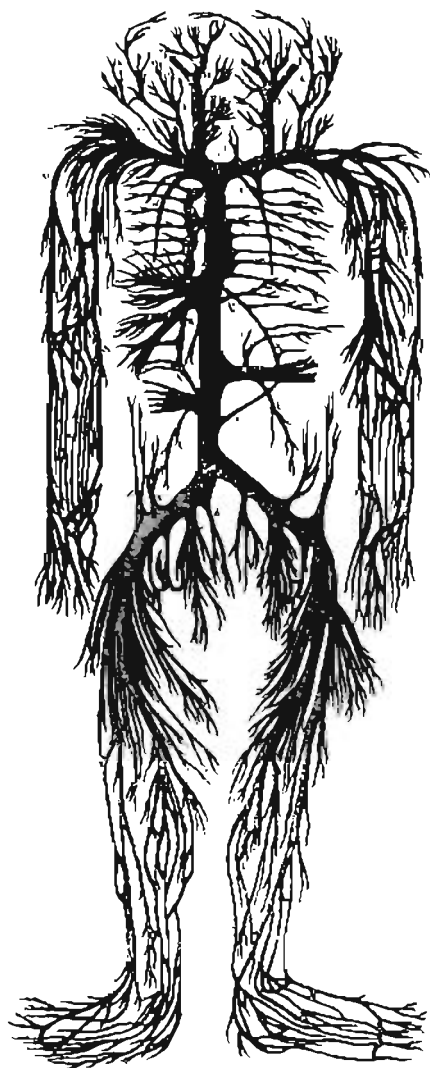
por manos de artistas hábiles, de plantas medicinales para facilitar su identificación. Algunas obras maestras de este tipo buscan ilustrar el famoso herbario de Dioscórides. Del siglo XIII es el *Arte de cazar con aves de cetrería*, manuscrito que perteneció al emperador Federico II, donde varias especies de aves de caza están retratadas con la fide-

lidad y la gracia con que lo haría un experto dibujante de nuestros días.

A partir del renacimiento, y poco después, con la llegada del microscopio, este contacto, yo diría esta confraternidad, se estrecha en una simbiosis fecunda. El grado de virtuosismo con que, por ejemplo, se dibujan los insectos en su aspecto exterior, o mostrando sus órganos internos, sorprende y maravilla. Las historias de la biología están llenas de reproducciones artísticas de esta época. En cuanto a los contactos de la medicina con el arte, se producen en dos sentidos. En uno de ellos la medicina es objeto y tema de la obra de arte; los grabadores y los pintores se inspiran en las dramáticas escenas propias del ejercicio de la profesión médica, con frecuencia en el de los cirujanos o barberos-cirujanos que hacían trepanaciones, operaban hernias, trataban fracturas, extraían la supuesta piedra de la locura en un acto de franca charlatanería, realizaban sangrías, amputaban miembros,

aplicaban cauterios, operaban cataratas y eliminaban cálculos. O bien, en verdaderos cuadros de género, nos ponen frente al lecho del enfermo donde presenciamos a un grupo de médicos en consulta, o frente a una escena de parto, o a otra de disección anatómica, como la que nos muestra el *Fasciculus Medicinae* de Juan Kethan (Venecia, 1491), ilustrado con diez grabados en madera, producto de un arte plenamente renacentista; o nos dan a conocer la vida (y la muerte) en el interior de los terribles hospitales de la época, tal cual lo hace un estremecedor grabado en madera del *Opus Chirurgicum* (1565) de Paracelso. ¿No acude aquí, por acaso, a la mente de quien esto lea la magistral *Lección de Anatomía* de Rembrandt?

En el otro sentido, es la medicina la que recurre directamente al auxilio del arte. Los primeros diseños anatómicos humanos basados en la observación directa, maravillas de precisión y habilidad, son los de Leonardo de Vinci, que no perseguía con ello propósitos curativos ulteriores, sino propósitos estéticos inmediatos: conocer mejor la estructura del cuerpo para representarlo artísticamente con mayor fidelidad, conocimiento y belleza. Pero ahí están, como para indicar que el conocimiento de sus funciones y disfunciones nacía bajo los auspicios del arte y del genio. La anatomía moderna hace su aparición, como es sabido, en el año de 1543 con la publicación del *De Humani Corporis Fabrica* de Andrés Vesalio. Éste era un joven médico de 28 años, y las explicaciones del libro son suyas, pero no los grabados, de una calidad extraordinaria. Ellos son obra de Jean Stephan Calcar, discípulo de Tiziano y uno de los mejores dibujantes que haya habido jamás. Hay quien opina que algunas de las láminas son del mismo Tiziano, a quien Vesalio había conocido en Venecia. Esta conjunción entre el médico y el artista genial es una constante que, en mi sentir, culmi-

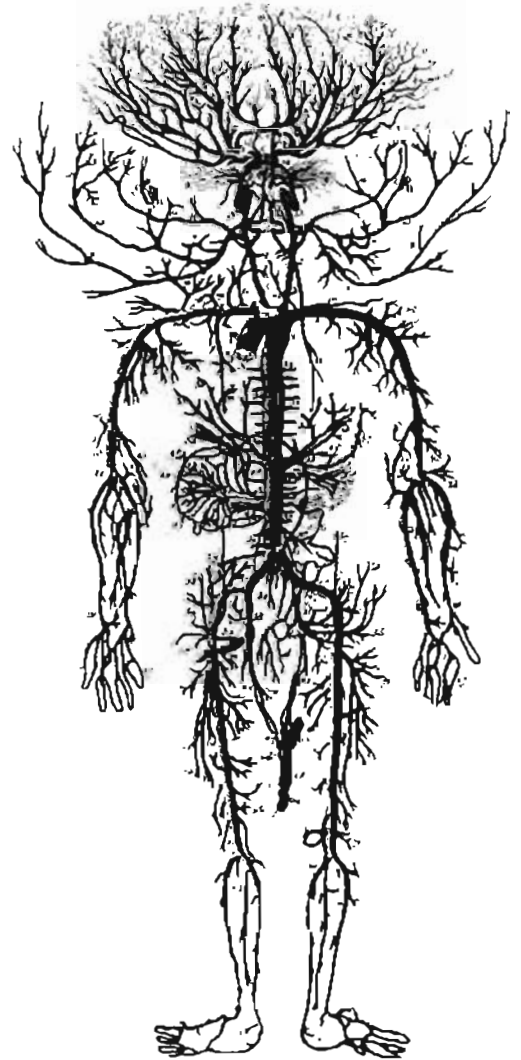


En el otro sentido, es la medicina la que recurre directamente al auxilio del arte. Los primeros diseños anatómicos humanos basados en la observación directa, maravillas de precisión y habilidad, son los de Leonardo de Vinci, que no perseguía con ello propósitos curativos ulteriores, sino propósitos estéticos inmediatos: conocer mejor la estructura del cuerpo para representarlo artísticamente con mayor fidelidad, conocimiento y belleza. Pero ahí están, como para indicar que el conocimiento de sus funciones y disfunciones nacía bajo los auspicios del arte y del genio. La anatomía moderna hace su aparición, como es sabido, en el año de 1543 con la publicación del *De Humani Corporis Fabrica* de Andrés Vesalio. Éste era un joven médico de 28 años, y las explicaciones del libro son suyas, pero no los grabados, de una calidad extraordinaria. Ellos son obra de Jean Stephan Calcar, discípulo de Tiziano y uno de los mejores dibujantes que haya habido jamás. Hay quien opina que algunas de las láminas son del mismo Tiziano, a quien Vesalio había conocido en Venecia. Esta conjunción entre el médico y el artista genial es una constante que, en mi sentir, culmi-

na en el siglo XIX, particularmente en Francia. Dos obras que forman parte de la colección que se exhibe lo muestran plenamente. Se trata del *Tratado Completo de Anatomía del Hombre* del Dr. Bougery con planchas litografiadas a todo color por N.H. Jacob, publicada en trece volúmenes en la primera mitad del siglo XIX, y del *Tratado Iconográfico del Sistema Nervioso*, de Ludovic Hirschfeld con noventa y dos láminas a todo color de J.B. Lwveillw, de 1866. Ambas obras son tesoros artísticos de altísimo valor. Qué progresos pudo haber hecho el conocimiento de la anatomía humana desde la publicación de estos tratados es cosa que corresponde sólo a un médico dar fe, no a un profano en lo que a medicina concierne, pero sí estoy convencido de que las láminas que los acompañan, como obras de arte, difícilmente pueden ser superadas. Y, *last but not least*, son tesoros del arte tipográfico.

De lo anteriormente dicho no debe inferirse que el tema de esta exposición sea el de la relación entre el arte y la medicina; no, éste es simplemente uno de sus aspectos, quizá el más espectacular, pero la verdad es que el mayor número de las obras expuestas apunta igualmente a otras direcciones. Una de ellas es la que desemboca en el número y la calidad de las obras relativas a las ciencias médicas que posee la biblioteca "Lafragua". Lo que está a la vista es sólo una parte sujeta a las limitaciones de tiempo y espacio disponibles, aunque, por supuesto, es una fracción selecta del total, pero ella es más que suficiente, no obstante su carácter parcial, para hacer surgir en la mente la idea de que tan valiosa y rica colección de textos médicos sólo pudo formarse a través de un prolongado espacio de tiempo y gracias a un intenso cultivo científico de la medicina en Puebla. Revela en los médicos poblanos que fueron integrando este legado que nos enorgullece, un deseo de conocer su ciencia en plenitud, en la ple-

nitud de su desarrollo y en la de las etapas de su crecimiento y maduración. No se explica de otro modo la existencia de tal cúmulo de obras representativas de esta marcha ascendente, llena de fascinación y dramatismo, de la historia de la medicina. Se tiene la impresión, al verlas, de que todas las generaciones de médicos que fueron adquiriendo los textos que están ante nosotros, lo hicieron porque cada uno de ellos fue siendo, en su tiempo, lo actual y lo importante, o porque, habiendo dejado de serlo, constituían capítulos de una historia que se sentían obligados a conocer. Es así como encontramos aquí muchas de las obras capitales que representan las piedras miliares en el camino al progreso de la medicina, en el que cada etapa es un capítulo de la más maravillosa, increíble y fantástica de las historias, tan cautivadora para el médico como para el profano, desde las obras de Hipócrates hasta los autores modernos, pasando por las de Galeno, de Fracastoro, de Paré, del excéntrico y genial John Hunter, de Boerhave, de Cabanis, de Claude Bernard, etcétera, y con algunas joyas excepcionales como el tratado de Celso, incunable veneciano de 1497, y las obras de Averroes y las de Avicena en un tomo que formó parte (es el tomo IX) de los varios que integran una edición hecha en Venecia en 1560.



INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA EN UNA ZONA MARGINADA DEL ESTADO DE PUEBLA

Jesús Francisco López-Olgún

Departamento de Investigación en Ciencias Agrícolas
Instituto de Ciencias
Universidad Autónoma de Puebla

La agricultura mexicana se caracteriza por sus contrastes entre regiones. Hay diferencias respecto a la topografía de los terrenos, humedad, calidad de las tierras, condiciones socioeconómicas de los productores, área de cultivo por productor, disponibilidad de crédito, asesoría técnica, acceso a la comercialización de productos, etcétera; estos factores determinan la tecnología agrícola para cada región. Así, podemos identificar, desde una agricultura desarrollada en las mejores tierras de riego, con fuertes cantidades de agroinsumos (fertilizantes, mejoradores de suelos, insecticidas, fungicidas, herbicidas y enzimas) hasta la agricultura tradicional o de subsistencia que se practica en regiones marginadas, en terrenos con fuertes pendientes, subordinada a un temporal errático, con poca o nula fertilización química y, por ende, con rendimientos bajos.

El contraste tecnológico y del nivel de desarrollo entre estos dos sistemas de producción se acentúa cada vez más, debido a que las instituciones de apoyo e investigación agrícola centran su atención en resolver los problemas de la agricultura tecnificada y prestan escasa o nula atención a la problemática de la agricultura de subsistencia. Esta situación, combinada con una pobre respuesta productiva del ecosistema en la agricultura tradicional, va disolviendo las relaciones del campesino con la naturaleza, obligándolo a depender cada vez más de la venta de su fuerza de trabajo en otra región agrícola o en

zonas urbanas para poder sobrevivir.

Pensamos que es importante desarrollar investigaciones orientadas a la generación de paquetes tecnológicos para el incremento de la productividad agrícola de las regiones más pobres, tomando en cuenta su factibilidad desde los puntos de vista agroecológico, socioeconómico, cultural y ambiental.

El Departamento de Investigación en Ciencias Agrícolas del Instituto de Ciencias de la Universidad Autónoma de Puebla (DICA-ICUAP), desarrolla estudios en una región donde se practica la agricultura tradicional. En este trabajo se presentan las bases y la estrategia de investigación del DICA-ICUAP para la generación de tecnología de producción en una zona marginada del estado: la Sierra Norte de Puebla, haciendo referencia, a manera de ejemplo, a un proyecto sobre generación de tecnología autóctona para el combate de plagas del maíz, que se desarrolló en esa región.

Productividad agrícola en la Sierra Norte de Puebla

La Región de Teziutlán se localiza entre los 19° 37' y 20° 14' de latitud norte y los 97° 08' y 97° 46' de longitud oeste, donde se ubican veintitrés municipios del estado con una área aproximada de doscientas setenta mil hectáreas. Está comprendida dentro de dos provincias fisiográficas: la Sierra Norte de Puebla, que es parte de la Sierra Madre Oriental, caracterizada por su conformación netamente montañosa con alti-

tudes entre los mil y tres mil metros sobre el nivel del mar (msnm); y la del Declive del Golfo, inmersa en la llanura costera del Golfo de México con altitudes entre los doscientos y mil msnm.

En la región se produce principalmente café, naranja, manzana, nuez, ciruela, plátano, pera, durazno, limón, pimienta, maíz, haba, papa, caña de azúcar y hortalizas en pequeños huertos. De éstos, el maíz es el producto de mayor importancia socioeconómica debido a que es el principal componente alimenticio de la dieta de sus habitantes.

La tecnología que se practica para el cultivo del maíz es del tipo tradicional. Cada familia siembra en promedio una hectárea de maíz criollo regional y la cosecha se utiliza en su mayor parte para autoconsumo. Esta tecnología consiste en:

- Rosatumba y pica. Labor que consiste en “barrer” con el machete las hierbas y arbustos, “tumbar” con el hacha los árboles y por último se “pican” y distribuyen los residuos vegetales por todo el terreno para su biodegradación.

- Siembra. Se realiza en forma manual con ayuda de un palo con punta llamado “coa” con el cual se hace un hoyo en la tierra, donde se depositan cuatro semillas.

Otras labores que se realizan son deshierbes, aporque, que consiste en cubrir de suelo la base del tallo para proporcionar mayor sostén y área de absorción de nutrientes a la planta, dobla de la planta de maíz por debajo de la mazorca para evitar la entrada de agua de lluvia al grano, y cosecha. La mazorca se recolecta con todo y hojas y se almacena en un lugar seco y cerrado (troje).

En la región el maíz se produce en función del régimen de lluvias y de la humedad residual del suelo. Así, se establecen dos ciclos de cultivo: uno de enero a junio o *tornamile* (palabra náhuatl que significa “milpa de sol”, y el

otro de julio a diciembre o *xopamile* “milpa de agua”, por lo que se obtienen dos cosechas al año.

Estrategia y Bases de Investigación

El DICA del ICUAP tiene como objetivos generales los siguientes:

- a) Desarrollar la investigación científica en el campo agronómico.

- b) Intensificar el apoyo con base en la investigación, docencia y extensión para el desarrollo del sector agrícola, pecuario y forestal, dando preferencia a los núcleos campesinos del estado de Puebla.

- c) Formar cuadros técnico-científicos dedicados a la agronomía y difundir los resultados de la investigación agronómica lo más ampliamente posible, así como hacerlos del conocimiento de los productores rurales, otorgando el apoyo técnico necesario.

En este contexto, el departamento apoya al campesino en el control del proceso productivo. También conside-



Daños causados por el “gusano cogollero” en plantas de maíz



Campeño de Yohualichan, Puebla, aplicando un extracto vegetal para el combate del "gusano cogollero".

ra rescatar y mejorar técnicas agrícolas que se han generado desde tiempos inmemorables tratando de respetar la armonía de la naturaleza.

En la región se han realizado investigaciones dirigidas por especialistas en las áreas de Edafología, Desarrollo Rural, Parasitología Agrícola y Fito-tecnia. El trabajo de investigación se ha dividido en tres etapas:

- a) Diagnóstico
- b) Generación de tecnología
- c) Validación y apropiación de tecnología.

Entre los proyectos de la primera etapa se han realizado las siguientes investigaciones:

- Evaluación del recurso suelo.
- Levantamiento fisiográfico.
- Monografía de la región.
- Formas de comunicación campesina.
- Correlación y calibración de métodos de análisis de fósforo.
- Entomofauna y estimación de pérdidas ocasionadas por insectos en el maíz.
- Insectos presentes y evaluación de daños por plagas del maíz almacenado.

- Diagnóstico de enfermedades en los principales cultivos.

Con base en la información generada en los trabajos de diagnóstico se plantearon proyectos para el desarrollo de tecnología, entre ellos están:

- Uso potencial de suelos.
- Dosis óptima de fertilización.
- Evaluación, manejo y productividad de especies forrajeras.
- Prevención y control de enfermedades.
- Generación de tecnología autóctona para combatir plagas del maíz.

Posteriormente las recomendaciones generadas se validan y difunden con el apoyo de los especialistas del área de desarrollo rural, por medio de parcelas demostrativas, pláticas con grupos de campesinos, folletos y, en la medida de lo posible, con apoyo de medios audiovisuales.

Es importante mencionar que para la realización del trabajo en las comunidades, se ha contado con la colaboración de organizaciones de campesinos y de las autoridades gubernamentales. Para el desarrollo de los proyectos se estableció un convenio entre la Sociedad de Cooperativas Regional "Tosepan Titataniske" con sede en Cuetzalan, Puebla. Por otra parte, las investigaciones contaron con apoyo económico de la DGICSA SEP y del CONACYT.

Generación de tecnología autóctona para combatir plagas del maíz

En los trabajos sobre diagnóstico, realizados en los diferentes ciclos agrícolas de 1986 a 1988, se determinó que uno de los factores que contribuyen a los bajos rendimientos de maíz en la región es el ataque por plagas de insectos, principalmente "gallina ciega" (*Phyllophaga spp*), "gusano cogollero" (*Spodoptera frugiperda*) y "barrador del tallo" (*Diatraea lineolata*). En el periodo indicado se realizaron estudios sobre entomofauna, diná-

mica poblacional de las especies fitófagas y benéficas; daños, infestación y pérdidas ocasionadas por las especies fitófagas, umbrales económicos, determinación de plagas de importancia económica; biología, hábitos y ecología de las principales plagas.

Con base en estos estudios, se estimó que la "gallina ciega" y el "gusano cogollero" ocasionan pérdidas del 13 y 6% de la producción en el ciclo agrícola de *tornamile* y del 48 y 13% en el ciclo *xopamile*, respectivamente. También se determinó que el "barrenador del tallo" es una plaga que infesta los cultivos causando daños de importancia económica.

Los productores están conscientes de las fuertes pérdidas que las plagas, sobre todo la "gallina ciega del maíz", ocasionan en sus cultivos; sin embargo, no realizan su combate debido principalmente a la falta de recursos económicos para la compra de insecticidas químicos, lejanía de los centros de venta de agroquímicos, desconocimiento en el manejo de los productos y falta de redituabilidad del cultivo por inversiones extras en insecticidas. De aquí se desprende la necesidad de buscar alternativas para el combate de plagas en la agricultura de subsistencia, acordes con la realidad socioeconómica y cultural del campesino; es decir, que el método sea eficiente, económico y de fácil manejo, utilizando su fuerza de trabajo y productos de la región.

Entre las opciones para el combate de plagas del maíz en la Sierra Norte de Puebla podemos considerar a corto y mediano plazo las siguientes: manejo de fechas de siembra, control microbiano mediante la aplicación de extractos de insectos plaga enfermos por la acción de patógenos y, utilización de sustancias vegetales que afecten el desarrollo del insecto plaga. Todas estas técnicas pueden ser aplicadas por el productor, sin depender de productos y tecnologías externas a su medio. Con respecto a la última alternativa se tiene

conocimiento que los extractos acuosos vegetales que se han utilizado en la agricultura para controlar plagas de insectos, tienen una o varias de las siguientes propiedades:

- a) Son insecticidas de contacto.
- b) Producen un efecto antialimentario sobre el insecto plaga.
- c) Producen alteraciones morfológicas y fisiológicas en el insecto.
- d) Tienen efecto repelente que aleja al insecto de la planta.
- e) Tienen efecto atrayente que puede utilizarse para atraer al insecto plaga hacia trampas.

La utilización de sustancias vegetales para el combate de plagas en la agricultura de zonas marginadas presenta, entre otras, las siguientes ventajas:

- a) El material vegetal se obtiene en la zona y es renovable.
- b) El producto puede ser elaborado y aplicado fácilmente por el campesino.
- c) Las sustancias de origen vegetal activas sobre la plaga, son fácilmente biodegradables y por lo tanto no contaminan.

Con base en las características y propiedades indicadas, puede apreciarse que el método es compatible con la tecnología agrícola que se practica en zonas marginadas, así como con la rea-



La "gallina ciega" se alimenta de las raíces de las plantas y ocasiona pérdidas del 48% de la producción.

lidad socioeconómica y cultural del campesino.

Los trabajos sobre el empleo de sustancias vegetales para el control de plagas se iniciaron en 1980, bajo la dirección del Dr. Ángel Lagunes Tejeda del Centro de Entomología y Acarología del Colegio de Posgraduados. Con la asesoría del Dr. Lagunes y el apoyo del Centro de Botánica del Colegio de Posgraduados, en 1989 se iniciaron las investigaciones en la Sierra Norte de Puebla. En el desarrollo del proyecto se consideraron las etapas siguientes:

- Encuesta. Se entrevistó a habitantes y campesinos de diferentes comunidades de la región, para detectar plantas con posible uso en el combate de plagas. Las plantas seleccionadas fueron las reportadas como venenosas, de uso insecticida, jabonosas, antiparasitarias, irritantes al contacto con la piel y olorosas.

- Colecta. De las plantas seleccionadas se colectó material suficiente, para su determinación taxonómica y estudios subsecuentes de laboratorio.

- Secado de material. Se realizó sobre papel y a la sombra durante quince a veinte días en función de su consistencia.

- Preparación de los extractos. Se prepararon extractos al 5% de cada planta en fresco y seca en polvo. Se dejaron en reposo veinticuatro horas para una mejor extracción de los compuestos hidrosolubles, se colaron para posteriormente realizar los bioensayos.

- Cría de insectos. Se contó con cámaras de cría de las diferentes especies plaga bajo condiciones de control de temperatura, humedad y alimento. De esta cámara se obtenía el material biológico para las pruebas.

- Pruebas biológicas. Bajo una metodología definida según la plaga en estudio, el insecto inmaduro se puso en contacto con su alimento previamente "contaminado" con el extracto de la planta. Días después, se evaluó la mortalidad, el alimento consumido (para

estimar el porcentaje de daño) y el porcentaje de peso del insecto con el tratamiento en relación con un testigo (sin extracto vegetal). Se seleccionaron como prometedoras en el combate de plagas, a las plantas que reportaron mortalidad mayor del 50%, daño menor del 50% y peso del insecto en relación con el testigo también menor del 50%.

- Pruebas de invernadero y campo. Algunas plantas seleccionadas como prometedoras en los bioensayos de laboratorio se probaron a nivel de campo.

- Parcelas demostrativas. Con base en los resultados obtenidos en las pruebas de campo se establecieron parcelas demostrativas en terrenos de campesinos participantes, donde se realizó la difusión para su aplicación extensiva.

Con esta metodología se han detectado treinta y dos plantas de la Sierra Norte de Puebla con propiedades prometedoras para el control de plagas. Una de estas plantas, con la cual se han cubierto todas las etapas del proyecto es *Trichilia havanensis* (*Meliaceae*), que resultó eficiente para el control de la "gallina ciega", principal plaga del maíz en el ciclo *xopamile* de la zona.

El interés por el estudio de esta planta se originó a raíz de que durante las encuestas, los campesinos de mayor edad de la región reportaron que con el fruto fresco elaboraban una pasta, con la cual impregnaban la semilla del maíz veinticuatro horas antes de la siembra y que este tratamiento resultaba efectivo para evitar el ataque de insectos y pájaros durante la germinación. Con base en diferentes estudios de la planta y experimentos de campo realizados en 1989 y 1990, se generó una recomendación para el combate de la "gallina ciega" en maíz, mediante la utilización de polvo de fruto de *T. havanensis*, que se describe a continuación.

La planta conocida en la región como

xopiltell o “rama tinaja” es abundante en la Sierra Norte de Puebla. Se localiza en forma silvestre o en el traspatio de las casas, debido a que sus ramas se utilizan como adornos en las fiestas religiosas. La colecta del fruto se realiza en el mes de junio, que es cuando se encuentra “recio” o “sazón”; bajo la tecnología de la región, para la siembra de una hectárea de maíz se recolectan ocho kilogramos de fruto, que se obtienen de un árbol grande o de dos árboles de porte mediano. El secado del fruto se realiza a la sombra y en un lugar ventilado colocándolo sobre papel durante 10 o 15 días, dependiendo de las condiciones ambientales. Una vez seco, el fruto se muele mecánicamente con molino casero, por cada kilogramo de fruto verde se obtienen, en promedio, trescientos gramos de producto en polvo.

El tratamiento contra la “gallina ciega” consiste en humedecer la semilla de maíz y aplicar ciento cincuenta gramos de polvo del fruto de la planta por cada kilogramo de semilla, veinticuatro horas después se procede a la siembra en la forma acostumbrada.

A nivel de campo, se realizó un experimento con diseño en bloques al azar y cuatro repeticiones. Se evaluó el porcentaje de germinación, el de plántulas atacadas por “gallina ciega” y el de producción en gramos por parcela útil. El análisis de los datos reportó que el tratamiento a la semilla de maíz con polvo de fruto de “rama tinaja”, propició un incremento del 22% en la germinación, el porcentaje de plántulas atacadas por “gallina ciega” se redujo en un 23% y la producción se incrementó en un 31%. Estos resultados se corroboraron en 1990 a nivel de parcela demostrativa, donde se observó que, en el área bajo tratamiento, se obtuvieron plantas más vigorosas y la producción se incrementó significativamente.

Las ventajas de utilizar esta técnica para el control de la “gallina ciega” del maíz en la región son diversas, en-

tre ellas tenemos:

- Económicas. No se incrementan los costos de producción y aumenta la cosecha de maíz, lo que significa mayores ingresos para el campesino.

- Técnicas. Es factible de ser aplicada por los campesinos de la región, ya que el producto es elaborado con material de su ambiente natural y no se requiere equipo sofisticado para su elaboración y aplicación.

- Ecológicas. A través del cuidado y cultivo de la “rama tinaja” se estrecha la relación entre el campesino y su ambiente natural y no se deteriora el ecosistema con el uso de pesticidas.

Consideraciones Finales

A través del tiempo, el campesino ha generado técnicas de producción como resultado de la experiencia de sus antecesores y de él mismo, que trasmite a su descendencia. Estas técnicas autóctonas tienen en común una notoria identificación del hombre con la naturaleza como resultado del conocimiento del clima, los suelos y la vegetación, prevaleciendo bases ecológicas para la preservación de su ambiente.



El polvo del fruto de “rama tinaja” fue eficiente en el combate de “gallina ciega”



Sello precortesiano que representa una mariposa.

En la actualidad muchas de estas técnicas agronómicas han dejado de utilizarse debido a la introducción de otras tecnologías y el uso de una alta cantidad de agroquímicos. Este cambio tecnológico ha sido positivo en la medida en que se ha incrementado de manera importante la producción; sin embargo, ha tenido efectos negativos por el alto grado de contaminación ambiental y el desarrollo de resistencia de plagas y patógenos a los pesticidas. Esto ha propiciado el fracaso de la explotación de ciertos cultivos en algunas regiones agrícolas y, tanto el técnico como el productor, cada vez están más conscientes de la necesidad de reducir la cantidad de agroquímicos tóxicos y contaminantes en la agricultura. En este contexto, la utilización de sustancias vegetales para el combate de plagas puede ser una alternativa, como también lo es el control biológico y otras prácticas agrícolas que podrían integrarse en el desarrollo de una agricultura orgánica sostenible y eficiente.

Una vez que se ha generado una recomendación para el combate de plagas con el uso de sustancias vegetales, se derivan una serie de estudios tendientes a responder a necesidades propias de la técnica generada y a prevenir problemas que podrían presentarse con posterioridad. Algunos de estos estudios son: análisis del potencial tóxico del nivel taxonómico de la especie vegetal, órgano vegetativo con mayor concentración del principio activo contra el insecto; análisis fitoquímicos para conocer la estructura química

de la molécula insecticida; forma de acción del metabolito tóxico en el insecto; pruebas de toxicidad y residualidad del producto tóxico; estudios agronómicos de la especie vegetal insecticida y estudios de distribución y propagación de la especie vegetal en su ambiente natural.

Lecturas recomendadas

Lagunes, T. A. y Rodríguez M., J. C., "Grupos toxicológicos de insecticidas y acaricidas. Los mecanismos de resistencia como base para el manejo de insecticidas y acaricidas agrícolas", Centro de Entomología y Acarología, C. P. México, 1991, pp. 148-155.

López Olguín, J. F. y Aragón, G. A., "Pruebas de campo en polvos vegetales para el combate de 'gallina ciega' (*Phyllophaga* spp) y 'gusano cogollero' (*Spodoptera frugiperda*) en la Sierra Norte de Puebla", *Memorias del II Simposio Nacional sobre Substancias Vegetales y Minerales en el Combate de Plagas*, Sociedad Mexicana de Entomología, Oaxaca, Oax., México, 1990, pp. 74-87.

López Olguín, J.F., Aragón, G. A., y Rodríguez H. C., "Combate de 'gallina ciega' *Phyllophaga* spp con polvo del fruto de xopiltetl, *Trichilia havanensis* (Meliaceae) en la Sierra Norte de Puebla", *Memoria del II Encuentro Nacional de Investigadores en Flora y Fauna. Zona V de ANUIES*, Pachuca, Hidalgo, México, 1991, p. 28.

Metcalf, L.C. y Flint, W.P., "Insectos destructivos e insectos útiles. Sus costumbres y su control", CECSA, México, 1984, p. 1208

Comité para plagas de vegetales y animales, National Academy of Sciences, "Manejo y control de plagas de insectos", Vol. 3, LIMUSA, México, 1985, p. 522

Rodríguez, C.M., "Utilización de cuarenta y tres especies vegetales de la Sierra Norte de Puebla para el combate de la 'conchuela del frijol', *Epilachna varivestis* Mulsant. (Coleoptera: Coccinellidae)", Tesis Profesional, Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México, 1992.

MPTP: TOXINA QUE REPRODUCE LA ENFERMEDAD DE PARKINSON

Diana Jasso López

Instituto de Fisiología Celular
Universidad Nacional Autónoma de México

Los padecimientos neurodegenerativos asociados a la vejez en humanos son tema de constante investigación en el área de neurociencias. Entre estos desórdenes destacan la enfermedad de Alzheimer, que se caracteriza por alteraciones cognitivas, y la enfermedad de Parkinson, que es un desorden de tipo motor.

Enfermedad de Parkinson

Este padecimiento fue descrito por el médico inglés James Parkinson, en 1817, en un escrito titulado *Essay on the Shaking Palsy* (Ensayo sobre la Parálisis agitante). Se clasifica entre los llamados desórdenes del movimiento, ya que altera el sistema motor de los individuos. Es una enfermedad progresiva que afecta al 1% de la población mundial mayor de 60 años, y no parece tener un componente genético o racial importante. Se manifiesta inicialmente por un temblor constante de las manos, a lo que le sigue una dificultad para la ejecución de movimientos y lentitud generalizada. Posteriormente se presenta rigidez que, en las últimas etapas del padecimiento, llega a ser total¹. Así, las personas que la padecen llegan a un estado final de inmovilidad completa (véase la figura 1).

Etiología de la enfermedad de Parkinson y del parkinsonismo

La etiología de la enfermedad de Parkinson no se conoce, la hipótesis más aceptada es atribuirla al resultado de

una combinación de pérdida neuronal por envejecimiento y factores tóxicos ambientales. Es pertinente aclarar que el término "parkinsonismo" se refiere al desarrollo de síntomas similares (temblor, acinesia, rigidez, acatisia) que siguen a la administración de neurolepticos (fenotiacinas o butirofenonas, por ejemplo) usados para el tratamiento de psicosis, así como a los producidos por intoxicación con monóxido de carbono o disulfuros de carbono y manganeso. Hay también una forma postencefalítica de este síndrome.

Lesión cerebral

Al realizar el análisis *post mortem* de individuos que padecían la enfermedad de Parkinson, se observó que la característica principal y más constante de ésta, es un daño muy notable en una estructura que se encuentra en la base del cerebro denominada sustancia nigra² (se llama así porque que presenta un pigmento llamado neuromelanina de color oscuro). La sustancia nigra, morfológica y neuroquímicamente, se divide en dos partes: una compacta que tiene neuronas dopaminérgicas y otra reticulada que tiene neuronas GABAérgicas.

Alternativas de tratamiento

En la enfermedad de Parkinson hay una degeneración neuronal en la parte compacta de la sustancia nigra. Debido a que estas neuronas presentan dopamina como neurotransmisor, a la gente

FIGURA 1



Ejemplo de un enfermo parkinsoniano. Nótese la postura flexionada debido a la rigidez muscular característica de esta enfermedad.

que padece la enfermedad se le ha dado un precursor de la dopamina llamado L-dihidroxifenilalanina (L-dopa), para que de alguna manera reemplace a la dopamina que se perdió. Cuando comienza el tratamiento con la L-dopa los síntomas del parkinsonismo se reducen notablemente, sin embargo, después de algunos años los parkinsonianos empiezan a presentar síntomas motores colaterales que se caracterizan por movimientos de tipo involuntario (distonía facial-lingual-faringe, corea y atetosis)³. Otro tratamiento que se ha venido desarrollando, y que aún está en fase de investigación, es el uso de trasplantes al cerebro, con el fin de recuperar el tejido de la sustancia nigra que está dañado. Los trasplantes se hacen de tejido cerebral embrionario o de médula adrenal, principalmente, y en algunos casos sí se ha visto una clara disminución de los síntomas⁴, aunque también hay reportes de que sólo un bajo porcentaje de pacientes se benefician con esta intervención. Estos datos nos indican que aún no se ha encontra-

do una alternativa que cure totalmente la enfermedad en la mayoría de los pacientes.

Otra manera de enfocar el problema, ha sido el tratar de conocer las causas del parkinsonismo, para poder realizar tratamientos preventivos. En este contexto, se ha visto que no es una enfermedad de tipo genético, no parece tener alguna preferencia racial, y se ha especulado en la posibilidad de que sustancias ambientales o endógenas la provoquen. Es por esto que se ha despertado un gran interés por estudiar una sustancia llamada 1-metil-4-fenil-1,2,3,6-tetrahidropiridina (MPTP).

MPTP como modelo de la Enfermedad de Parkinson

William Langston, en 1983⁵, reportó la existencia de varios jóvenes parkinsonianos; esto llamó mucho la atención, ya que el parkinsonismo rara vez se presenta en jóvenes, además todos ellos tenían características comunes como la de ser farmacodependientes y habían consumido heroína. A raíz de esto, Langston y su grupo investigaron el tipo de heroína sintética que habían estado consumiendo estas personas, y descubrieron que estaba contaminada con nuevas sustancias alucinógenas, una de las cuales era el MPTP.

Posteriormente se probó el efecto que tenía el MPTP en otras especies de primates y se vio que provocaba déficits motores muy importantes, similares a los del Parkinson idiopático (véase la figura 2A), además de que también tenían una lesión importante en la parte compacta de la sustancia nigra, decremento en la concentración de dopamina y respondían al tratamiento con L-dopa (véase la figura 2B)⁶. Este tipo de pruebas se hicieron en roedores y se encontró que la cepa de ratones C57/BL era particularmente susceptible a los efectos del MPTP; los animales presentaron déficits motores muy pronunciados y daño en la sustancia nigra⁷.

Estos hallazgos llevaron a proponer al MPTP como la neurotoxina que mejor reproduce la sintomatología de la enfermedad de Parkinson en animales.

Mecanismo de acción del MPTP

Se han realizado muchos estudios en primates y roedores, para dilucidar el mecanismo de toxicidad del MPTP. Actualmente se sabe que el MPTP cuando se inyecta sistémicamente en el organismo, puede penetrar al cerebro, ya que atraviesa con facilidad la barrera hematoencefálica. Una vez dentro del cerebro, se distribuye en varios sitios, sin embargo, se retiene por mayor tiempo en las neuronas dopaminérgicas de la sustancia nigra. Cuando el MPTP se encuentra en el cerebro, en las células gliales, la monoamino oxidasa tipo B lo transforma a otro metabolito 1-metil-4-fenil-2,3-dihidropiridina (MPDP+) el cual se oxida y se forma el ion 1-metil-4-fenilpiridinio (MPP+) (véase la figura 3). Este último, causa la muerte de las neuronas dopaminérgicas en la sustancia nigra, ya que puede penetrar a dichas neuronas por medio del acarreador de dopamina. Una vez en el interior de las neuronas, pasa a las mitocondrias por un mecanismo dependiente de energía e inhibe a una enzima de la cadena respiratoria (dinucleótido de nicotinamida y de adenina), con lo que se pierde el metabolismo energético y se produce la muerte neuronal⁸.

Algunos aspectos importantes de las investigaciones realizadas con el MPTP

Con el desarrollo de modelos animales de la enfermedad de Parkinson en primates y roedores con el MPTP y MPP+, se han podido estudiar sus efectos

en la coordinación motora y los mecanismos por los que se producen. De este modo se sabe qué núcleos del cerebro se alteran o cambian de funcionamiento con estas neurotoxinas, lo que ayuda a entender mejor algunas de las alteraciones de este padecimiento. Al respecto, se ha visto que un conjunto de núcleos denominados ganglios basales, donde se encuentra la sustancia nigra, tienen una participación muy importante en el desarrollo de deficiencias motoras. De hecho, esto se empezó a conocer desde que se realizaron experimentos en varias especies de animales, provocando lesiones o ablaciones de núcleos particulares de los ganglios basales.

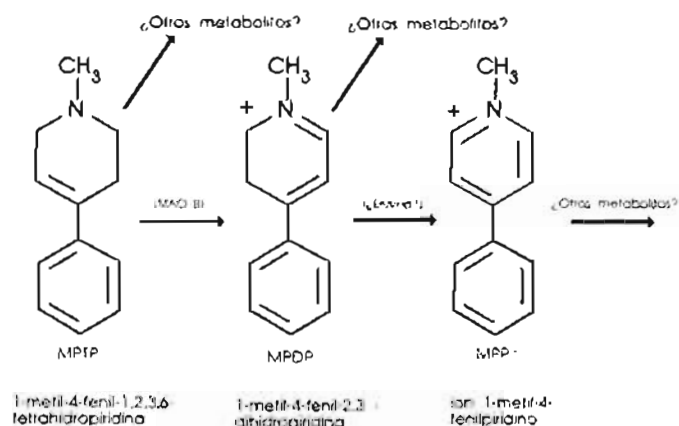
El hecho de que una neurotoxina como el MPTP reproduzca los síntomas del parkinsonismo en humanos, ha llevado a la idea de que algunas sustancias relacionadas estructuralmente con esta neurotoxina producen el Parkinson idiopático. Se ha dado particular importancia al *paraquat*, un herbicida que es análogo estructuralmente al MPP+, ya que se ha observado una cierta relación entre la incidencia de parkinsonismo en las regiones en donde se utiliza, sin embargo, la relación

FIGURA 2



Primate al que se le administró MPTP por vía sistémica. Se puede observar la rigidez que se produce y que conlleva a una postura flexionada similar a la de un humano enfermo de Parkinson. B) Efecto de la L-dopa en el mismo primate al que se le aplicó MPTP. El animal recobra su postura normal, mejorando de los síntomas parkinsonianos.

FIGURA 3



Conversión del 1-metil-4-fenil-1,2,3,6-tetrahidropiridina (MPTP) a 1-metil-4-fenil-2,3-dihidropiridina por medio de la monoaminoxidasa B (MAOB), y luego de este último al ion 1-metil-4-fenilpiridinio (MPP⁺).

no está muy clara. También se ha postulado que algunas sustancias endógenas del humano con semejanza estructural al MPP⁺ podrían causar la enfermedad.

El descubrimiento del MPTP ha llevado a desarrollar modelos más precisos de la enfermedad de Parkinson sobre todo en primates, lo que ha permitido realizar investigaciones del tipo de déficits motores que se presentan en el parkinsonismo, las posibles estructuras involucradas para que éstos se den, y los núcleos que se lesionan. Además de estudiar los enfoques mencionados, en los que se conoce mejor una enfermedad y el funcionamiento de un sistema, es importante hacer notar que una ventaja de tener modelos animales experimentales adecuados es que permite la búsqueda de compuestos farmacológicos, en este caso relacionados con la dopamina, que de alguna manera puedan mejorar las alteraciones que se presentan en una enfermedad ya declarada.

Agradecimiento

La autora desea expresar su agradecimiento a la Maestra Clorinda Arias Álvarez por la revisión del presente trabajo.

Bibliografía

1. Albin, R., Young, A. B. y Penney, J. B., "The functional anatomy of basal ganglia disorders", *Trends in Neurosciences*, Vol. 12, 1989, pp. 366-375.
2. Jankovic, J., "Pathophysiology and clinical assesment of motor symptoms in Parkinson's disease", en *Handbook of Parkinson's disease*, Editor Koller, W. C., Marcell Dekker, USA, 1987, pp. 99-126.
3. Zigmond, M. J. y Stricker, E. M., "Animals models of Parkinsonism using selective neurotoxins: Clinical and basic applications", *International Review of Neurobiology*, Vol. 31, 1989, pp. 2-79.
4. Madrazo, I., Drucker-Colín, R., Díaz, V., Martínez-Mata, J., Torres, C. y Becerril, J. J., "Open microsurgical autograft of adrenal medulla to the rigth caudate nucleus in two patients with intractable Parkinson's disease", *New England Journal of Medicine*, Vol. 316, 1987, pp. 831-834.
5. Langston, J. W., Tetud, J. W. e Irwin, I., "Chronic Parkinsonism in humans due to a product of meperidine analog synthesis", *Science*, Vol. 218, 1983, pp. 979-980.
6. Burns, R. S., Chuang, C. C., Sanford, P. M., Ebert, M. H., Jacobowitz, D. M. y Kopin, I. J., "A primate model of Parkinsonism: Selective destruction of dopaminergic neurons in the pars compacta of the substantia nigra by N-methyl-4-phenyl-1,2,3,6-tetrahydropyridine", *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Vol. 80, 1983, pp. 4546-4550.
7. Hoskins, J. A. y Davis, L. J., "The acute effect on levels on catecholamines and metabolites in brain, of a single dose of MPTP in 8 strains of mice", *Neuropharmacology*, Vol. 28, 1989, pp. 1389-1397.
8. Langston, J. W., "MPTP and Parkinson's disease", *Trends in Neurosciences*, Vol. 8, 1985, pp. 79-83.

HISTORIA DE LA INFECCIÓN Y DEL CONTAGIO

José Luis Imbert Palafox

Centro de Investigaciones en Ciencias Microbiológicas
Instituto de Ciencias
Universidad Autónoma de Puebla

La idea de la contaminación por contacto ("contagio"), es bastante antigua y no se originó probablemente en relación con las enfermedades, sino con propiedades físicas tales como el calor y el frío, las cuales son comunicables y debieron haber sido producto de la observación del hombre primitivo. C.F.H. Marx (1796-1877) en su libro *Origines contagii* (Orígenes del contagio) considera que las opiniones más antiguas acerca de esta idea provienen de los egipcios y los judíos.

En la Biblia hay referencias sobre las enfermedades contagiosas, por ejemplo la ley de la lepra relacionada con sacrificios, ofrendas y unciones, descrita en el Levítico, capítulos XIII y XIV. El pueblo judío tenía creencias respecto a la dispersión de la enfermedad por contacto, sin embargo sus ideas de causalidad estuvieron relacionadas con aspectos sobrenaturales.

Marx anotó que los escritores de la ley, los historiadores, filósofos y los poetas, comprendieron la propagación de la pestilencia por el contacto con los enfermos así como por fomites, antes que la profesión médica.

Las palabras *pestis*, *pestilentia*, *plaga* y *llaga*, fueron aplicadas por los antiguos a cualquier enfermedad epidémica, sin tomar en cuenta sus síntomas o su naturaleza.

Gran parte de las ideas sobre la transmisión de la enfermedad se perdieron durante la época de los antiguos griegos y romanos. Tucídides es de los primeros en hacer de nuevo alusiones a la naturaleza contagiosa de ciertas plagas (llaga, calamidad, desgracia o

infortunio grande que aflige a un pueblo), en su *Historia de la peste ateniense* menciona que se debió a que los habitantes del Peloponeso envenenaron los pozos. Referencias similares hacen escritores posteriores como Dionisios de Halicarnaso, Diodorus Siculus, Dion Cassius de Nicaea, Appian y Livy, Lucrecio y Virgilio. En la *Iliada*, por ejemplo, el dios Apolo causa con dardos enfermedades epidémicas sobre la armada antes del sitio de Troya.

Estas explicaciones sobrenaturales de la enfermedad fueron desplazadas por la idea de que la pestilencia era debida a fenómenos naturales, especialmente cosmo-telúricos como eclipses, cometas, terremotos, inundaciones y cambios particulares en los aires los cuales se corrompían o manchaban por "miasmas". La modificación de la atmósfera, como resultado del clima o de la estación, fue una doctrina favorita de Hipócrates, quien creía además que el cuerpo sufría cambios similares.

En el tratado Hipocrático *Sobre los vientos*, el aire es la causa de la enfermedad, y establece que cuando el aire está infectado con miasmas enemigos de los humanos, la gente se enferma. El "mal aire" fue el principal agente etiológico en la patología hipocrática. Su teoría del miasma, que difiere de la idea posterior del contagio animado, asignó a los recipientes sucesivos un papel inactivo en la transmisión.

Durante la Edad Media, las grandes epidemias y epizootias que sucedieron; proporcionaron situaciones oportunas para la observación y reflexión; gradualmente reemergió la doctrina de la



Thucydides (¿460-400? a.n.e.).

infección y el contagio y un lego escritor mencionó su creencia en ellas: Giovanni Boccaccio (1313-1375), en el *Decameron* escrito en 1358, refirió acerca de la plaga de 1348 lo siguiente: "tocar sus ropas o algún otro objeto que ha sido empleado por quienes han estado enfermos causará la comunicación de la enfermedad".

Jacopo de Forti (¿?-1413), y Alessandro Benedetti (1460-1525), catedráticos de la Universidad de Padua, decían que la enfermedad podía ser adquirida por el contacto; Benedetti escribió sobre la plaga: "el principio malsano estaba embebido y era retenido en los artículos empleados por el enfermo".

El contagio, las enfermedades contagiosas y su tratamiento

El siguiente avance en el conocimiento de la infección y el contagio se debió al sabio, poeta y pensador Girolamo Fracastoro (Hieronymus Fracastorius), nacido en Verona (1478-1553). En la Universidad de Padua conoció a estudiantes como el famoso astrónomo Nicolás Copérnico. Después, en su villa llevó una vida de estudios y escribió

su famoso poema en latín "*Syphilis sive morbus Gallicus*" publicado en Verona en 1530 y en el cual denominó a la sífilis.

El principal trabajo de Fracastorius fue publicado en Venecia, en 1546, bajo el título: "*De sympathia et antipathia rerum/ liber unus/ De contagione et contagiosis/ morbis et eorum curatione/ liber III*". Describió el contagio en tres libros, el primero y más importante relacionado con la teoría del contagio, el segundo con conocimientos de distintas enfermedades contagiosas y el tercero con su curación. Define al contagio como una "infección que pasa" de un individuo a otro y es similar en el portador y el recipiente. Además lo considera diferente a la corrupción (putrefacción) que ocurre en la leche o la carne, y lo divide en tres tipos:

- 1) Contagio sólo por contacto.
- 2) Contagio por fomites, fomes, causa que excita y promueve una cosa.
- 3) Contagio a distancia, por ejemplo fiebres pestilentes, o exantema del tipo llamado *variola*.

Del segundo dice: "Yo llamo fomites a ropas, cosas inanimadas y otras semejantes las cuales por sí mismas no son corrompibles sino que son capaces de preservar el germen original del contagio y dar lugar a su transferencia a otros".

"El contagio es una putrefacción similar la cual pasa de una cosa a otra sean continuas o separadas: sus gérmenes (seminaria) tienen gran actividad, ellos están hechos de una fuerte y viscosa combinación y tienen no sólo un material sino también una antipatía espiritual hacia el organismo animal".

Llamó la atención sobre el hecho que no todos los contagios se comportaban igual ya que atacaban órganos diferentes. Fracastorius creía en la infectividad de la consumpción, tisis o tuberculosis, y pensó que "el virus" era muy tenaz y persistía en ropas hasta dos años. También consideró que

los “gérmenes” eran infectivos sólo para pulmones y no para otros órganos: “Es extraordinario ver en familias, hasta la quinta y sexta generación, a todos los miembros muriendo de tisis a la misma edad”.

Un siglo después de muerto Fracastorius, William Harvey (1578-1657), estudiante de la Universidad de Padua y famoso por haber descrito el fenómeno de la circulación sanguínea, encontraba muy difícil concebir cómo la peste o la lepra podían ser comunicadas a distancia por el contagio de un elemento zimótico (enzimático), contenido o abandonado en las cosas.

La opinión prevaleciente en Londres era la de William Boghurst, quien en 1665; escribió: “la plaga o pestilencia es una muy sutil, peculiar, insinuante, venenosa, deletérea exhalación que surge de la maduración de los fermentos de las heces de la tierra extraídos hacia el aire por el calor del sol y dispersados, de lugar en lugar, por los vientos, muchas veces gradualmente, pero algunas otras, agrediendo inmediatamente cuerpos aptos”.

El contagio animado

Las especulaciones de Fracastorius y sus sucesores sugirieron la existencia de semillas o gérmenes (*seminaria*) de la enfermedad, que condujeron a la reaparición de la doctrina del *Contagium animatum*, la cual recibió una base objetiva al descubrirse el microscopio en los inicios del siglo XVII, revelando un mundo no soñado de criaturas.

Se ha establecido que el sabio Athanasius Kircher (1602-1680), fue el primero en sugerir que eran criaturas microscópicas las causantes del contagio. Sus trabajos generalmente citados en la historia de la bacteriología son: “*Ars Magna Lysis et Umbræ*” y “*Scrutinium physico-medicum pestis*” (escrutinio físico-médico de la peste), publicados en 1646 y 1658, respectivamente. En ellos se refiere a los “eflu-

vios” como seres vivos constituidos por pequeños e imperceptibles cuerpos vivos.

Kircher recibió ardiente apoyo de Christian Lange (1619-1662), quien fue un místico y firme creyente de la patología animada, según la cual, la producción de la enfermedad ocurre por la entrada de diminutos agentes vivos en el cuerpo. Después de su muerte, el gran trabajo de Lange titulado “*Phatologia animata*” fue publicado en Frankfurt, en 1688.

En el siglo XVII, los objetos estudiados microscópicamente fueron pequeños animales; a este periodo corresponde el descubrimiento de los ácaros de la sarna, realizados por August Hauptmann en 1657, Michael Ettmüller en 1682 y G.C. Bonomo en 1687. Sin embargo, el demostrar que la causa de la sarna era un animal microscópico no significó para los pensadores de la época que otras enfermedades fueran ocasionadas por organismos aún más pequeños. Esta especulación, frecuentemente permaneció inexplorada y en ocasiones negada.

El nacimiento de la microbiología

La invención del microscopio al final del siglo XVI o inicios del XVII, fue muy importante para que surgiera y avanzara la microbiología y la teoría microbiana de la enfermedad.

El verdadero descubridor del mundo microscópico e invisible de criaturas vivientes, fue el comerciante en tejidos y microscopista holandés Antony Van Leeuwenhoek (1632-1723). En su famosa carta número dieciocho, fechada el 9 de octubre de 1676, dice que en septiembre de 1675 él descubrió “criaturas vivas en el agua de la lluvia que había quedado almacenada hacia unos pocos días antes en un tubo”. En su carta número treinta y nueve, del 17 de septiembre de 1683, proporciona una inequívoca descripción de las bacterias que había encontrado en sus dientes y

muestra todos los tipos morfológicos conocidos ahora: “cocos, bacterias, vibriones y formas espirales”.

La primera confirmación de los trabajos de Leeuwenhoek sobre sus “animalillos” fue de Louis Joblot (1645-1723), profesor de matemáticas en París. Su trabajo publicado en 1718 es el primer tratado de protozoología y los animalillos de las infusiones; aunque estos últimos no fueron de mucho interés desde un enfoque bacteriológico, sí lo tuvieron con las controversias suscitadas por la teoría de la generación espontánea.

Durante el siglo XVIII aparecieron diversos artículos más relacionados con el aspecto animal que el bacteriano. Los libros del naturalista inglés Henry Baker (1698-1774) *The microscope made easy* (El microscopio hecho fácil), de 1742 y *Employment for the microscope* (Usos para el microscopio), de 1753, popularizaron la microscopía en Inglaterra, agregando nuevos conocimientos, sobre todo de tipo morfológico, acerca de los animalillos de aguas e infusiones.

A principios del siglo XVIII, la doctrina que atribuía ciertas enfermedades a la presencia de animalillos invisibles adquirió nuevos bríos. Llama la atención el trabajo del Dr. Benjamín Marten: *Una nueva teoría de la Consumpción* (extenuación, consumo, enflaquecimiento): *especialmente de una tisis de los pulmones*, publicado en Londres, en 1720, donde dice: “puede ser que algunas especies de animalillos o criaturas vivas, maravillosamente diminutas y que por su forma peculiar o partes

desagradables son enemigos de nuestra naturaleza sean, sin embargo, capaces de existir en nuestros jugos y vasos y los cuales son llevados a los pulmones por la circulación de la sangre o también generados ahí de sus propios huevecillos, o los cuales posiblemente fueron llevados cerca por el aire y pudieron inmediatamente llegar a los pulmones y ser depositados en un nido apropiado” (...) “Debido a su movilidad espontánea sugieren el proceso de metástasis (cambio de lugar o diseminación)”. También hace consideraciones sobre la especificidad de los animalillos y las enfermedades que pueden producir y discute cómo ciertas personas pueden ser afectadas con animalillos y otras no, concluyendo que si el aire o los alimentos estuvieran llenos de ellos, todas las personas estarían enfermas. Supone que los individuos que están en contacto con el enfermo están más predispuestos a enfermar.

Carlos Linneo (1707-1778), dudó del valor de las observaciones microscópicas y fue incapaz de clasificar los animalillos recién descubiertos. En su gran obra “*Systema Naturae*” (sistema natural), y aún en la doceava y última edición de 1757, agrupó a los animalillos bajo el término *Vermes* (gusanos) y en una clase a la cual llamó *Chaos*, con seis especies, la última fue *Chaos infusorium* (desorden de infusorios):

À *Febrium exanthematicarum contagium?*, (contagio eruptivo febril).

ß *Febrium exacerbantium causa?*, (origen febril exacerbado).

Υ *Siphilitidis virus humidum?*, (veneno de la sífilis húmeda).

S *Spermatice vermiculi Leuwenh?*, (gusano seminaria Leuwenh).

Ῡ *Aethereus nimbus mense florescentiae suspensus?*, (florescencia de nimbo etérea suspendida).

F *Fermenti putredinis-que septicum Munch?*,



Grabado sobre la peste de 1630 en Londres.

(fermento putrefacto con gérmenes patógenos).

Linneo las consideró como muy pequeñas moléculas "ocultas" que debían dejarse para que la posteridad profundizara en ellas. Treinta años después de muerto Leeuwenhoek, agrupó en la misma clase los espermatozoos y el polen ("nubes etéreas suspendidas en el cielo en el mes de la floración"). Este punto de vista no se aceptó completamente aún en su tiempo, pues el trabajo publicado en Viena por Plenizis (1705-1786) en 1762, habla de semillas de la enfermedad y del contagio, dice que son transportados por el aire y permanecen "durmientes" por un tiempo, antes de dar lugar a incontables animalillos invisibles y otros animales semejantes a moscas, escarabajos, larvas y larvas de mosquitos invisibles.

Elementos específicos en enfermedades infecto-contagiosas

Hacia el fin del siglo XVIII, las ideas sobre enfermedades contagiosas e infectantes eran nebulosas e inexactas. Los intentos de aplicar algunos resultados del conocimiento a las enfermedades eran completamente teóricos y no importaban en la enseñanza médica doctrinaria de esos días; la especificidad de la enfermedad, como se entiende ahora, no existía.

Un siglo antes, Thomas Sydenham (1624-1689) había reconocido que existían diferentes enfermedades con propios y peculiares síntomas y sostenía que había especies de enfermedades, así como especies de plantas. Dio lúcidamente aportaciones en el diagnóstico diferencial de enfermedades contagiosas e infecciones y creía que requerían curaciones separadas. Admitía, sin embargo, que "era muy difícil reducir todas las especies de epidemias en clases y descifrar el carácter idiopático de cada una y acomodar un método de cura particular". El aspecto nosológico (clasificar las enfermedades), en el siglo

XVIII degeneró con Boissier de Sauvages (1731, 1768), Linneo (1763) y Cullen (1769), en meros catálogos de géneros y especies como base sintomatológica.

Un pionero francés fue Philippe Pinel (1755-1826), quien en su *Nosographie philosophique*, de 1802, clasifica las flegmasias (inflamaciones), en cinco órdenes: de la piel, de las membranas mucosas, de las membranas serosas, del tejido celular y órganos de parénquima y del tejido muscular, fibroso o sinovial.

Posteriormente, la escuela anatómica logró una posición suprema por la influencia de G.L. Bayle y particularmente de Laennec, con la doctrina del tubérculo. Las enfermedades no se clasificaron como géneros y especies en base a síntomas, sino como entidades con base anatómica. Broussais, en 1816, denuncia esta escuela e intenta imponer la doctrina *medecine physiologique* que sostenía que la diferenciación de las formas mórbidas era completamente artificial, ya que los síntomas no seguían reglas. El tubérculo era únicamente una inflamación y todas las inflamaciones eran debidas a una disminución o un incremento en el grado de "irritación". Su oposición fanática a la especificidad de la enfermedad influyó en el pensamiento médico contemporáneo e impidió su desarrollo.

Pierre Fidèle Bretonneau (1778-1862), fue el fundador de la doctrina de la especificidad de la enfermedad con sus estudios sobre fiebre entérica y difteria, a la cual diferenció y denominó, pues creía que era la naturaleza de la causa mórbida, más que su intensidad, lo que explicaba los diferentes cuadros clínicos y patológicos; decía que era una sola difteria, la cual debía su carácter a un virus especial que ac-



Girolamo
Fracastorius
(1478-1553).



tuaba sobre el cuerpo para producir la membrana. Él leyó dos comunicaciones de sus ideas a la Academia Real de Medicina en Francia, en 1821, publicándose hasta 1826. Su concepción de la teoría fue etiológica: "la enfermedad específica se desarrolla bajo la influencia de un principio contagioso, de un agente reproductor". Sorprende que Bretonneau no intentara conectar el agente reproductor de la infección, el cual claramente entrevio, con los animalillos y los infusorios microscópicos muy conocidos y controvertidos.

Fue el italiano Enrico Acerbi en 1822, quien postuló en la fiebre tifoidea la existencia de parásitos capaces de entrar al cuerpo y que al multiplicarse ahí, producían la enfermedad. Esta posibilidad la demuestra el abogado Agostino Bassi de Lodi (1773-1856) en 1835, considerado fundador de la doctrina de los microorganismos patógenos de origen vegetal. Él realizó observaciones clásicas sobre la enfermedad del gusano de seda y, en especial, la denominada *muscardine*, *mal del segno*, *calcinaccio*, *calcino*, la cual causaba extensos daños en la industria de la seda en Lombardia. Bassi reconoció al agente real del *calcino* como un hongo criptógamo de carácter parasitario ("una planta del genere delle crittogame, un fungo parassito"). Intentó crecer al hongo fuera del cuerpo pero no lo logró y, respecto a los problemas prácticos de prevención y de cura, estableció de una manera clara los principios y bases de todas las doctrinas sobre el

tema. El hongo lo identificó el botánico G. Balsamo-Crivelli, entre 1835 y 1838, como *Botrytis paradoxa*, y fue renombrado, en honor de su descubridor, como *B. bassiana*.

Después de publicar *Del mal del segno*, en 1835-1836, Bassi no hizo más trabajos microscópicos, pues encogecía, pero continuó desarrollando su teoría del contagio de parásitos vivos en enfermedades como la variola, tifoidea, plaga, sífilis, heridas, gangrena, cólera y pelagra. Escribió también sobre el uso de germicidas como el calor, alcohol, ácidos, álcalis, azufre y cloro. En enfermedades como el cólera, recomendaba aislamiento inmediato del paciente y desinfección de ropas y excretas. En la vacunación de los niños, aconsejaba esterilizar la aguja entre cada vacunación para prevenir complicaciones o la transferencia de otras enfermedades. Es imposible leer su trabajo y no concluir que fue él, el fundador de la doctrina de los microbios parásitos, precursor de Schwann, Pasteur y Koch.

Otro trabajo que influyó en las doctrinas infecto-contagiosas fue "*Recherches microscopiques sur la nature des mucus*" (investigaciones microscópicas sobre la naturaleza del moco), publicada en 1837 por el microscopista francés Alfred Donné (1801-1878). En él llama la atención sobre ciertos organismos vivos microscópicos que se encuentran en las descargas (secreciones) patológicas, especialmente de los órganos genitales humanos. En casos de blenorrea encuentra glóbulos de pus y en los chancros de las glándulas, además, una gran cantidad de animalillos "... *ayant la forme des vibrions décrit par Müller sous le nom de Vibrio lineola...*" (con la forma de vibrios descritos por Müller con el nombre de *Vibrio lineola*). En el mismo trabajo, examinando moco vaginal, descubrió y describió el protozoo flagelado llamado por él, *Trichomonas vaginale*.

Fue en 1836-1837 que Cagniard-Latour y Schwann mostraron, por prime-

ra vez, la naturaleza de la levadura y su relación con la fermentación. Los trabajos de Bassi, Donné, Cagniard-Latour y Schwann, aunque no se reconoció que contuvieran verdades fundamentales, ejercieron una profunda influencia sobre la dirección del pensamiento médico en la mitad del siglo pasado, pues lograron iniciar la investigación sobre los organismos parásitos causantes de enfermedad. Sin embargo, persistían ideas erróneas sobre lo inespecífico de la etiología, como las de J.L. Schönlein (1839), quien definió el contagio como un agente "deletéreo" el cual se originaba en el cuerpo y excitaba la enfermedad y que, además, era comunicable a otros organismos a los que les excitaba enfermedades similares.

La teoría del germen de la enfermedad infecto-contagiosa

A mediados del siglo pasado aún no existían por separado los conceptos de enfermedad y de parásito, y la palabra germen había adquirido un significado con empleo meticuloso. Influenciado por los trabajos sobre la fermentación, el médico patólogo alemán J.F.G. Henle (1809-1885), escribe su *Von den Miasmen und Contagien und von den Miasmatisch-contagiösen Krankheiten* (Acerca de las enfermedades miasmáticas, contagiosas y miasmático-contagiosas), en 1840. Henle vio esta confusión y centró el problema: "el inductor de la enfermedad se reproduce a sí mismo en el cuerpo enfermo y al final de la enfermedad es eliminado del cuerpo...". Probablemente el aspecto más importante de su trabajo, que sólo fue teórico, pues contenía "pocos hechos y muchas reflexiones", es su propuesta de que era necesario separar al microorganismo sospechoso de la enfermedad, para así cultivarlo y mostrar que tendría una existencia independiente. No realizó el procedimiento, pero sólo debía reintroducir las células del

microorganismo en un hospedero saludable y reproducir la enfermedad. Estos requerimientos los formaliza después Robert Koch en su trabajo de 1884, referidos habitualmente como postulados de Koch. Suponía que el material de contagio era no sólo orgánico sino que estaba vivo e individual y se encontraba en el cuerpo enfermo como organismo parásito.

Cerca de la mitad del siglo XIX, los términos infección y contagio eran sinónimos intercambiables. Posteriormente fueron considerados diferentes, aunque sin aclarar las diferencias. Más tarde, "infección" indicaba el proceso de comunicación de una enfermedad de un enfermo a un sano, por un miasma mórbido o exhalación difundida por el aire, y "contagio" indicaba el germen mismo, conocido o supuesto, y la transmisión por un mecanismo de contacto mediato o inmediato. Aparentemente existía un fenómeno de comportamiento dual, pero la contradicción residía sólo en el significado que daba el lenguaje. El término científico más empleado actualmente es infectología y no contagiología.

El trabajo práctico de Bassi, Cagniard-Latour y Schwann y las conclusiones teóricas de Henle, fueron el estímulo que llevó al examen de gran número de enfermedades producidas por microorganismos. En los años siguientes se registró la existencia de muchos parásitos criptógamos en las enfermedades del hombre y los animales.

En 1846 inició la tercera gran pandemia de cólera asiático y Europa fue rápidamente invadida. John Snow, médico inglés, anestesiólogo, planteó en 1849, por primera vez, el carácter transmisor del agua en las epidemias. En 1854 lo



Carlos Linneo (1707-1778).

demostró, al encontrar evidencias de contaminación de los pozos con materia orgánica. La investigación continuó para encontrar los parásitos del cólera, pero fue infructuosa. Sin embargo, la doctrina del contagio animado estaba ya asegurada entre las ideas médicas.

Conclusión: Las enfermedades y la microbiología

Los resultados de investigaciones del siglo pasado mostraron que gran número de enfermedades del hombre y los animales resultan de la entrada al cuerpo de ciertos agentes vivos, invisibles a simple vista, pero observables con ayuda del microscopio.

Con este trabajo el lector puede comprender la naturaleza de la enfermedad infecciosa y tener claridad en algunos puntos básicos: primero, una enfermedad infecciosa o contagiosa es un proceso, no una cosa que ocurre en un hospedero como resultado de la interacción con un parásito. Segundo, la enfermedad no es el parásito, no es el contagio. Tercero, la enfermedad es una secuencia de eventos, el primero es la infección o contagio.

Los científicos "antiguos" tenían pocos conocimientos sobre los microorganismos y aún menos sobre la naturaleza del hospedero. Sin embargo, las observaciones hechas en poblaciones de individuos permitieron inferir la transmisibilidad de una persona a otra.

Las contribuciones hechas por la microbiología al estudio de los procesos hospedero-microorganismo, pasaron por cuatro etapas. La de la especulación, desde aproximadamente el año 5000 a. C. hasta 1675 y la de la observación, desde 1675 hasta 1850. Es definitiva la orientación médica en esta segunda época. Sin embargo, las dos siguientes, la del cultivo, desde 1850 hasta 1900 y la del estudio actual que comenzó a principios del siglo y continúa con un ímpetu que impide clasificarla, presentan una perspectiva histórica de contribuciones y enfoques multidisciplinarios.

Lecturas recomendadas

Bullock, W., *"The History of Bacteriology"*, Oxford University Press, 1938, p. 422.

Bernal, J.D., *"La ciencia en la historia"*, Universidad Nacional Autónoma de México, Nueva Imagen, 1979, p. 693.

Collard, P., *"El desarrollo de la microbiología"*, Reverté, España, 1985, p. 175.

Dobell, C., *"Antony Van Leeuwenhoek and his little animals"*, London, 1932, p. 435.

Brock, T.D., *"Milestones in microbiology"*, American Society for Microbiology, Washington, D.C., 1961.

Bryson, V., *"Microbiology, yesterday and today"*, Institute of Microbiology, Rutgers, the State University, 1959, p. 150.



LOS ESTEROIDES COMO FÁRMACOS POTENCIALIZADORES DEL RENDIMIENTO FÍSICO

Jesús Sandoval Ramírez

Escuela de Ciencias Químicas
Universidad Autónoma de Puebla

Durante la pubertad, en hombres y mujeres se desencadena la producción de hormonas sexuales^{1,2} que determinan las diferencias físicas y fisiológicas entre los dos sexos. Los estrógenos y progestágenos son los dos tipos de hormonas sexuales femeninas, mientras que los andrógenos representan las hormonas masculinas. Es importante mencionar que las mujeres también producen andrógenos y los hombres también generan hormonas femeninas, aunque en ambos casos, esta producción es muy baja. Los andrógenos determinan el desarrollo y mantenimiento de las llamadas características sexuales secundarias como el timbre de la voz, el vello facial, la fuerza muscular, etcétera, así como la producción de semen y el mantenimiento de la libido o deseo sexual. Los andrógenos tienen además propiedades anabolizantes, es decir, aceleran la producción de las proteínas que se requieren para la formación del tejido muscular y contribuyen así al desarrollo de la masa muscular.

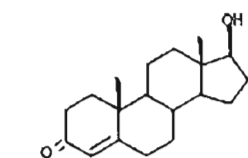
Los esteroides como anabólicos

La testosterona, es la hormona sexual natural representativa de los andrógenos. Los químicos han modificado su estructura y han obtenido compuestos con mayor actividad fisiológica. Así, se ha sintetizado la fluoximesterona, que es siete veces más potente que la testosterona, tanto en actividad androgénica como anabólica. En muchos compuestos la actividad anabólica y androgénica es casi paralela, de modo que un

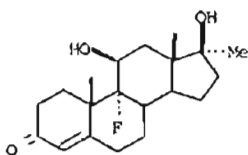
reto para los químicos consiste en sintetizar productos que contengan una baja actividad androgénica con respecto a la actividad anabólica. Como ejemplo de este tipo de compuestos tenemos a la oxandrolona, el etilestrenol, la nandrolona y la oximetolona, que poseen mayor actividad anabólica que androgénica (trece, ocho, cinco y tres veces más, respectivamente, en relación al efecto obtenido con la utilización de la testosterona)³. La oximetolona, sintetizada y producida a nivel industrial en México en 1958 fue una de las primeras en utilizarse ampliamente como anabólico.

La prescripción de esteroides anabólicos en los humanos está indicada en casos de debilidad muscular, para incrementar el peso de personas de constitución sumamente delgada, en estados de convalecencia por infecciones graves, en casos de desnutrición aguda, en retrasos del crecimiento, etcétera. También se suministran en el tratamiento de la osteoporosis en personas

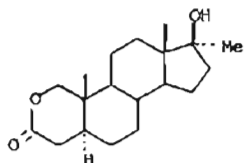




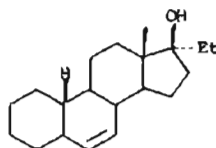
Testosterona



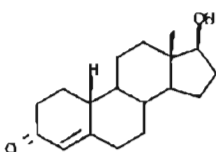
Fluoximesterona



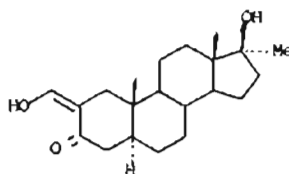
Oxandrolona



Etilestrenol



Nandrolona



Oximetolona

adultas y en ciertas anemias. La prescripción, claro está, debe ser llevada a cabo por un médico especialista, quien hará un seguimiento cuidadoso del paciente.

En un individuo sano, el consumo de anabólicos con una alta expresión androgénica y sin un debido control médico puede tener consecuencias graves. Así, en la mujer se presenta una notable virilización con hipersecreción sebácea, acné, voz grave, robustez, agrandamiento del clítoris, incremento de la libido, amenorrea, etcétera. Se pueden producir también alteraciones en el metabolismo del calcio, que originan una hipercalcemia y daño renal secundario.

En el varón, los anabólicos pueden causar trastornos sexuales como la erección sostenida y dolorosa del pene y la ausencia de espermatozoides en el semen. En el adolescente, se detiene el crecimiento y se produce un incremento de peso, que puede ser el comienzo de futuros problemas de obesidad.

Los esteroides anabólicos como fármacos potencializadores del rendimiento físico

Durante las competencias deportivas, los participantes realizan grandes esfuerzos físicos y mentales, para lo cual se preparan con ejercicios, alimentación y ambiente adecuado. Existe también una motivación económica, pues la comercialización de un triunfo es frecuente, ya que las diversas empresas protagonizan sus anuncios comerciales con gente destacada, y en el caso de los deportistas, sólo lo

son aquellos que logran el triunfo.

Es común que los individuos que quieren obtener un mayor rendimiento físico y mental recurran a analgésicos, anabolizantes y a estimulantes del sistema nervioso central. El consumo de estos últimos está muy generalizado y en muchos casos se asocia con desenlaces trágicos.

El empleo de esteroides anabólicos por atletas, se inició hacia mediados de siglo dentro de los seguidores de la halterofilia y muy pronto se extendió a atletas de la mayor parte de los deportes. Si bien para muchos es benéfico en cuanto se desarrolla notablemente el músculo esquelético, no están ajenos a consecuencias como las antes mencionadas, por lo que su consumo es duramente penalizado en competencias deportivas, especialmente en Juegos Olímpicos. Lo ideal sería contar con compuestos que muestren una alta actividad anabólica con una nula actividad androgénica. En esta tarea los químicos orgánicos y los farmacólogos tienen un importante campo de trabajo dirigido a la síntesis de nuevos compuestos que permitan disociar estos efectos y sirvan entonces como potenciadores inocuos del rendimiento físico.

Notas y bibliografía

1. Witzmann, R.F., "Steroids, Keys to Life", Van Nostrand Reinhold Company, New York, 1981.
2. Fullerton, D.S., "Steroids and Therapeutically Related Compounds", en *Wilson and Gisvold's Textbook of Organic Medicinal and Pharmaceutical Chemistry*, Robert F. Doerge, Ed. 1982, p. 657.
3. Rahwan, R.G., "The Pharmacology of Androgens and Anabolic Steroids", *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 1990, vol. 20(5), pp. 29-40.
4. Véase, por ejemplo, el suplemento del periódico *La Jornada*, "La Jornada en los Juegos Olímpicos", durante julio-agosto de 1992 y el artículo "El consumo de drogas en los deportes va en aumento: OMS." publicado en el diario *La Jornada* del 20 de marzo de 1993.

GRAMÁTICA DE LAS MAGNITUDES

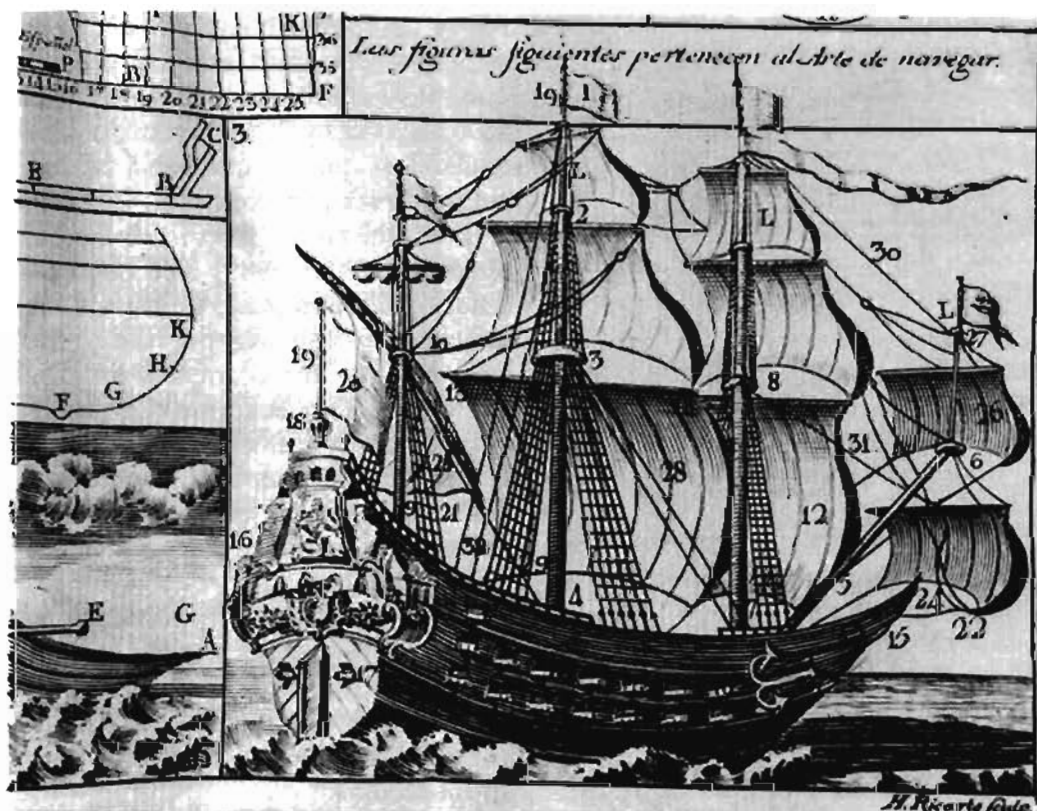
Hugo Diego Blanco

Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades
Universidad Autónoma de Puebla

Entre las matemáticas y la literatura corre un inextinguible río que arrastra números y palabras, alfabeto de círculos y líneas. Charles Baudelaire en aquella autobiografía espiritual que conocemos como *Diarios Íntimos* se dio el gusto de hacer coincidir al cielo con la tierra. "Dios es el único ser que para reinar no tiene ni necesidad de existir." Esta axiomática afirmación precedió a una cuestionable ecuación: "¿Existen locuras matemáticas y locos que piensen que dos y dos son tres?". Soren Kirkegaard, por su parte, siempre dudó que una persona que tuviera buen corazón llegara a ser un matemático distinguido y Giuseppe Tomasi di Lampedusa, el melancólico autor de

El Gatopardo, concluyó que podía ser escritor cuando supo que uno de sus primos, Lucio Piccolo, había publicado un libro con relativo éxito. "Con la certeza matemática de no ser más tonto, me senté ante mi mesa y escribí una novela" confesó en una carta. De Diderot se ha dicho que pocas veces se le vio tan desconcertado como cuando en un salón en donde se reunía la nobleza un matemático se acercó a él para decirle que podía demostrarle la existencia de Dios mediante una ecuación: " $(a+b^n)/n = x$, por lo tanto Dios existe" Como Diderot entendía muy poco de esta gramática, se quedó mudo y prefirió retirarse.

De Jean Cocteau podemos decir, se-



gún el recuerdo de Ezra Pound, que tocaba los tambores en una orquesta de Jazz como si fuera un problema matemático muy difícil.

Las matemáticas son tan antiguas como el mundo, escribió en el siglo XVIII Joseph Sans en un libro cuyo título es muchas veces más una verdad que una contradicción: *El sabio ignorante*. Platón le dio a la aritmética el título de ciencia divina y San Isidoro de Sevilla en sus célebre libro *Etimologías* aseguró que si se perdía la capacidad de numerar entonces quedarían todas las cosas del universo en estado de ignorancia. Pitágoras, si hacemos caso a lo que refiere Pedro Bungio, convirtió a los números en sostén y guía de la materia y tejó una telaraña en donde atrapó a todos los entes, también atribuyó a los números impares la energía y la virtud de los hombres y los llamó principio y causa de todo lo bueno. Los números pares, interpreta el fantasioso Pedro Bungio, tienen inclinaciones femeninas y son el

principio y causa del mal. Termina con una inquisitorial aseveración: los números impares son divinos y los pares diabólicos.

En la historia de las ciencias es posible extraviarse en caminos ocupados por la neblina. Se ve poco y mal. Aunque también existen senderos transparentes rodeados de datos ciertos y demostrables. Es irrefutable, por ejemplo, el horizonte de posibilidades intelectuales que supone la existencia de una tablilla fechada hacia 1800 a.C. en Babilonia, en ella aparecen un conjunto de problemas relacionados con el cálculo de superficies de cuadrados, triángulos y círculos. Más difícil de demostrar es aquella ocurrencia de San Jerónimo quien llamó santo al número siete por los misterios que convoca. En algún sentido se encontraba de acuerdo con Cicerón pues el escritor latino pensaba que el número siete era el nudo de todas las cosas. Según estas disquisiciones de los antiguos, los años impares son particularmente críticos. Sobre todo el sesenta y tres, que es climatérico doble, pues está compuesto por siete veces nueve y nueve veces siete. Tan arraigada era esta creencia que el emperador Augusto César realizó ceremonias y festejos cuando el calendario le anunció que había cruzado sin riesgo tan peligrosa edad.

E.T. Bell en su *Historia de las Matemáticas* (FCE, 1949) dice que cualquiera que sea su punto de partida "las matemáticas han llegado hasta nuestros días por dos corrientes principales, el número y la forma. La primera comprendió la aritmética y el álgebra y la segunda la geometría. En el siglo XVIII esas dos corrientes se unieron y formaron el creciente caudal del análisis matemático"

Entre los puntos de partida y los lugares de llegada es posible cabalgar sobre aciertos y acertijos, navegar entre certezas y ocurrencias, entre lo que el sabio ignora, el poeta escribe y nosotros leemos.



COMPRESIÓN DE IMÁGENES DIGITALES MEDIANTE LAS ECUACIONES DE MANDELBROT

Cuando a principios de la década del 80 hizo su aparición la venerable IBM-PC con su asombroso dispositivo de almacenamiento masivo, un disco duro de 10 Megabytes (el equivalente a 30 diskettes de esa época o a 10 millones de caracteres), no imaginábamos cómo podría agotarse una cantidad tan desmesurada de espacio en disco. Muy pronto,

sin embargo, la realidad fue otra, estableciéndose un círculo vicioso que parece no tener fin: entre más poderosa es la circuitería de las computadoras (el llamado *hardware*), más recursos le exigen los programas (o *software*). Uno de esos recursos es el espacio físico en el que se almacenan los propios programas y los datos por ellos generados. Así, en la actualidad, un sistema computacional típico cuenta con un disco duro de cuando menos 100 Megabytes, mismo que, con toda probabilidad, terminará agotándose conforme el usuario vaya guardando sus datos o decida emigrar a las versiones más recientes de los programas que utiliza. (Para que el lector se haga una idea clara de la demanda a que se encuentra sometido este dispositivo, diremos que el presente número de *Elementos* requirió más de 30 Megabytes de espacio en disco para almacenar imágenes, texto y programa de edición.)

Existen varias soluciones a la saturación de un disco duro. La primera es la más obvia, pero también la más costosa: adquirir otro con mayor capacidad. La se-

gunda requiere de una gran disciplina y consiste en mantener en el disco sólo aquellos archivos estrictamente necesarios para trabajar, desechando periódicamente los que se consideren inútiles. La tercera puede ser la más práctica: utilizar una técnica de compresión de datos, lo cual, puesto en otras palabras, significa crear espacio libre donde antes no lo había.



bre donde antes no lo había.

Existen dos formas de comprimir datos: la compresión en grupos y la compresión sobre la marcha. El método más utilizado es el primero. Se trata de servicios activados por comandos que convierten uno o más archivos en uno comprimido. En este estado el usuario no tiene acceso a los datos, por lo que para poder leer de nuevo sus archivos, debe primero expandirlos usando otro comando del mismo

servicio que los comprimió.

La compresión sobre la marcha (también llamada compresión en tiempo real), trabaja en un plano invisible para el usuario, comprimiendo y expandiendo archivos cuando se solicita el acceso a ellos. De esta manera puede comprimirse prácticamente todo el disco duro, creando la ilusión de que el disco tiene el doble -o más- de su capacidad original.

La mayoría de los servicios de compresión en tiempo real se basan en un algoritmo publicado en 1977 por dos profesores israelíes: Abraham Lempel y Jacob Ziv. El secreto del algoritmo estriba en encontrar, dentro del archivo, cadenas repetidas

de caracteres y convertirlas en símbolos pequeños; cuando se requiere leer el archivo, el servicio toma cada símbolo, lo compara con una referencia y lo convierte en la cadena de caracteres que le corresponde. Estos métodos funcionan con gran eficacia cuando se trata de comprimir archivos de texto. Con los archivos de gráficos la cosa cambia. Aprovechando el hecho de que dichos archivos incluyen mucha información repetida que especifica los colores de los píxeles, los algoritmos diseñados para comprimir imágenes descartan la parte de la información que se considera superflua desde el punto de vista de su aspecto perceptual; los resultados suelen ser aceptables y la calidad visual del gráfico no se deteriora.

Durante muchos años el estándar en compresión de imágenes ha sido la técnica desarrollada por el Grupo Conjunto de Expertos Fotográficos (JPEG, por sus siglas en inglés); su algoritmo se fundamenta en un procedimiento matemático bastante conocido: la transformada discreta del coseno. Con ella es posible lograr razones de compresión de 10:1 a 20:1; sus desventajas son que expandir una imagen toma el mismo tiempo que comprimirla y que, con razones de compresión por arriba de 20:1, se introducen defectos en la imagen.

Existe, sin embargo, una alternativa: la compresión fractal. De acuerdo con una nota publicada en *Scientific American* en su número correspondiente al mes de julio de 1993, se trata de una idea original de Michael F. Barnsley y Alan D. Sloan, dos matemáticos del Instituto de Tecnología de Georgia, quienes pensaron que, debido a que las imágenes del mundo real tienden a consistir de muchos patrones complejos que se repiten en varios tamaños —es decir, fracta-

les— debería haber una forma de convertir las imágenes en sus correspondientes ecuaciones fractales; de esta manera, el espacio en disco necesario para almacenarlas se reduciría ostensiblemente. El algoritmo trata a la imagen como si fuera un rompecabezas formado

por muchas piezas sobrepuestas, algunas de las cuales son similares. El programa toma cada pieza y, aplicando una fórmula fractal, transforma su forma, tamaño y color hasta igualarla con otra parte de la gráfica. Este proceso toma algún tiempo pero en compensación produce un archivo mucho más pequeño, ya que contiene sólo los números necesarios para especificar las relaciones matemáticas entre las piezas. Una ventaja adicional de esta técnica es que la reconstrucción de la imagen a partir de números es relativamente rápida (decenas de imágenes por segundo). Además, debido a que las imágenes fractales se codifican por ecuaciones, no poseen un tamaño específico, es decir, son independientes de la resolución del monitor en que se proyectarán. Este es un atractivo especial que no es ofrecido por otras técnicas.

En la actualidad existen ya muchos productos que echan mano de la compresión fractal para hacer más eficientes sus servicios; entre ellos destacan algunas enciclopedias y colecciones de imágenes en disco compacto y es de esperarse que, en un futuro próximo, la compresión fractal se convierta en el estándar para el tratamiento de video animado y multimedia.

José Emilio Salceda Ruanova



¿ CÓMO SE DEFIENDEN LOS INSECTOS DE LOS INSECTICIDAS ?

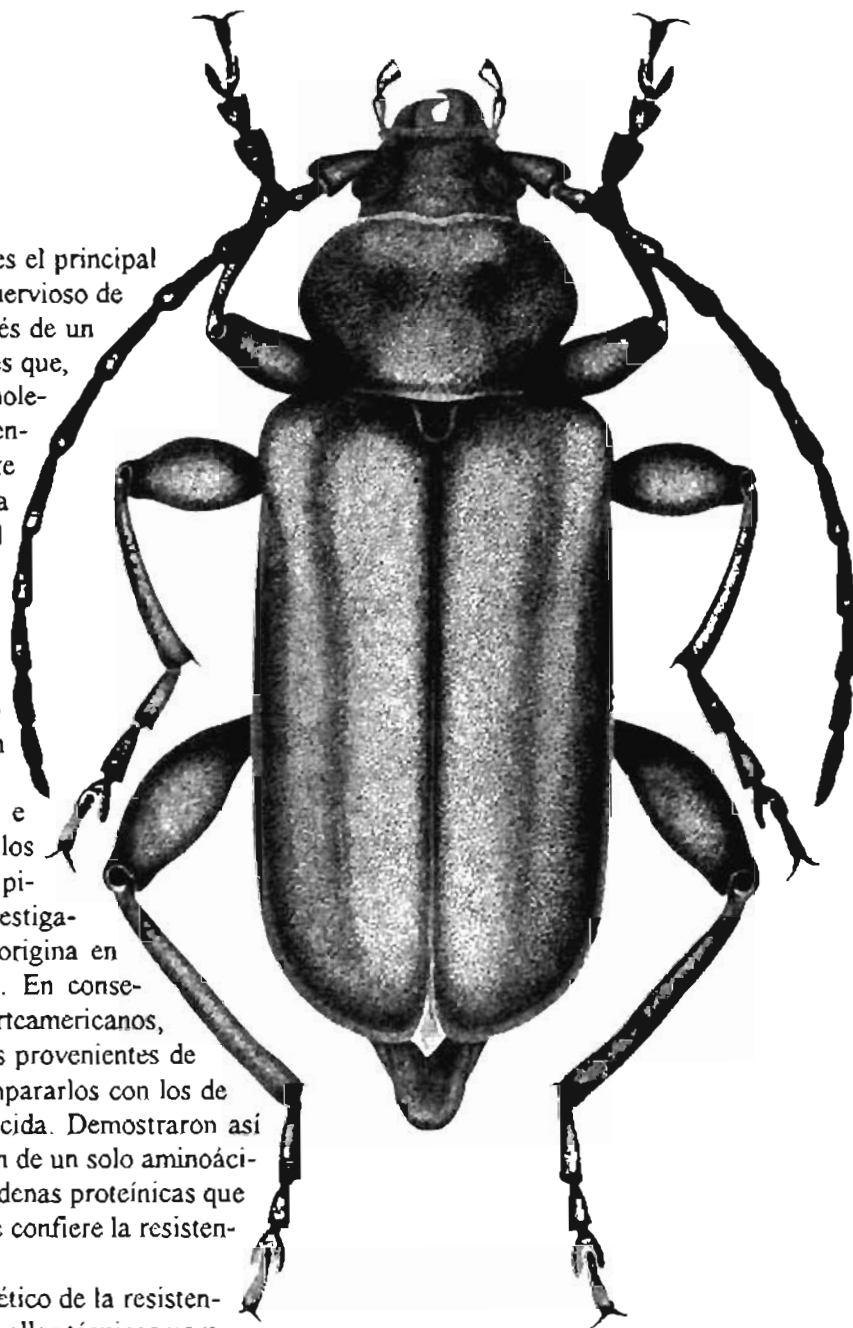
El ácido Gama Amino Butirico (GABA) es el principal neurotransmisor inhibitorio en el sistema nervioso de vertebrados e invertebrados. Actúa a través de un receptor constituido por varias subunidades que, en conjunto, forman un complejo macromolecular con sitios de unión al GABA y las benzodiazepinas, entre otras sustancias. Este complejo forma un canal en la membrana celular por el cual, al unirse el GABA al receptor, puede fluir una corriente de iones de cloro, modificando el potencial eléctrico de las células. Estos receptores son también el sitio de unión de algunos venenos como la picrotoxina e insecticidas derivados del ciclodieno, los cuales bloquean la acción fisiológica normal del GABA.

Se ha encontrado que los vertebrados e invertebrados que muestran resistencia a los ciclodienos son también resistentes a la picrotoxina, hecho que ha sugerido a los investigadores la idea de que esta resistencia se origina en una modificación del receptor al GABA. En consecuencia, un grupo de investigadores norteamericanos, decidió aislar y caracterizar los receptores provenientes de moscas resistentes a los ciclodienos y compararlos con los de moscas silvestres no resistentes al insecticida. Demostraron así que una mutación que lleva a la sustitución de un solo aminoácido alanina por una serina, en una de las cadenas proteínicas que constituyen el receptor al GABA, es lo que confiere la resistencia al insecticida.

El conocimiento preciso del origen genético de la resistencia a estos insecticidas ha permitido desarrollar técnicas para determinar si una mosca es portadora de genes que confieren resistencia. De esta manera se puede estudiar con precisión el mecanismo por el cual se propaga y sostiene la resistencia a insecticidas en una población. Se está estudiando también si esta modificación de los receptores a GABA conlleva algunas alteraciones adicionales en la fisiología y sensibilidad a otras sustancias en estos insectos.

French-Constant, R. H., Rocheleau, J.C. Steichen, T. A. y Chalmers, A. E., "A point mutation in a *Drosophila* GABA receptor confers insecticide resistance", *Nature*, Vol. 363, 1993, pp. 449-451.

Rosario Vega



EXTRAÑO COMETA SE APROXIMA A JÚPITER

En mayo de 1993, un grupo de astrónomos americanos descubrieron un cometa particularmente extraño. En las fotos obtenidas por el observatorio de Monte Palomar en California, el cometa aparecía como aplastado. Inmediatamente se requirió el apoyo de otros astrónomos; la observación con el mayor de los telescopios en Kitt Peak, Arizona, permitió confirmar la peculiar estructura del cometa. Éste se encuentra situado cerca de Júpiter y realmente está constituido por una serie de cometas separados.

Fotografías posteriores han demostrado que son hasta veinte cuerpos separados que siguen una órbita común, formados como en un tren. El conjunto de cometas ha sido designado como 1993e (indicando que es el quinto cometa descubierto en 1993) y fue denominado cometa periódico *Shoemaker-Levy 9*, en honor a sus descubridores.

Mediciones ulteriores han demostrado que el tren de objetos tiene su órbita alrededor de Júpiter y que tienden a dispersarse. Se ha calculado que la separación de estos objetos se inició en el verano de 1992, debido a que el cometa *Shoemaker-Levy 9* pasó muy cerca de Júpiter. En teoría, la fuerza gravitacional de este inmenso planeta puede hacer que un objeto como un cometa se rompa y separe en varios pedazos.

La separación producida por la fuerza de mareas en un objeto nunca había sido observada, aunque ha sido propuesta como uno de los mecanismos que determinan la distribución inusual de los cráteres de la Luna.

A pesar de que este cometa no es típico por carecer de cola, se ha calculado que originalmente tenía un diámetro de 20 km y que el fragmento mayor es aún de 10 km. Cálculos de su órbita sugieren que estos objetos harán colisión con Júpiter cerca del 20 de julio de 1994.

En una conferencia reciente sobre el peligro que representan los asteroides para la vida, se planteó la posibilidad de que el impacto de Chicxulub, que originó los dramáticos cambios climáticos que determinaron la transición súbita de las especies biológicas entre los periodos cretácico y terciario (la Transición K/T), pueda haber sido debida a la dispersión de un cometa masivo y que la subsecuente "lluvia de cometas" determinó el holocausto biológico, haciendo desaparecer a los dinosaurios de la faz de la Tierra.

Desafortunadamente, se ha calculado que la colisión del tren de objetos ocurrirá en la faz oscura de Júpiter, privándonos de la posibilidad de su estudio y del espectáculo espacial que se prevee. En principio, ésta será la catástrofe planetaria más grande que la humanidad tiene oportunidad de atestiguar, equivalente a una explosión de un billón de megatonnes de energía. En caso de no colisionar directamente con Júpiter se ha especulado que la fragmentación del cometa podría originar un anillo como los que luce Saturno.

La comunidad astronómica internacional está atenta y discutiendo activamente sobre las consecuencias y posibilidades de estudio que ofrece este conjunto de objetos, seguramente uno de los más interesantes cometas o grupo de ellos, jamás descubierto.

Chapman, C. R., "Comet or target for Jupiter", *Nature*, Vol. 363, 1993, pp. 492-493.

E. Olluc

LA LEVEDAD

Si quisiera escoger un símbolo propicio para asomarnos al nuevo milenio, optaría por éste: el ágil, repentino salto del poeta filósofo que se alza sobre la pesadez del mundo, demostrando que su gravedad contiene el secreto de la levedad, mientras que lo que muchos consideran la vitalidad de los tiempos, ruidosa, agresiva, piafante y atronadora, pertenece al reino de la muerte, como un cementerio de automóviles herrumbrosos.

LA EXACTITUD

A veces tengo la impresión de que una epidemia pestilencial azota a la humanidad en la facultad que más la caracteriza, es decir, en el uso de la palabra; una peste del lenguaje que se manifiesta como pérdida de fuerza cognoscitiva y de inmediatez, como automatismo que tiende a nivelar la expresión en sus formas más genéricas, anónimas, abstractas, a diluir los significados, a limar las puntas expresivas, a apagar cualquier chispa que brote del encuentro de las palabras con nuevas circunstancias.

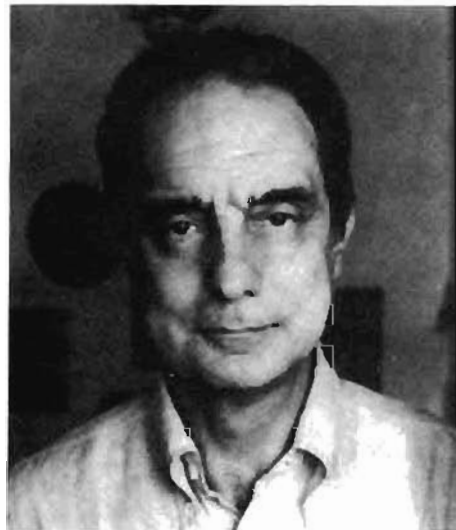
No me interesa aquí preguntarme si los orígenes de esta epidemia están en la política, en la ideología, en la uniformidad burocrática, en la homogeneización de los *mass-media*, en la difusión escolar de la cultura media. Lo que me interesa son las posibilidades de salvación. La literatura (y quizá sólo la literatura) puede crear anticuerpos que contrarresten la expansión de la peste del lenguaje.

LA RAPIDEZ

El siglo de la motorización ha impuesto la velocidad como un valor mensurable, cuyos récords marcan la historia del progreso de las máquinas y de los hombres. Pero la velocidad mental no se puede medir y no permite confrontaciones o competencias, ni puede disponer los propios resultados en una perspectiva histórica. La velocidad mental vale por sí misma, por el placer que provoca en quien es sensible a este placer, no por la utilidad práctica que de ella se puede obtener. Un razonamiento veloz no es necesariamente mejor que un razonamiento ponderado, todo lo contrario; pero comunica algo especial que reside justamente en su rapidez.

Cada uno de los valores que escojo como tema de mis conferencias, lo he dicho al principio, no pretende excluir el valor contrario: así como en mi elogio de la levedad estaba implícito mi respeto por el peso, así esta apología de la rapidez no pretende negar los placeres de la dilación.

Fragmentos seleccionados del libro de Italo Calvino *Seis propuestas para el próximo milenio*, Editorial Siruela, Madrid, 1989.



Italo Calvino.

LA LECCIÓN DE ANATOMÍA

La misma mano que momentos antes incidió la carne, separó los tejidos y expuso, al fin, la masa muscular, sostiene ahora con firmeza la pinza que permite tener a la vista el objeto de estudio. La otra, la que está libre, se encuentra suspendida en el aire -como si llevarla a una posición más natural representara profanar la quietud eterna del cadáver- dibujando un ademán que parece casual, pero que en realidad está cargado de una intención secreta: la de concentrar las miradas -las de sus estudiantes, la mía propia- en el punto elegido por la voluntad del profesor. El efecto, sin embargo, no es total: dos de los estudiantes han desviado la vista, incomodados sin duda por la presencia repentina de un extraño -yo- en esa sala-santuario a la que sólo pueden acceder los iniciados. Por un instante, el necesario para percatarme de la severidad de su gesto, les sostengo la mirada; pero pronto me doy cuenta que se trata apenas del preámbulo, que he ido demasiado lejos al violentar con mi presencia el lugar en que el conocimiento se genera y se perpetúa; en un momento más, el profesor dejará de hablar, soltará la pinza y levantará la cara buscando mi rostro aturdido; entonces yo, Adán, seré estremecido por un recuerdo no deseado y descubriré que me asomé de nuevo al paraíso, y de nuevo, siempre de nuevo, quise morder el fruto del árbol del bien y del mal, que es la fuente del saber; y otra vez seré expulsado por mi pecado original: intentar acercarme a lo que me fue negado conocer. Por eso mis ojos no pueden mantenerse fijos y, antes de que todo ocurra, navegan con espanto las aristas de ese triángulo impío: las miradas severas, la mano quieta, en estado de gracia, el cadáver, las miradas, la mano, el cadáver, el cadáver, el cadáver...

José Emilio Salceda Ruanova



Rembrandt
(1606-1669):
*La lección de
Anatomía.*

SE DESCUBRE EN VIETNAM UNA NUEVA ESPECIE DE MAMÍFERO

La época de las grandes expedicio-
nes y la exploración de
territorios, descripción
de flora y fauna y
desarrollo de estu-
dios estratigráficos

y geológicos parecía haber llegado a su
fin. En la actualidad son pocos los que
sueñan con descubrir una tribu descono-
cida, viajar a territorios nunca antes vi-
sitados o encontrar una nueva y admi-
rable especie animal. En todo caso
parece que, en la actualidad, son los
que se dedican a la exploración espacial o



de las profundidades marinas los únicos que podrían tener acceso a las grandes aventuras
del descubrimiento. Sin embargo, y a pesar de que hace casi treinta años no se descubría
una nueva especie de mamífero, en el mes de junio, en la revista *Nature*, un grupo de
investigadores vietnamitas, en colaboración con personal de la Oficina Asiática de
Conservación en Hong Kong, reportan la existencia de una nueva especie de Bóvido, la
cual ha sido descrita gracias a cráneos y pieles encontrados en viviendas de cazadores en
la selva de Vietnam. En la figura se muestra una reproducción de este animal. Como
puede verse es, en ciertos aspectos, semejante al *Oryx*, razón por la cual se ha denomina-
do a los integrantes de este nuevo género como *pseudoryx*. Se ha calculado que pesan
100 kg, tienen 1.5 mts de longitud y entre 80 y 90 cms de alzada. Como se aprecia en la
reproducción, tiene largos cuernos rectos y una cola pequeña.

Con base en la distribución y frecuencia con que los cazadores han dicho encuentran
estos animales, se ha calculado que existen sólo unos cuantos cientos de ellos, distribui-
dos en los bosques al norte del Vietnam en la región de Vu Quang.

El grupo de investigación espera pronto iniciar trabajos de campo destinados a la
captura de animales vivos para determinar sus hábitos y realizar estudios más precisos,
así como portar algunos ejemplares a reservas donde sea posible asegurar su sub-
sistencia.

Dung, V.V., Giao, P.M., Chinh, N.N., Tuoc, D., Arcander, P. y MacKinnon, J., "A new
species of living bovid from Vietnam", *Nature*, Vol. 363, 1993, pp. 443-445.

Enrique Soto Eguibar

PSICOBIOLOGÍA Y CONDUCTA: RUTAS DE UNA INDAGACIÓN

José Luis Díaz.

Fondo de Cultura Económica, 1989, México.

En *Psicobiología y conducta: Rutas de una indagación*, el autor conjunta explicaciones de los fenómenos cerebrales, mentales y conductuales en una disciplina unitaria y sistematizada: la Psicobiología. Esta disciplina incluye aspectos de psiquiatría, psicofarmacología, etnofarmacología y etología.

El libro inicia con una introducción general sobre los diversos fármacos utilizados en psiquiatría y su mecanismo de acción. Esta línea se mantiene en el capítulo II, centrándose en un análisis detallado sobre la acción de los fármacos antidepresivos y las diversas teorías sobre el origen de la depresión. Destaca la importancia de la interacción de algunos sistemas neuroquímicos (catecolaminas, serotonina y acetilcolina) con las anfetaminas, ya que éstas producen alteraciones conductuales. Estos y otros aspectos metabólicos de las anfetaminas son abordados en el capítulo III.

De gran relevancia en la psicobiología es el estudio crítico sobre el panorama actual de la investigación de la esquizofrenia en campos tan importantes como la genética, la neurobiología y la biología molecular. Esta exploración es la que se presenta de manera clara en el capítulo IV, junto con una discusión sobre las perspectivas de conocimiento de esta enfermedad y las ventajas y desventajas de seguir una interpretación "organicista" o "ambiental" al respecto.

Además, se incluyen aspectos interesantes como los de la etnofarmacología, por lo que es notable el capítulo V que habla sobre las plantas mágicas y sagradas de México.

Este tema se aborda con una óptica multidisciplinaria de tipo histórico, etnológico, botánico, químico y farmacológico. Desde el inicio de este capítulo, el autor plantea que la etnofarmacología tiene como finalidad entender los usos y efectos de las plantas biodinámicas en su contexto cultural, de manera paralela al análisis de sus aspectos químicos y farmacológicos, teniendo como objetivo el generar sustancias que constituyan herramientas de investigación en las neurociencias. Un enfoque semejante se aplica en el capítulo VI, en donde se analizan las diversas plantas existentes en México que son usadas como afrodisiacas, entre ellas las psicodislépticas, las damianas y otras plantas comestibles. La etnofarmacología mexicana de las plantas utilizadas como afrodisiacos nos proporciona una visión global que integra al sujeto con su cultura.

Uno de los puntos centrales en este libro es la psicobiología del proceso de la curación y la relación médico-paciente. En el capítulo VII se analiza la divergencia en los conceptos de salud



y enfermedad que mantienen tanto la medicina institucional como la medicina tradicional. Además, se aborda la correlación de estados psiconeurales con estados de conciencia, de tal forma que los estados mentales se traducen en procesos fisiológicos o en procesos curativos, como es el caso del llamado "efecto placebo" y las "enfermedades psicosomáticas"; estas últimas se discuten en términos de la relación entre mente y cuerpo; entre lo social, lo cerebral, lo conductual y lo psicológico.

En el capítulo IX intitulado Etología y Psiquiatría, se evalúa la integración de las ciencias de la conducta con la psicología y la psiquiatría, la situación teórica actual del campo y los métodos que emplean las ciencias del comportamiento, así como la relevancia de las aportaciones que hacen las ciencias conductuales a la psiquiatría, principalmente a través del uso de modelos animales, ya sea para provocar experimentalmente alteraciones "psiquiátricas" en el comportamiento animal, o estableciendo una serie de analogías entre las características de la conducta espontánea de grupos sociales en su hábitat natural. El análisis de estos modelos animales es el punto central del capítulo XI.

Por último, el autor concluye profundizando en el problema mente-cuerpo. Sugiere conciliar la dicotomía entre lo genético y lo ambiental, de tal forma que se logre tener una visión global del problema. En general, a pesar de la diversidad temática del libro, el autor transmite claramente la importancia de conjuntar lo biológico con lo social, con la finalidad de correlacionar los fenómenos o alteraciones conductuales con variables biológicas.

Amira del Rayo Flores Urbina.

CENTRO DE QUÍMICA
INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA
BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

MAESTRÍA EN QUÍMICA

ÁREAS: QUÍMICA ORGÁNICA, QUÍMICA INORGÁNICA Y FÍSICOQUÍMICA.

* Cursos de prerrequisitos: del 11 de abril al 8 de julio de 1994.

Los cursos de prerrequisitos no son obligatorios, aunque sí ampliamente recomendables para adquirir y homologar los niveles de conocimiento requeridos para los exámenes de admisión al posgrado.

* Exámenes de admisión: del 8 al 12 de agosto de 1994.

* Inicio de cursos: 29 de agosto de 1994.

* Fecha límite de inscripciones a los prerrequisitos: 11 de abril de 1994.

* Fecha límite de inscripción para los exámenes de admisión: 3 de agosto de 1994.

Para mayor información e inscripciones dirigirse a:

Coordinación de la maestría, Centro de Química del I.C.U.A.P.
14 Sur 6303, Ciudad Universitaria, Colonia San Manuel, Puebla, Pue.
Teléfono y Fax: (22) 45 62 07

DEL MENSAJE A LA MENTE

Stephen S. Easter, Jr., Kate F. Barald y Bruce M. Carlson

Sinauer Associates Inc. (1988)

¿Cómo es que varias partes discretas de una membrana celular llegan a diferenciarse radicalmente en su morfología, bioquímica y fisiología? ¿Existen “programas” celulares encargados de mantener las especializaciones logradas por la membrana? ¿Qué factores de información son necesarios para controlar los exquisitos matices de la formación de conexiones entre neuronas? ¿Cómo sabe un axón hacia dónde tiene que crecer? ¿Cuáles son los factores que afectan la formación y mantenimiento de la circuitería neuronal?

Por varias razones las respuestas a tales preguntas no son fáciles; en primer lugar porque durante muchos años los biólogos se han dedicado al estudio de problemas más generales, más evidentes; en segundo, porque dilucidar estas cuestiones requiere del concurso de diversas disciplinas que no han tenido el grado de evolución deseable para abordar problemas así. Es por ello que tiene que agradecerse una publicación como *From message to mind: directions in developmental neurobiology*. Resultado de un simposio sobre neurobiología del desarrollo, promovido por un grupo de investigadores de la Universidad de Michigan, no es, sin embargo, el clásico “libro de simposio” dirigido a ultraespecialistas. Presenta, en cambio, una colección de materiales -en su mayor parte inéditos- que contienen información actualizada y accesible tanto para especialistas de otras áreas como, sobre todo, para estudiantes. Esta es, sin duda, su primera virtud, aunque tiene otras: su cuidada edición, sus ilustraciones minuciosamente seleccionadas, la diversidad y riqueza en los puntos de vista de sus 54 colaboradores, su estilo claro, su estructura lógica, con francas intenciones didácticas. Sobre este último punto y sobre el contenido profundizamos en los párrafos siguientes.

En un total de veinte capítulos distribuidos en seis secciones, *From message...* aborda una serie de problemas complejos cuyo punto de fuga es el nivel celular. Cada sección del libro está precedida por una introducción elaborada por un neurobiólogo de la propia Universidad de Michigan; este escrito introductorio tiene como finalidad poner al lector en el contexto de los capítulos que integran la sección, así como proporcionarle fuentes de lectura preliminar si es que no se trata de un especialista. Por sugerencia de los editores, los autores de cada capítulo presentan no sólo las ideas actuales acerca del tema en cuestión, sino que especulan sobre las direcciones que sus respectivos campos están tomando y sobre las posibles causas de ello. Estas reflexiones constituyen, por sí mismas, un valioso material de lectura y discusión.

La sección I discute las bases moleculares del desarrollo neural. Destaca el artículo escrito por Gerald M. Edelman y Kathryn L. Crossin; en él se revisa la evidencia a favor de que muchos de los eventos claves relacionados con la formación de patrones neurales dependen de mecanismos de modulación que ocurren en la superficie de la célula.

La sección II está dedicada a la biología molecular del cerebro. Es notorio el énfasis que se hace, en los tres capítulos que la integran, respecto de la aplicación de las técnicas de DNA recombinante en el estudio del sistema nervioso. Las ca-

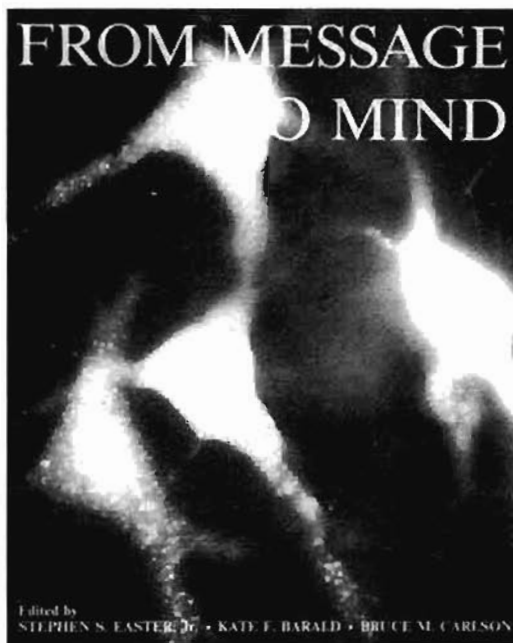
racterísticas de los RNA mensajeros del cerebro se revisan con profundidad en sendos capítulos.

En la sección III se analizan los mecanismos que median el crecimiento y orientación de los axones para diferentes poblaciones neuronales; asimismo, se discuten las diferencias y semejanzas que, en lo que toca a este particular, pueden observarse entre invertebrados y vertebrados. Es notable el capítulo de Katherine Kalil "Crecimiento y orientación de axones en dos vías de la corteza cerebral de los mamíferos". En él se describen los esfuerzos por entender cómo es que los axones se extienden durante el desarrollo y la regeneración y cómo pueden ser influenciados para seleccionar ciertos caminos que les garanticen el arribo a los destinos apropiados.

La sección IV aborda los fenómenos relacionados con el establecimiento de contactos intercelulares una vez que los axones han llegado a su blanco. Dos de los tres capítulos que conforman esta sección discuten aspectos centrales de la teoría de la quimioafinidad biológica, según la cual las células adquieren una identidad química temprana y sus conexiones finales son fuertemente influenciadas por ella.

La sección V trata de los mecanismos de diferenciación en el sistema nervioso; esto es, de cómo ocurre la creación de diversos tipos celulares a partir de un grupo uniforme de células precursoras. En este contexto resulta sugestivo el artículo "Mosaicos genéticos como un medio para explorar el desarrollo del sistema nervioso central de los mamíferos", en el que Karl Herrup y Michael W. Vogel estudian, entre otras cosas, la importancia de la regulación del número de células neuronales durante el desarrollo del sistema nervioso central de los mamíferos y la forma en que se logra esta regulación.

Finalmente, la sección VI describe varios ejemplos de plasticidad en el sistema nervioso de los mamíferos. Los artículos que integran esta sección sugieren la idea general de que señales tan diversas como los neurotransmisores, los factores de crecimiento, las hormonas y las entradas sensoriales, modifican la expresión genética y actúan a través de un número discreto de vías moleculares comunes. El sentido de la palabra "mensaje" en el título del libro se aclara en esta sección: se refiere a la interacción de dos tipos de mensajes: los programas genéticos puestos en marcha en el citoplasma por el RNA mensajero, y los múltiples mensajes bioquímicos, hormonales y ambientales que ejercen su influencia sobre los primeros.

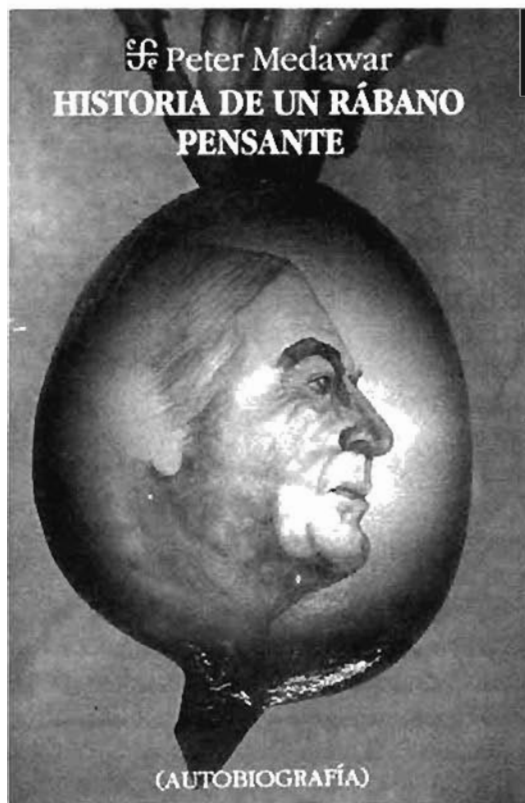


José Emilio Salceda Ruanova

HISTORIA DE UN RÁBANO PENSANTE

Peter B. Medawar

Fondo de Cultura Económica, 1990



Con sólo el título imaginé a Peter Brian Medawar (1915-1987) como un hombre alto y con esa piel tan especial que, dejando entrever finas venas, tiene un aspecto rojizo y blando. Nada tiene esto realmente que ver con P.B. Medawar, quien dio ese nombre a su autobiografía como resultado de una combinación de personajes: el rábano bifurcado de Falstaff (Shakespeare, *Enrique IV*) y la caña pensante de Pascal.

Se trata de una biografía singular porque en ella están ausentes los grandes acontecimientos o las ideas deslumbrantes, tenemos un relato que se desarrolla en un tono algunas veces hasta impersonal, pero directo y muy preciso. La modestia parece un aspecto especial de Medawar. Destaca sus errores y la gran pérdida de

tiempo que significaron para él y sus colegas, a quienes otorga un especial valor: "La razón de la investigación en colaboración -dice Medawar- es el sinergismo de dos o más cerebros que trabajan hacia la solución de un mismo problema [...] Sólo en la ciencia y en la tecnología y tal vez en la solución de problemas se obtiene esta relación: no es fácil imaginar que una novela fuera mejor por haber sido escrita por dos autores, o que un mural ejecutado por dos pares de manos resultara una obra de arte mejor por la suma de dos actuaciones. Más que esto, los colegas aumentan la satisfacción de haber tenido una buena idea o de llevar un experimento difícil a buena conclusión, y hacen mucho más soportables los retrocesos y las dilaciones que son inevitables en la investigación científica."

De su labor científica hace una breve, pero precisa descripción. Sus experimentos que finalmente le llevaron a compartir el Premio Nobel de Fisiología y Medicina con Sir Macfarlane Burnet en 1960, permitieron entender algunos de los mecanismos básicos de los procesos inmunológicos. Medawar y sus principales colaboradores, Rupert Everett Billingham y Leslie Brent, demostraron que el organismo "aprende" durante el desarrollo a discriminar entre sus propios tejidos y los que no lo son (el "yo" y el "no yo" inmunológico). Su observación fundamental fue que si los tejidos o sustancias que producen rechazo inmunológico (son antigénicas) en un adulto son puestas en contacto con el organismo durante su desarrollo embrionario, inhibirán la generación de la respuesta inmune, esto es, han dejado de ser antigénicas. Este proceso que denominaron como tolerancia inmunológica, surgió de una observación casual al estudiar

las relaciones de parentesco en las vacas. Posteriormente fue reproducido de manera controlada en animales de laboratorio inyectando o transplantando células entre embriones. La tolerancia inmunológica es un proceso esencial que permite suprimir cualquier reacción ante los elementos que constituyen el propio organismo y, aún en la actualidad, se la estudia activamente ya que de inducirla controladamente sería posible hacer a un organismo tolerante a un trasplante proveniente de otro ser, o evitar el desarrollo de enfermedades auto-inmunes, las que seguramente involucran una alteración en el proceso de tolerancia inmunológica.

Medawar fue un amante apasionado de la ópera y fecundo pensador en el campo de la filosofía de la ciencia (campo en el que produjo importantes obras, véanse las lecturas recomendadas).

Fue también un protagonista importante en el desarrollo de la ciencia en Inglaterra. Primero como director del Departamento de Zoología de la Universidad de Londres y luego como Director del Instituto Nacional de Investigación Médica por más de 20 años. Medawar desarrolló en paralelo la investigación científica al más alto nivel, la reflexión filosófica profunda y las actividades de dirección político académicas con una alta eficiencia, revelándose en esto último como un hombre pragmático y perspicaz: "Según mi experiencia - dice Medawar- los administradores profesionales tienen por regla algún tipo de simpatía y entendimiento a los investigadores, pero los académicos que 'se han arrojado a la vida administrativa', tal vez por ser académicamente estériles, sentían muy poca simpatía hacia aquellos de nosotros que estábamos tratando de administrar la labor de investigación y enseñanza..."

Historia de un rábano pensante ofrece una mirada fresca de la vida académica inglesa en este siglo. Desde su juventud en un oscuro internado, hasta la actividad como tutor en Oxford, Medawar recorre diversos sistemas y modos de enseñar. Parece optar por la enseñanza universitaria no tu-

torial. Ofrece también una vista del mundo de la ciencia con sus congresos, conferencias, visitas y premios. De este mundo está claramente en favor del trabajo experimental y el medio apacible del laboratorio, lugar donde decidió terminar sus días.

A los setenta y un años, luego de un accidente vascular cerebral que lo dejó con un importante déficit motor, Medawar finaliza su autobiografía afirmando que "... por lo que toca a mi vida en general, estaré pensando que a pesar de sus vicisitudes, mi vida no ha dejado de tener sus aspectos risibles."

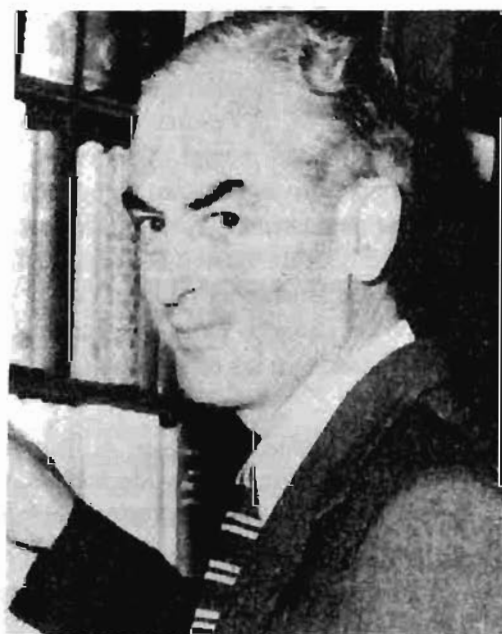
Otras obras de P. B. Medawar traducidas al Español y fácilmente accesibles al lector en México:

P. B. Medawar. "*Consejos a un joven científico*", Fondo de Cultura Económica (Breviarios).

P. B. Medawar. "*Los límites de la ciencia*", Fondo de Cultura Económica (Breviarios).

P. B. Medawar y J. S. Medawar. "*De Aristóteles a Zoológicos. Un diccionario filosófico de biología*", Fondo de Cultura Económica.

Enrique Soto Eguibar



P. B. Medawar, 1960.

RECEPTORES Y LIGANDOS A LOS CANABINOIDES

La marihuana, o más bien sus ingredientes activos, los cannabinoides, activan receptores de la membrana celular de algunas neuronas. Hasta hace poco se pensaba que los efectos de esta droga eran debidos a que los cannabinoides, interactuaban de manera inespecífica con los lípidos de la membrana. Investigaciones recientes han demostrado que existen receptores cerebrales a los cannabinoides y que, en el cerebro, se produce una sustancia que normalmente los ocupa. Los receptores a cannabinoides se han clonado y se sabe que pertenecen al grupo de receptores acoplados a proteínas G cuya activación origina la inhibición de la adenilato ciclasa y modifica las corrientes de calcio en las membranas celulares. El ligando endógeno de los cannabinoides fue descrito en 1992. Fue bautizado con el nombre de "anandamida", que deriva de una palabra en sánscrito ("ananda") que quiere decir "el bienestar interior", "la gloria", "la bienaventuranza".

El descubrimiento de los receptores a los cannabinoides y de la producción de anandamida en el cerebro, permiten entender el mecanismo de acción de la marihuana. Al ser fumada, se aspiran sus productos activos, particularmente el delta-9-tetrahidrocannabinol; una vez en el cerebro se unen a los receptores que normalmente ocupa la anandamida alterando el funcionamiento cerebral normal.

En el organismo, la anandamida se produce a partir del ácido araquidónico, que es una molécula común en todas las células. Se trata de una molécula relativamente simple que se denomina araquidonil-etanol-amida. Desafortunadamente, aún se desconocen cuáles son los mecanismos que regulan su producción así como sus acciones fisiológicas. Se ha demostrado que al modificar los movimientos del ion calcio en las membranas celulares, los cannabinoides modifican la liberación de mensajeros químicos en el sistema nervioso, acción que probablemente explique su inespecificidad y que permite proponer que la anandamida funciona como un neuromodulador. Se piensa que en condiciones de activación sostenida, el aumento de los niveles intracelulares de calcio determina la activación de una fosfolipasa y el consecuente aumento en la síntesis de anandamida y disminución de la actividad sináptica.

Indudablemente quedan aún muchas interrogantes. Poco sabemos de los mecanismos de regulación y de los desórdenes en la producción de anandamida y cómo éstos pueden afectar la actividad mental. No cabe duda que sus agonistas, los cannabinoides tienen efectos cognoscitivos notables que ponen en evidencia la importancia funcional de este nuevo sistema de mensajeros químicos en el organismo.

El estudio de la neuroquímica cerebral y de los efectos de algunas drogas, tiene interés no únicamente en relación con el posible uso y abuso de estas sustancias, sino porque abren caminos para comprender la actividad mental. Es probable también que estemos andando ya las rutas hacia los nuevos mundos y modos de vivir que entrevio Aldous Huxley.

Devane, W.A., Hanus, L., Breuer, A., Pertwee, R.G., Stevenson, G., Griffin, G., Gibson, D., Mandelbaum, A., Etinger, A. y Mechoulam, R. "Isolation and structure of a brain constituent that binds to the cannabinoid receptor", *Science*, (1992), Vol. 258, pp 1946-1949.

Matsuda, L.A., Lolait, S.J., Brownstein, M.J., Young, A.C., y Bonner, T.I., "Structure of a cannabinoid receptor and functional expression of the cloned cDNA", *Nature*, (1990), Vol. 346, pp. 561-564.

Enrique Soto Eguibar

INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

Elementos es una revista de divulgación científica. Se publica bajo los auspicios de la Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado de la Universidad Autónoma de Puebla. Entre sus objetivos destaca el servir como vehículo de comunicación entre la comunidad científica y los estudiantes del nivel medio superior y superior, así como el público en general.

Los artículos que se sometan a consideración editorial de la revista deberán enviarse en original y dos copias a:

Revista Elementos
Dr. Enrique Soto
Universidad Autónoma de Puebla
14 Sur 6301, CU
Apartado Postal 406
Puebla, Pue.
C.P. 72000
Tel (22) 44 16 57
Fax (22) 33 10 35

Todos los artículos sometidos a consideración editorial serán evaluados por especialistas en la disciplina, de acuerdo con los criterios establecidos por el consejo editorial.

Los manuscritos deberán ajustarse a las siguientes normas:

1.- El material deberá ser presentado usando un lenguaje claro y sencillo, evitando el uso de términos técnicos especializados. Cuando éstos sean indispensables, deberá explicarse su significado en una nota. Se recomienda el uso de figuras ilustrativas y cuadros que permitan sintetizar y aclarar conceptos relevantes o difíciles. Los artículos deberán ser breves, con un máximo de 16 cuartillas, idealmente alrededor de 10. Se recomienda usar subtítulos e incisos a fin de facilitar la lectura.

2.- Las referencias en el texto se indicarán por un número de acuerdo al orden en que aparecen. Debido al carácter de la revista, deberán incluirse sólo referencias a trabajos claves sobre el tema en cuestión. Al final del texto la lista de referencias deberá asentarse como sigue: Autores con sus iniciales, título del trabajo, revista o libro de donde procede, volumen, año y

páginas (se evitarán las abreviaturas, especialmente en publicaciones en idioma distinto al español).

Ejemplos

En el caso de artículos en revistas:

Sánchez-Sandoval, A., González, E. y Elizalde, M.P., Mendeleiev, ¿un científico romántico o clásico?, *Elementos*, Vol. 2, 1990, pp. 49-58.

En el caso de artículos en libros:

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

En el caso de libros:

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

3.- Las figuras, fotografías o gráficas deberán presentarse en papel brillante o en forma de dibujos a tinta china sobre papel albanene. Al preparar las figuras deberá tenerse en consideración que comúnmente éstas se reducen de tamaño, por ello, la simbología deberá ser clara y diferenciable.

Al final del texto deberán incluirse los pies de figura. No deberán incluirse figuras a las que no se haga referencia en el texto, o figuras sin su correspondiente leyenda al pie.

En lo posible deberá evitarse el uso de materiales previamente publicados. Sin embargo, cuando ello se considere indispensable, será responsabilidad del autor obtener los permisos necesarios para su reproducción.

4.- Deberá especificarse la institución donde trabajan cada uno de los autores, e información sobre el domicilio y teléfono del autor responsable.

5.- En caso de que se haya usado un procesador de textos computarizado se recomienda enviar el disco con el texto, indicando el procesador que se utilizó.



DIETHER ROTH (HANNOVER, 1930)

Un cenicero lleno de colillas, un paquete de pastillas, costras de mugre y polvo y otras basuras embadurnadas todas de polímero pegajoso son los elementos constructivos para la inventiva de Diether Roth. Formas de expresión artística poco comunes, evocación del mundo moderno -rápido, ruidoso y descarnado. Quizá sea ya el momento de ampliar nuestra mirada.