

Ciencia y Cultura

elementos

N\$ 8.00



No. 21 Vol. 3

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA

1994

Hay una frase favorita de los fisiólogos mexicanos, reza así: “el gato siempre tiene la razón”. Según dicen, fue acuñada por Arturo Rosenblueth para hacer notar a sus colegas que son los hechos experimentales el elemento fundamental que constituye el conocimiento científico. Creemos que vale la pena replantear la cuestión y preguntarnos hoy si es cierto que el gato tiene la razón. En este número de *Elementos* presentamos un texto de George Steiner que está relacionado con esta pregunta. Dice Steiner: “Elevado a la condición de ídolo de sí mismo, el hecho es un tirano absoluto frente al cual el pensamiento no puede sino posternarse en muda adoración”.

No cabe duda de que conviene preguntarse por el observador, quizá replantear la manera como concebimos las ciencias experimentales o, al menos, la manera como las interpretamos. Desde cierta perspectiva es válido afirmar que, en última instancia, sólo se debaten ideas en torno a lo que suponemos son los hechos y éstos tienen por necesidad un observador. En este terreno confluyen las ciencias sociales, la filosofía, la lingüística y las neurociencias. Las ideas de Rodolfo Llinás acerca del pensamiento como un modelo de la realidad, constituyen una de las respuestas a la pregunta por el observador. En este contexto, afirmar la objetividad científica, o el peso de los hechos, parece más bien una afirmación en busca del poder y no de la razón.

QUE EL VIVIR SÓLO ES SOÑAR UNA CONVERSACIÓN CON RODOLFO R. LLINÁS

Enrique Soto, Aida Ortega, Rosario Vega y Emilio Salceda

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

*Porque si ha sido soñado
lo que vi palpable y cierto,
lo que veo será incierto;
y no es mucho que rendido,
pues veo estando dormido,
que sueña estando despierto.*

Pedro Calderón de la Barca
La vida es sueño, Jornada 2a.

Rodolfo R. Llinás es en la actualidad uno de los científicos más destacados en neurociencias debido a la relevancia y originalidad de sus aportaciones y al hecho, muy peculiar, de que es uno de los pocos neurocientíficos que desarrolla trabajo de investigación tanto a nivel integrativo, estudiando las funciones del cerebelo, tálamo, núcleos olivares, como en la fisiología y biofísica básica, estudiando las propiedades de membrana y corrientes iónicas involucradas en la transmisión sináptica y en las propiedades intrínsecas de neuronas en el sistema nervioso. Si algo caracteriza su trabajo experimental es la gran variedad de abordajes experimentales que ha utilizado -algunos sumamente novedosos- y la más absoluta seriedad científica.

Este notable científico latinoamericano ha hecho contribuciones fundamentales al conocimiento de la fisiología del cerebelo, de los núcleos de la oliva y del tálamo, así como a la fisiología de la transmisión sináptica y de los mecanismos de operación de las neuronas. Es por toda su experiencia que sus ideas en torno a la ciencia y al funcionamiento del sistema nervioso adquieren especial relevancia.

Rodolfo Llinás trabaja en la ciudad de Nueva York en el Departamento de Fisiología y Biofísica del New York University Hospital. Esta entrevista se realizó el día 3 de Octubre de 1993 en la ciudad de Puebla, México.

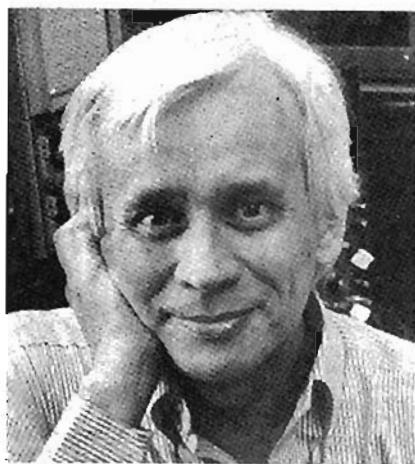
• • •

-Nos interesa saber algo acerca de sus primeros años en la investigación. Si no nos equivocamos, usted es de origen colombiano, ¿nacido, vivió en Colombia?

-Nací en Bogotá y viví allí hasta que terminé la carrera de medicina; sali luego a Estados Unidos. Siempre me interesó el sistema nervioso. Comencé a cultivar su estudio durante los periodos de vacaciones de la universidad; generalmente iba a algún laboratorio a estudiar fisiología. Un sitio de importancia para mí fue el laboratorio de R. Hess en Zurich.

-¿Con quién estuvo en ese laboratorio?

-Estuve con Oscar A. M. Wyss, Robert Hunsperger y Antonio Fernández de Molina en 1954 y luego, nuevamente, en 1956. Ellos estudiaban los efectos de la estimulación hipotalámica sobre el sueño y las respuestas afec-



Rodolfo R. Llinás.

tivas. Aunque fueron periodos muy cortos, la experiencia me despertó el interés en la experimentación.

—¿De ahí se derivan sus primeros trabajos con Precht?

—Eso ocurrió mucho tiempo después. Luego de Suiza fui a los Estados Unidos a es-

tudiar neurocirugía.

—¿Neurocirugía?!

—Sí, eso es lo que tenía pensado, pero había hecho una tesis doctoral sobre circuitos neuronales utilizando cálculo proposicional; fue un momento muy interesante. Mi mentor de tesis fue Carlo Federici, catedrático de matemáticas en la Universidad Nacional. Así que, llegando a Boston, decidí que me gustaba más la ciencia básica y resolví no hacer neurocirugía. Fui entonces a Minnesota a estudiar la motoneurona con Carlo Terzuolo en 1961. Durante esas investigaciones propusimos el concepto de inhibición dendrítica. En ese momento se pensaba que la inhibición era puramente somática. Después de dos años en Minneapolis me fui a Australia a trabajar con Eccles, con quien hicimos el trabajo sobre el cerebelo. Los primeros trabajos que hice en cerebelo fueron con Eccles y con Sasaki del 63 al 65. Luego regresé a Estados Unidos y continué investigaciones en esa área.

—Conocemos sus trabajos con Nicholson, pero son muy posteriores ¿no?

—Empezaron después. Hubo, cuando regresé a Estados Unidos, una crisis, no bien reconocida, pero con repercusiones para la neurociencia en general. La corteza cerebelosa era, en ese momento, el circuito neuronal mejor conocido en el sistema nervioso de los

mamíferos. La crisis apareció con el descubrimiento de que ese conocimiento, aunque necesario, no era suficiente para definir la función de este órgano. Pensábamos que el conocer la conectividad y la electrofisiología del circuito neuronal haría obvio el funcionamiento global del sistema. Se hicieron gran número de modelos teóricos relacionando las propiedades de los circuitos con sus funciones, desde la coordinación motora hasta el aprendizaje. Hoy tales ideas son consideradas como pueriles, pero hace treinta años no era evidente que la descripción de un circuito, aunque completa, no necesariamente define su función. Recordemos que algo similar ocurría con respecto a la función de la médula espinal, donde la descripción de las vías reflejas hacía pensar que podría explicarse la locomoción.

Con el fin de tratar de entender la función cerebelosa global, resolví estudiar la evolución del cerebelo. Trabajamos en electrofisiología comparada, empezando por anfibios y siguiendo por reptiles, aves y mamíferos. Encontramos que el cerebelo es realmente muy similar en todos los vertebrados. Durante ese estudio comenzamos a conocer con más detalle las células de Purkinje. El trabajo con Nicholson se publicó en 1972, siete años después del estudio inicial con Eccles.

—¿Su primera línea individual, digamos, donde ya usted era investigador principal fue en el cerebelo?

—Empecé, como decía, con la parte comparativa. Además, y de modo más o menos paralelo, me interesó la transmisión sináptica, que comencé en 1966 con Bloedel, Gage y Quastel, cuando demostramos la presencia de transmisión sináptica sin potenciales de acción en la sinapsis gigante del calamar.

—¿Fue el trabajo que culminó con Kerry Walton?

—Bueno, aún no ha culminado. Con Kerry hicimos los primeros trabajos

sobre control de voltaje presináptico y la primera determinación de la corriente de calcio presináptica. Ese trabajo lo terminamos en 1976 con Steinberg. La investigación sobre la sinapsis la he mantenido desde 1966. Hacemos investigación con Mutsuyuki Sugimori, sobre transmisión sináptica, en los veranos, y sobre el cerebro en sus diferentes aspectos, durante el resto del año.

—¿Cómo ha evolucionado? Porque inicialmente estudió el cerebelo, pero luego aparecieron los trabajos sobre la oliva.

—Eso ocurrió también en la década del 70. El trabajo inicial fue con Sotelo y Baker. Fuimos a la oliva inferior por el hecho de que las fibras trepadoras nacen de ese núcleo. Durante ese estudio encontramos que las células de la oliva inferior están acopladas eléctricamente. Descubrimos, después de esos primeros estudios y en colaboración con Yarom, las propiedades eléctricas intrínsecas de la oliva y sus bases iónicas, que son los potenciales de acción de bajo umbral generados por los canales dependientes de voltaje, tipo T.

Después del cerebelo estudiamos el sistema vestibular en relación con el cerebelo, simplemente porque entendíamos, "en cuero propio", que el conocimiento de las partes de un sistema pueden ser insuficientes para entender el sistema en sí.

—Había que estudiarlo necesariamente en relación con otros sistemas.

—Imagínese el problema que tendríamos en bioquímica si se conocieran todos los componentes del ciclo de Krebs, pero no la existencia del ciclo mismo. Sería tan sólo como coleccionar estampillas de correo. Con esto en mente, decidimos estudiar el aparato vestibular porque tiene, experimentalmente, una gran ventaja: ese sistema se puede activar fisiológicamente de manera cuantitativa. Además, permite correlacionar al estímulo sensorial con la respuesta conductual directamente,

cuantificando los movimientos oculares. Estudiamos entonces el sistema oculomotor, vestibular y cerebeloso, tratando de establecer cómo controla el cerebelo esa transformación sensoriomotora. Luego de años de estudio llegamos a la conclusión de que, aún con parámetros sensoriales y motores definidos, ese sistema, en aislamiento, no era lo suficientemente completo como para entenderlo globalmente.

—¿Desde el punto de vista motor, el sistema olivo cerebeloso se entiende?

—Por fin, después de muchos años y con el uso de técnicas como el registro con múltiples microelectrodos -usamos hasta 96 simultáneamente-, quedó claro que la oliva es un sistema de marcapaso para el cerebelo, pero se demora uno veinte años en entenderlo.

Después de estudiar la oliva, me pareció que algunas propiedades semejantes deberían encontrarse en el tálamo. Entonces estudiamos el tálamo con Jahnsen y encontramos, de nuevo, propiedades intrínsecas consistentes en canales de calcio de bajo umbral y de potasio dependientes de calcio. Seis años antes, en 1976, habíamos descubierto con Hess los potenciales de acción dependientes de calcio en las cé-



Sir John C. Eccles.

lulas de Purkinje, que luego estudiamos en detalle con Sugimori. Entre otras cosas, como era la primera descripción de potenciales de acción calcio dependientes en los vertebrados, Lorente de Nó me escribió una carta diciéndome: "El mentir de las estrellas / es un bonito mentir / porque nadie puede ir / a preguntárselo a ellas", que es un verso de Campoamor; estaba en rotundo desacuerdo con los potenciales de acción de origen cálcico.

—¿Porqué no aceptó Lorente de Nó la existencia de canales iónicos?

—Ni la transmisión sináptica química, ni la conducción eléctrica saltatoria. Yo le conocía bien, el problema era que, siendo sumamente brillante, podía criticar fácilmente cualquier hipótesis. Él tenía, además, puntos de vista muy personales: pretendía que las cosas fueran como él quería y no como son; en eso, sin embargo, no era el único. Él pensaba que el proponer que los iones puedan ser seleccionados a nivel atómico con la especificidad para distinguir, pongamos, el sodio del pota-

sio, era mucho pedir a la naturaleza. Se requeriría un demonio de Maxwell. Le parecía un *deus ex machina* y por lo tanto un argumento *ad hoc*. En fin, volviendo a nuestro trabajo, seguimos estudiando el tálamo, la neocorteza, la corteza entorrinal, la amígdala, etcétera. Estudiando las propiedades intrínsecas de las neuronas, llegamos a conclusiones un tanto extrañas.

—¿Por qué?

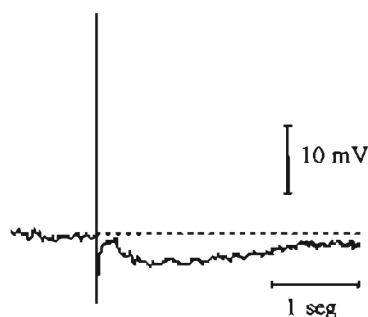
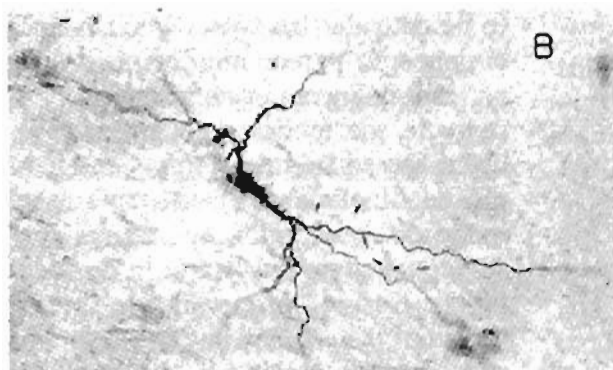
—Porque los resultados estaban claramente en contra de la filosofía general que se tiene acerca de cómo funciona el sistema nervioso. En dos palabras el problema es el siguiente: el modo como se ha pensado que funciona ese sistema me parece un tanto absurdo. Me explico: imagínese que al final del curso de neurociencias en Nueva York, se presenta un estudiante muy serio y me dice: "Bueno, Llinás, ya aprendí la anatomía, la fisiología y la patología del sistema nervioso, pero dígame, ¿cómo veo?" La respuesta es: "No sé cómo vemos". Entonces él me preguntaría: "Bueno, pero lógicamente tiene que ver con la retina, aunque la retina no ve directamente. Tiene que ver con el tálamo y ¿el tálamo ve?" Respuesta: "No". "Tiene que ver con la corteza. ¿Y la corteza ve?" "No, yo no creo que la corteza vea; al menos la corteza aislada no ve." "¿Pero entonces dónde vemos? Después de la corteza, ¿qué?, ¿para dónde se va esa información? Porque hasta ahí llega la cadena, ¿o es que sigue?" Ese modo jerárquico de explicación es difícil de aceptar porque implica una cadena infinita donde la integración se hace más y más compleja, pero nunca llega a una solución. Es algo así como la paradoja de Zenón.

—¿Pero hay una nueva teoría?

—He propuesto una teoría nueva que es un tanto compleja. En dos palabras es la siguiente: el ver es una propiedad intrínseca del cerebro, como el bombear es una propiedad intrínseca del corazón. Entonces, lo que tenemos den-

Para R Llinás
El mentir de las estrellas
es un bonito mentir
porque nadie puede ir
a preguntárselo a ellas
(Campoamor)
from
Lorente de Nó

Carta de Lorente de Nó, enviada a Llinás, en relación a los potenciales calciodependientes en las dendritas de las células de Purkinje y al acoplamiento eléctrico de las células de la oliva inferior.



A la izquierda, morfología de una motoneurona vagal del tallo cerebral del cobayo, inyectada, para teñirla, con peroxidasa de rábano. A la derecha, registro intracelular de un potencial de acción en una motoneurona vagal (modificado de Yarom, Y., Sugimori, M. y Llinás, R., "Ionic currents and firing patterns of mammalian vagal motoneurons *in vitro*", *Neuroscience*, Vol. 16, 1985, pp. 719-737).

tro de la cabeza, lo que hemos heredado, se ha desarrollado y ha evolucionado durante quinientos millones de años, es un aparato que simula la realidad externa, es un simulador. Nacemos con el aparato ya hecho, como nacemos con manos y orejas y nariz. Lo que tenemos dentro es un sistema que es capaz de hacer hipótesis de lo que hay afuera.

—Y va confrontándolas...

—Lo único que hace es soñar. Es un aparato para soñar y los ensueños ocurren en dos modos: de noche, cuando estamos dormidos, y durante la vigilia. En los ensueños vemos, oímos y sentimos, y lo hacemos basados en la actividad intrínseca cerebral no relacionada con el exterior. Cuando estamos despiertos también soñamos, pero estos ensueños están regidos por los sentidos, pero para mí, el sistema es globalmente el mismo.

—Me hace pensar necesariamente en las ideas de Macfarlane Burnet en la inmunología, según las cuales los anticuerpos no se inducen, sino que están ahí y simplemente se seleccionan.

—Es una posible analogía; si pensamos por ejemplo que los colores no existen en el mundo externo, ni existen los sonidos, ni existen los olores, ni existen los sabores. Queda claro que nuestro cerebro genera estos entes subjetivos como herramientas heurísticas

que nos permiten interactuar con el mundo externo. Finalmente no importa cómo sea el mundo externo, pues sólo lo observamos a través de nuestros filtros sensoriales; lo que importa es que las imágenes, aunque ficticias, representen las propiedades del mundo que nos rodea. Digamos que son lo suficientemente reales como para que no nos rompamos las narices contra lo que llamamos árboles, cuando corremos en el bosque.

No me parece que el sistema nervioso sea un sistema abierto, como se había pensado; por el contrario, me parece que es un sistema cerrado, donde los órganos sensoriales simplemente especifican un posible estado interno, es decir, si uno no tiene colores dentro, no vamos a ver colores fuera. Estas sensaciones emergen de las propiedades intrínsecas de las neuronas y su conectividad. Si uno acepta este modo de pensar, entonces la función cerebral y las disfunciones psiquiátricas y neurológicas aparecen menos misteriosas.



Walter Rudolf Hess
(1881-1973).

Una persona que tenga un problema del lóbulo parietal derecho, o una situación en la cual haya una negligencia al

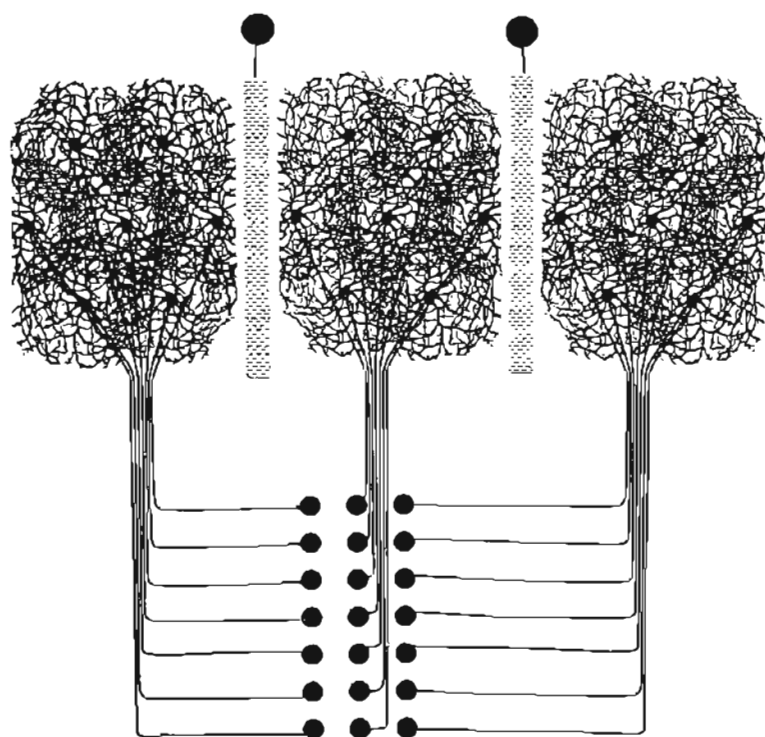


Diagrama de la distribución de las entradas provenientes de la oliva inferior a la corteza cerebelosa. Se muestran tres grupos de células olivares que proyectan hacia la corteza del cerebelo (círculos negros). Las células de la oliva están separadas en grupos funcionales por neuronas gabaérgicas (tomado de Llinás, R. y Sasaki, K. "The functional organization of the olivo-cerebellar system as examined by multiple Purkinje cell recordings", *European Journal of Neuroscience*, Vol. 1, 1989, pp. 587-602).

campo visual opuesto, solamente ve un lado del mundo externo. Cuando sueña también tiene el mismo problema cognitivo.

—Digamos que esa es su hipótesis del mundo.

—Exacto. Uno de los obstáculos que nos hace difícil el entender la función del cerebro es la idea de que el pensar es un reflejo complejo. De igual modo pasó con los sistemas locomotores cuando se pensaba que la locomoción era una cadena de reflejos. Hoy se sabe que la locomoción no es un reflejo, es un estado intrínseco de la médula espinal, modulado por la información sensorial, pero no generado por ella.

—Esa es una concepción de propiedades intrínsecas diferente a la que teníamos nosotros.

—Digamos que es un modo diferen-

te de entender las cosas. Inicialmente, el concepto parece intuitivamente falso, especialmente si nunca se ha pensado de ese modo, pero en su caso, usted inmediatamente tomó el ejemplo de Macfarlane Burnet, que es el modo de entenderlo. Ahora, imagínese que usted no hubiera oído de Macfarlane Burnet, lo que digo le sonaría rarísimo: ¡este señor dijo que estamos soñando todo el tiempo!

—Su teoría se acerca mucho a la concepción de la filosofía idealista.

—No, no, en absoluto. No se trata de un solipsismo, o de un platonismo. Soy realista empedernido. Se trata de entender el mecanismo que determina la subjetividad. Ello requiere la presencia de un mundo externo que genere las invariantes en base a las cuales evolucionaron los sistemas cerrados. Quizá el soñar no es tan romántico como se cree. Yo sueño con irrealidades, pero más comúnmente sueño cosas muy reales y razonables. Eso nos pasa a todos. La posibilidad de distinguir un ensueño de contenido absurdo de uno que no lo es, es tan normal como la capacidad de distinguir una hipótesis absurda de una que no lo es. Lo importante es que el mecanismo cognoscitivo de base, es el mismo para los ensueños y la vigilia. El mundo externo existe tan claramente como el dolor o la muerte. La cuestión es: ¿cómo lo percibimos?

—¿Le parece que las ideas nuevas acerca de sistemas dinámicos, caos, etcétera, ayudarían a entender esto?

Esas cosas hay que estudiarlas y posiblemente vamos a aprender muchísimo con ellas. Sin embargo, creo que aún no estamos listos para utilizarlas bien. El problema es cambiar un poco el modo de ver al sistema nervioso. Creo que la postura filosófica que la mayoría de la gente sigue es básicamente la de William James, que es más o menos en la que se basaron las escuelas reflexológicas rusa e inglesa. Ese no es el caso de los filósofos anti-

reflexológicos como, por ejemplo, Merleau-Ponty.

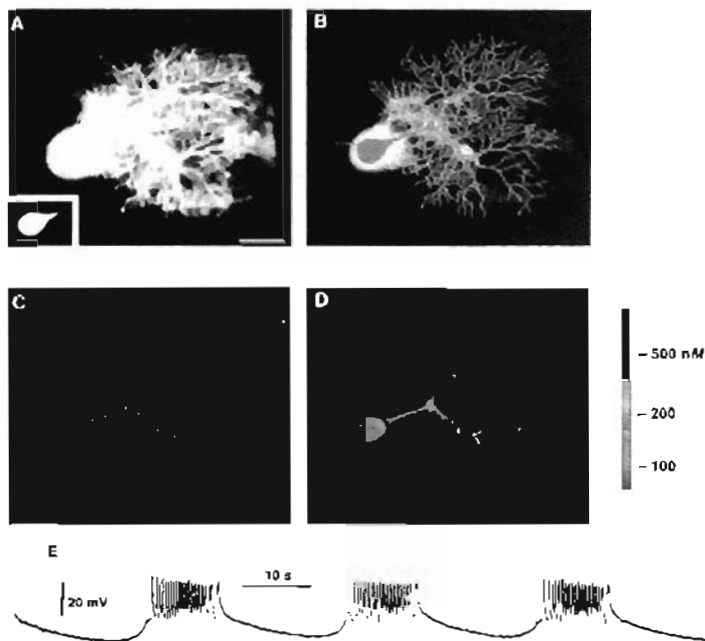
Para mí el sistema nervioso tiene una función fundamental, que es el predecir. Es decir, fundamentalmente sirve para responder a eventos antes de que ocurran. Así, pues, la visión, la audición, y las otras funciones telereceptivas, nos alertan respecto al futuro inmediato. Uno ve u oye venir al perro antes de que nos ataque. Todos estos sistemas existen para interactuar con el mundo externo con anterioridad, en caso contrario no habría ninguna ventaja: un animal que actúe *a posteriori* no duraría. Como le digo a mis estudiantes, imagínense el problema gravísimo de un animal que tuviera una conducción nerviosa tan lenta, que le dan un mordisco y se demore diez minutos en saberlo. A ése se lo comen y no se entera. El sistema nervioso es exactamente para eso, para poder responder contra el tiempo. La demostración fundamental es muy linda. En sistemas biológicos multicelulares donde no hay motricidad activa, no hay sistema nervioso. Las plantas no requieren cerebro porque no van a ninguna parte. Se requiere cerebro cuando aparece el desplazamiento activo, porque el saber a dónde se va tiene ventajas evolutivas claras.

—En este contexto ¿cuál es la ventaja adaptativa del pensamiento abstracto y de la conciencia?

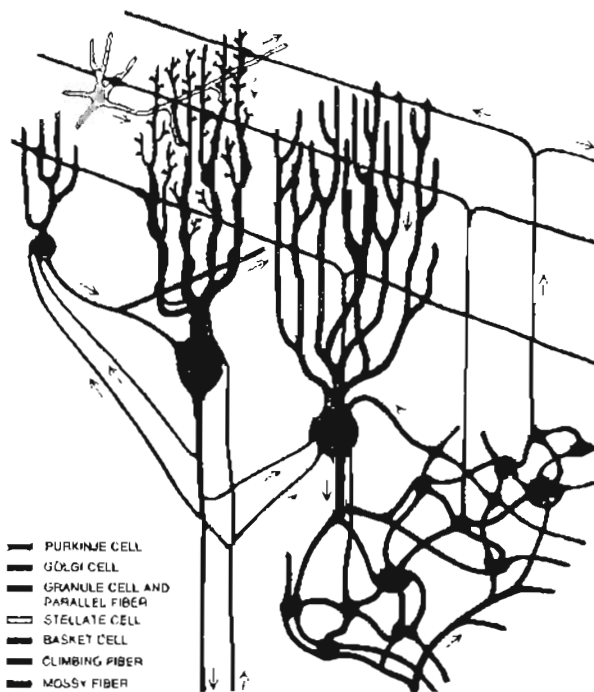
—La demostración la hace la naturaleza directamente y se ve muy bien en los poríferos, como lo comenta Rómer. Los poríferos filtreros son formas marinas sésiles. En ellos entra agua por un lado y sale por otro. En su interior, los poríferos tienen un filtro, donde retienen las sustancias nutritivas. Cuando se reproducen lo hacen por medio de capullos que dan origen a una especie de renacuajo. Esa forma tiene sistema nervioso y se mueve activamente. Cuando llega a un sitio que le gusta, el renacuajo mete la cabeza en la grieta de alguna piedra, se

hace sésil y digiere su cerebro (es algo similar a lo que tristemente ocurre, a veces con quien tiene *temure** en la Universidad). Se piensa que algunos de esos pequeños vertebrados comenzaron a reproducirse sin la fase sésil final. De allí vienen los vertebrados: de los renacuajos poríferos. Se sabe, además, que el sistema nervioso creció a expensas de las células internunciales, porque finalmente, las motoneuronas son más o menos iguales en todos los vertebrados, lo mismo las células sensoriales. Las interneuronas crecieron en número para crear la conectividad que sostuvo, inicialmente, la actividad refleja que genera los patrones complejos de actividad. Imagínese que los vertebrados inferiores empiezan a utilizar patrones de actividad motora automática. Supongamos que

* El equivalente a definitividad en las universidades mexicanas.



Imágenes de fluorescencia de alta resolución de una célula de Purkinje de cerebelo de cobayo, que ha sido inyectada con un colorante sensible al calcio (fura-2). En A y B, imágenes de control y para el enmascarado de la fluorescencia de fondo. En C, imagen de la neurona durante un período de silencio eléctrico. En D, aumento de la fluorescencia debido a la entrada de calcio a nivel dendrítico al inicio de un potencial complejo. En E, oscilaciones eléctricas espontáneas registradas en la célula de Purkinje (tomado de Tank, D. W., Sugimori, M., Connor, J. A. y Llinás, R. "Spatially resolved calcium dynamics of mammalian Purkinje cells in cerebellar slice", *Science*, Vol. 242, 1988, pp. 773-777).



Interconexiones de las neuronas en la corteza cerebelosa (tomado de Llinás, R. R., *The cortex of the cerebellum*, publicado en *Progress in Psychobiology, readings from Scientific American*, 1976).

cuando se les golpea en la cabeza a estos cordados primitivos, ellos voltean y muerden. A medida que aumenta la complejidad hay que incorporar circuitos muy complicados. ¿Cómo hacer para organizar todas las cadenas neuronales sin un concepto general, digamos, dónde es arriba y dónde es abajo? Se empieza a incorporar una cantidad de cosas muy complicadas. ¿Cómo hacer para organizar toda la cadena descendente y cómo hacer para que haya una idea de dónde es arriba y dónde abajo? Se empieza a crear una imagen motora general del mundo que les rodea, que debe ser neutra con respecto a las soluciones motoras específicas que se van a utilizar en cada momento de la vida de ese animal.

—En este caso ya no automática.

—No. Se empieza a crear una imagen.

—Cuando usted habla de propiedades intrínsecas se refiere al sistema nervioso, pero además ha estudiado las propiedades intrínsecas en neuronas que son, en última instancia, las

que están determinando el "ensueño".

—Absolutamente. La propiedad que las células tienen de oscilar intrínsecamente es esencial. Mi punto de vista es que el sistema nervioso no es una cadena de neuronas en la cual la información va de una célula a otra; es más bien un sistema de interacciones donde la actividad sináptica modula el estado funcional intrínseco de la célula postsináptica. Más exactamente, por ejemplo, cuando se habla del estado consciente, nos referimos al producto del "diálogo" entre el tálamo y la corteza, donde el tálamo le pertenece más a la corteza que a los sentidos, es un salto largo, pero ¿me entiende?

—Estoy tratando de asimilar.

—Bien, la situación es la siguiente: si uno cuenta el número de terminales que van del tálamo a la corteza, el porcentaje puede ser, digamos del diez por ciento de las sinapsis que recibe la capa IV, es decir, el noventa por ciento de la conectividad cortical se recibe de otras partes no relacionadas necesariamente con la vía sensorial. Hoy sabemos que la innervación recíproca, es decir, de la corteza al tálamo, es diez veces más poderosa en cuanto al número de contactos. Es decir, el tálamo es mucho más "cortical" que periférico. El tálamo le pertenece a la corteza y las vías sensoriales, siendo menores, modulan esa interacción.

—La corrige el propio medio, claro está. ¿Y el cerebelo?

—¡Ah, importantísimo! El cerebelo es un sistema que tiene varias funciones enormes: una es organizar el tiempo, estudiar la coordinación motora es estudiar la activación de los músculos que se contraen en un momento dado.

—Pero en la cuestión perceptual, mental propiamente ¿cuál es la función del cerebelo?

—Actúa, sobre todo, en situaciones perceptuales que tienen que ver con el tiempo. Los daños cerebelosos no producen neuropatía sensorial, es decir, no se está ciego, ni sordo. Sin embar-

go, un paciente cerebeloso tiene problemas en percibir el tiempo de la música, es decir, no es capaz de distinguir cambios sutiles en el tiempo. El cerebelo opera entonces como un metrónomo. Digamos, en términos generales, que la corteza motora planea los movimientos y el cerebelo pone ese plan en el contexto del cuándo y cómo. El cerebelo tiene una descripción total y continua de la posición del cuerpo, tanto en el marco sensitivo, como en el motor.

—*Es el piloto automático.*

—Algo así.

—*¿Cuáles considera que son las características personales y los elementos del medio ambiente que hayan sido definitorios en su éxito como científico?*

—El aspecto familiar fue muy importante.

—*¿Fue favorable?*

—Cuando niño, alrededor de los cuatro años, viví algún tiempo con mi abuelo, quien era el profesor de neuropsiquiatría de la Universidad Nacional. En ese entonces neurología y psiquiatría estaban muy relacionadas con la medicina interna. Él tenía una gran y antigua casa en la cual viví casi un año en una situación muy especial. Mi abuelo era un viejo formal: había que ir a comer a cierta hora; había que estudiar, de manera que se sentaba el señor a estudiar y yo tenía mi pequeño pupitre a su lado. Hablábamos de todo: cómo vuelan los pájaros, por qué llueve, etcétera; fue una situación donde un viejo-viejo y un joven-joven establecieron una relación sumamente especial; realmente fue un gran regalo. Él tenía su consultorio en la planta baja de la casa, frente a un patio de baldosas cubierto por un techo de vidrios, de manera tal que uno podía ver a los pacientes en esta sala de espera, desde la planta alta. Recuerdo haber visto un paciente que sufrió un ataque epiléptico. Eso me sorprendió profundamente. El señor temblaba y luego cayó al suelo. Cuando mi abuelo subió a to-

mar té, le pregunté por qué se comportaba así ese paciente. El me dijo que tenía un problema en el cerebro. Y yo: “oye, ¿pero, por qué hace eso?” y él: “no, es que él no lo está haciendo”; y yo: “pero si él no lo está haciendo, entonces ¿quién lo está haciendo?”; y él: “lo que pasa es que el problema es difícil, porque no todo lo que uno hace es lo que uno quiere hacer”. Fue entonces cuestión de muchos años de discutirlo y charlarlo.

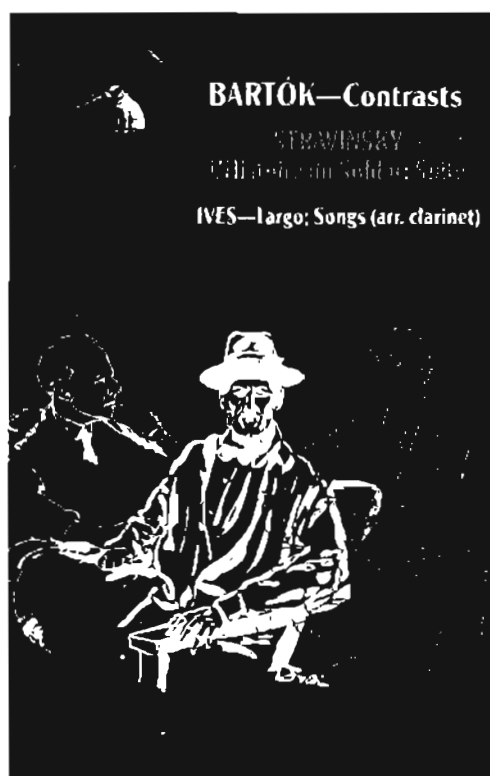
—*¿En su abuelo habría la idea, el objetivo preciso de formarlo?*

—Absolutamente. Creo que quería obsequiarme un modo de ver.

—*¿De dominancia?*

—No, no. De persuasión, del “vamos a charlar las cosas”. Él, y mi padre, quien siendo cirujano tenía una actitud más directa, fueron muy importantes para mí; siempre me trataron como a una persona adulta y responsable.

—*¿Qué hace cuando no hace trabajo científico? ¿Tiene aficiones, diversiones, o está cien por ciento en el laboratorio?*



Bela Bartok (1881-1945) compuso el trío para clarinete, violín y piano (1938) en respuesta a una comisión del violinista Joseph Szigeti y del clarinetista Benny Goodman. Esta obra fue expandida posteriormente por Bartok y renombrada como *Contrasts*.

—Me gusta mucho la música.

—*¿Alguna cosa en particular?*

—Soy un tanto clásico y me gusta el barroco: Vivaldi, Corelli, Bach, Mozart y también me gustan los modernos, mucho: Ligeti, Bartok, Boulez, etcétera. Fui buen amigo de Benny Goodman; con él hablábamos mucho, sobre todo de Bartok; él le compuso a Benny el trio para clarinete, violín y piano; lo estrenaron a comienzos de los años 40 en Carnegie Hall, con Szigeti al violín, Bartok en el piano y Benny en el clarinete. Y Benny era un muy buen músico, como sabemos; además tocaba jazz.

En fin, de vez en cuando troto un rato o juego tenis, pero lo que necesito es saber cómo funciona el cerebro antes de morirme, por lo menos una idea general. Sería muy triste pasar por esta vida como lo haría un saco de papas, sin haber entendido nuestra naturaleza un poquito.

—*Parece que ya lo entiende más que todos los demás.*

—Eso no lo sé, pero por lo menos intento.

—*¿Qué edad tiene?*

—Cincuenta y ocho años y pronto cincuenta y nueve.

—*¿Es casado o soltero?*

—Soy casado. Mi mujer, Gillian, es una filósofa australiana. Hizo su Ph. D. en filosofía de la mente con J. J. C. Smart, quien es uno de los filósofos

materialistas más importante del siglo. Nos casamos, entre otras razones, para tener tiempo de terminar las discusiones que comenzamos en Cambera, en 1965. Todavía estamos en eso.

—*¿Tienen hijos?*

—Dos, Rafael y Alex. Ambos están en la escuela de medicina.

—*¿Están contagiados por la ciencia?*

—Sólo sé que van a ser médicos.

—*¿Regresaría usted a trabajar a Colombia o a otro país de Latinoamérica?*

—No.

—*¿Por qué?*

—Creo que a Latinoamérica le hago más bien desde los Estados Unidos.

—*¿Pero si tiene un sentimiento, digamos, latinoamericanista?*

—Sí, claro. Les cuento hasta qué punto: he estado empujando en Colombia para que den dinero para la investigación, y se ha conseguido empezar laboratorios buenos. Ahora estoy tratando de que se cambie la educación. Hicimos una reunión a nivel presidencial, hace unas semanas, con personajes como Gabriel García Márquez, para modernizar los métodos de enseñanza.

—*Es decir que tiene un trabajo académico y cultural en su país.*

—Desde luego, y creo que va a resultar. El punto de vista es un tanto diferente, porque yo digo que en Colombia, y en los demás países sudamericanos se tiene una gran ventaja en la educación, porque no existe un aparato educacional tan potente ni tan sumamente estructurado como el de los países del primer mundo. Se puede ser como los mamíferos frente a los dinosaurios.

Me parece que el problema es grave; lo que aprendí en mi casa fueron conceptos. El problema es que no me ofrecieron, de niño, una cosmología general. Quisiera que se desarrollara una nueva materia escolar en Colombia, que se podría llamar Cosmología, con duración de doce años, un curso por año. Sería fantástico que los niños



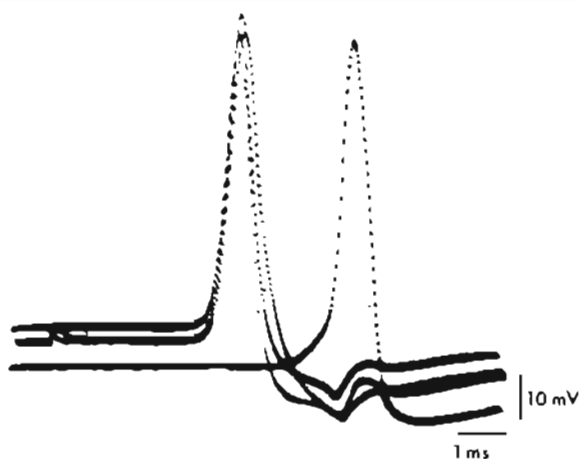
Benny Goodman (1909-1986) y su banda, en 1938.

hicieran un recuento de la historia de la civilización, de modo que entendieran el cómo y el por qué del desarrollo de las ideas. Suena raro, pero no lo es. Fijense, rehusé, durante algún tiempo, en el kinder, aprender a leer. Hubo que llamar a mi abuelo. Él me explicó lo que no se me había explicado. Por qué se requieren letras, por qué se requiere que el lenguaje escrito sea fonético. Que entenderse por sonidos es importante porque las manos quedan libres y la comunicación se puede hacer sin tener que ver al interlocutor, pongamos de noche, o cuando uno está frente a un elefante, u otros bichos similares, se le pueden gritar instrucciones que le pueden salvar a uno la vida a compañeros cazadores que estén atrás del animal. Pongamos: ¡dése un garrotazo en el rabo, que se me vino encima! Y además es más fácil escribir los sonidos que dibujar las ideas. Más aún, todo lo que se puede pensar se puede escribir con un número pequeño de letras. No es, pues, como las máquinas de escribir chinas, que tienen cantidades enormes de teclas.

De igual modo la teoría de los números y la geometría. ¿Por qué no hacerlo como lo hicieron en la historia? Si se comienza con los niños desde una civilización muy sencilla, donde se entiende el lenguaje hablado y luego la importancia de las letras, de la agricultura, de la geometría práctica, dando los conceptos generales de cómo surgió la civilización sería magnífico y más lógico. Imagínese que me enseñaron historia sin geografía. Me acuerdo de Mesopotamia: Mesopotamia está entre el Éufrates y el Tigris. Pero, ¿dónde quedan el Éufrates y el Tigris con respecto a Bogotá?

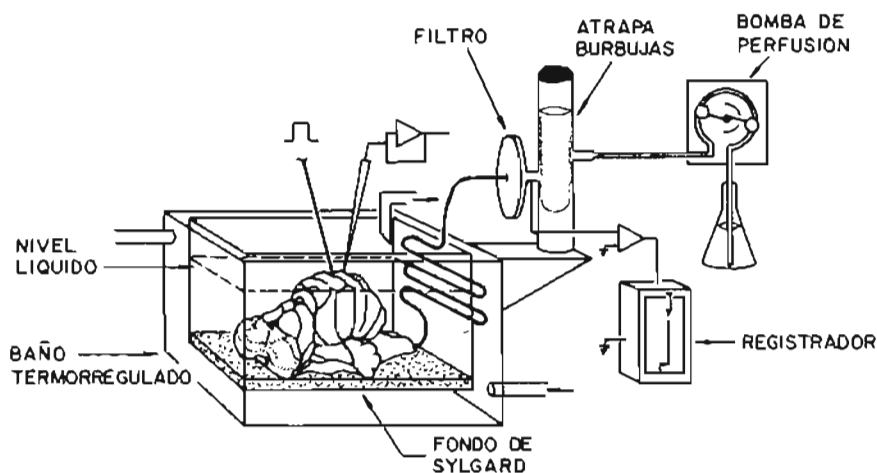
—Pero para eso se necesita un profesor que sea como un abuelo.

—No. Se necesita un sistema de computación; se necesita que haya una serie de veinte o treinta gentes jóvenes, capaces, inteligentes y motivadas, que tengan facilidad de comunicación, que



En el panel superior, fotografía de la sinapsis gigante de calamar, en la que se observan la fibra presináptica, teñida intracelularmente con azul de metilo, y la postsináptica, con arsenazo III. En el panel inferior, potenciales de acción en la terminal presináptica, registrados simultáneamente por tres electrodos intracelulares; el trazo del extremo derecho corresponde al potencial de acción postsináptico. El retardo sináptico es cercano a 1 milisegundo (tomados de Llinás, R., Steinberg, I. Z. y Walton, K., "Presynaptic calcium currents in squid giant synapse", *Biophysical Journal*, Vol. 33, 1981, pp. 289-322 y "Relationship between presynaptic calcium current and postsynaptic potential in squid giant synapse", *Biophysical Journal*, Vol. 33, 1981, pp. 323-352).

hagan programas especiales para enseñar a los niños, por medio de computadores, a manejar conceptos. Esto se generaliza en corto tiempo si el gobierno lo desea. Los niños son profundamente inteligentes, tienden a adquirir las bases del conocimiento general, lo demás son tonterías; los detalles uno los aprende en la Universidad, pero las cosas grandes e importantes las aprende uno en la escuela primaria y secundaria. Si a uno le pudieran explicar los conceptos generales, el aprender sería un placer.



Montaje experimental para el registro en la preparación de cerebelo y tallo cerebral aislados del cobayo. La preparación fue perfundida por una de las arterias cerebrales. Esta preparación *in vitro* mantiene su actividad eléctrica normal durante periodos de hasta 15 horas (tomado de Llinás, R. y Mühlethaler, M., "An electrophysiological study of the *in vitro*, perfused brain stem-cerebellum of adult guinea-pig", *Journal of Physiology*, Vol. 404, 1988, pp. 215-240).

—¿Y el gobierno de Colombia es receptivo?

—Sí.

—¡Qué suerte!

—Tengo la ventaja de que me prestan atención, posiblemente porque no vivo allá. Fue una respuesta larga a su pregunta: sí, estoy interesado en Latinoamérica.

—Es una respuesta que nos llena de satisfacción porque, honestamente, teníamos una visión muy diferente; pensábamos que la gente que se iba se desentendía completamente de sus países, aunque hay casos en que no es así, indudablemente.

—La situación, en mi caso, es que realmente me interesa estar al tanto de lo que ocurre.

—Y en Norteamérica, ¿cómo es la situación?

—Es muy difícil, pero muchísimo mejor que en otros sitios, por lo menos mientras uno es productivo. De vez en cuando pienso que de viejo establecería una bonita industria de vinos y tendría reuniones con colegas, con buen vino, buena música y buenas ideas. Podría ser. Pero el laboratorio jala mucho.

—Para envejecer uno escogería, creo, un país desarrollado, ¿verdad?

—No sé, de pronto pienso que uno de viejo puede ser muy molestón y en los países desarrollados no quieren a los viejos molestos. Aunque hay viejos que no lo son y que duran mucho. Yo tenía un colega en la universidad, en Nueva York, que murió a los 104 años, se llamaba Michael Heidelberger, es el padre de la inmunología, hizo su Ph. D. antes de la primera guerra mundial, en Alemania. Nos queríamos

muchísimo, tenía una mentalidad sumamente joven, picaresca, activa, se le ocurrían unas cosas increíbles. Cuando cumplió cien años, siendo una persona muy famosa, fue entrevistado por la televisión de Nueva York. Le preguntaron, entre otras cosas, cómo se siente a los cien años, y él contesta: "yo me siento muy bien: casi nadie se muere después de los cien años." Y claro, todo mundo se carcajeaba, porque a nadie se le ocurrió que este señor tuviera una chispa de ese tamaño. Magnífico, entonces de pronto uno dura.

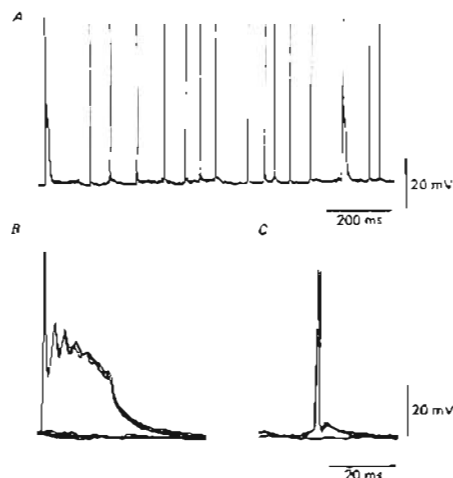
—A propósito de un artículo suyo con Mühlethaler, yo decía: "esto es ciencia ficción", porque es una cosa terrible, la posibilidad de tener un cerebro aislado, funcionando; cuando lo lei me causó casi un shock, es una verdadera aventura de la inteligencia y de la audacia.

—Y funciona.

—¿Tiene problemas técnicos?

—Bueno, hay problemas, pero se resuelven.

—Cuando alguien me ha preguntado a quién le daría el Premio Nobel siempre he pensado en el Doctor Llinás. Usted lo ha pensado, obviamente, todos los científicos piensan en esa



Registros intracelulares de la actividad espontánea de las células de Purkinje en la preparación de cerebelo y tallo cerebral *in vitro*. En A, la activación de las fibras musgosas da origen a espigas simples, en tanto que, la activación de las fibras trepadoras dispara espigas complejas. En B, las espigas complejas tienen una fase inicial rápida de origen somático y varios picos secundarios debidos a la descarga de las dendritas. En C, registros superimpuestos de una espiga simple (tomado de Llinás y Mühlethaler, 1988).

posibilidad ¿Usted cree que es factible que le otorguen el Premio Nobel?

—Ganarse un reconocimiento así es algo muy difícil.

—¿Y es una aspiración suya?

—Sería un mentiroso si dijera que no me interesa, el problema es si uno se lo merece. ¡Afortunadamente no es uno quien decide! El problema está en si le otorgan a uno un reconocimiento un tanto injusto, porque siempre hay científicos de igual o mejor calibre entre quienes no se les otorgó. Pero aun así sería muy interesante. En Latinoamérica hay muy pocos Premios Nobel y, por lo tanto, sirven, porque nos hacen recordar que todos los humanos somos iguales, independientemente de nuestro origen.

—Una última pregunta: ¿Para qué le sirve la ciencia a la sociedad?

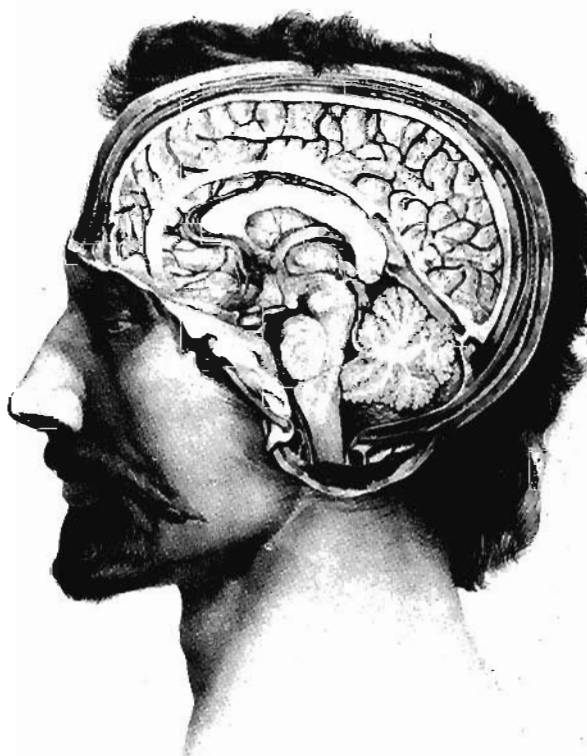
—La mejor manera de responderla sería: ¿qué pasaría si desaparece la ciencia? ¿qué queda? Desapareceríamos, porque la historia de la civilización, más que todo, es la historia de la tecnología, hija de la ciencia.

—¿Para bien o para mal?

—La ciencia no tiene polaridad. Si se inventa la rueda, se inventan los coches para niños y los tanques de guerra. Lo que pasa es que como seguimos siendo simios de gran hipotálamo y pequeña corteza, nos matamos unos a otros; es increíble. La ciencia se puede usar mal, haciendo bombas atómicas o matando gente en campos de concentración, pero eso no es culpa de la ciencia. Yo no la veo como una actividad distinta al resto de las actividades humanas. Creo que es una de las partes más importantes de la cultura, ¿y para qué nos sirve la cultura? La respuesta es: para evolucionar más rápido, para tener una vida mejor, para entender más, para saciar la curiosidad que nos caracteriza.

—Haciendo la analogía podríamos decir que el hacer cultura es una propiedad intrínseca de las sociedades.

—Es que eso es; es la proyección externa de la realidad virtual que tenemos en la cabeza.



Tomada del *Tratado iconográfico del sistema nervioso*, de Ludovic Hirschfeld, 1866 (Biblioteca Lafragua, U.A.P.).



NUEVAS EXPERIENCIAS DE INGESTIÓN DE PSILOCYBES ALUCINÓGENOS

Roger Heim y Pierre Thévenard*

Museo de Historia Natural
París, Francia

En nuestra película en colores de 35 mm, cuya versión original dura 2 horas 20 minutos, hemos introducido numerosas experiencias realizadas con personas que se han prestado voluntariamente a ingerir hongos alucinógenos. De un conjunto muy variado y rico de secuencias de las sesiones correspondientes que fueron registradas, luego de las discusiones que mantuvimos con cada experimentador después de sus ensayos, hemos extraído aquí algunos análisis, algunas frases características pronunciadas por cada uno de ellos, algunos comentarios e incluso algunos dibujos que se agregan a la multitud de reportes que numerosos psiquiatras o fisiólogos han publicado. Uno de nosotros ha expuesto, en otra ocasión, el análisis detallado de las obras de Anne-Marie Quélin -tesis notable de medicina sostenida brillantemente por esta colaboradora del profesor Jean Delay¹, además de la de René Robert sobre los efectos de la psilocibina en los pintores².

EXPERIENCIAS PARISINAS Señorita Michaux

La señorita Michaux es dibujante publicitaria. Por segunda ocasión acaba de ingerir, hace media hora, algunos hongos alucinógenos. Mientras que en el transcurso de la primera experiencia ha presentado las alucinaciones coloreadas habituales, hoy, luego de algu-

nas visiones sumamente fugaces, nos anuncia que siente deseos de dibujar, y solamente de dibujar, no de pintar, incluso rechaza utilizar los colores que se le proponen.

Escuchemos su propia interpretación de los hechos. Ella tiene conciencia de su estado "segundo" y teme dar la impresión de estar jugando. Pero el cuadro es dominado por la nueva conciencia que se apropia de ella poco a poco y se expresa cuando admira su dibujo y afirma: "Maravillosamente simple. Ningún trazo de más. Nada que agregar". Subrayemos la paradoja, la contradicción en las palabras. Ella afir-

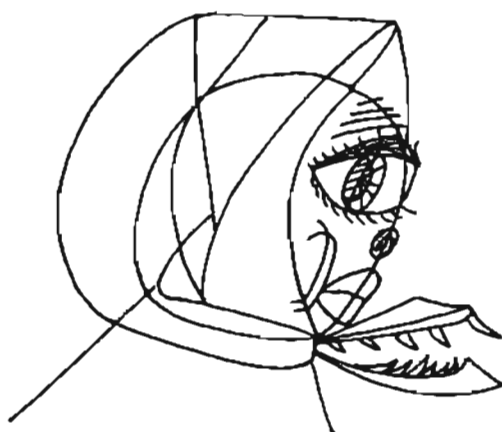
FIGURA 1



La joven mamá, por la señorita Michaux, acuarela pintada por ella algunos meses antes de su primera experiencia con los hongos alucinógenos.

* Archives du Muséum National D'Histoire Naturelle, 7a. serie, tomo IX, 1965-1966, pp. 201-211. Traducido del francés por Ricardo Téllez G., Universidad Autónoma de Puebla.

FIGURA 2



La religiosa dibujada por la señorita Michaux bajo la acción de los hongos alucinógenos.

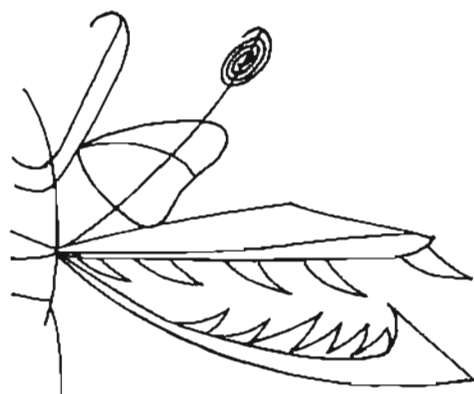
ma: "Insisto, pero introduzco los detalles... Sí, busco los detalles. Y sin embargo tengo horror de los detalles... Simple y completo... Bonito y monstruoso".

Se sabe que ninguno de los pintores sometidos a la acción de la psilocibina puede descubrir la relación entre lo que pinta y lo que ve; son incapaces de entregar una reproducción fiel, incluso aproximada de aquello que descubren a través de la psilocibina. La señorita Michaux, quien repetimos, no experimenta ninguna visión, sino que está a la caza de una "inspiración" absolutamente nueva, hace dibujos completamente diferentes de su estilo habitual (compárese la figura 1 con las figuras 2 y 3). Aquí tenemos un retrato realizado 2 días después de la experiencia (véase figura 4): se encuentra en él su propia caricatura, pero sin que ella lo piense. Como en un sueño, un sueño verdadero, inconscientemente, su propia silueta se ha impuesto. Todos los grafismos de personajes que nos presenta estarán marcados con esta característica esquematizada, un poco geométrica, lineal, pero espiritualmente caricaturesca que no tiene sino un parentesco apenas perceptible con sus dibujos habituales, que son encantadores, clásicos, un poco afectados. Luego, estamos frente a una bestia, marcada por la obsesión del ve-

getal que se introduce en ese esquema animal, monstruoso por supuesto. Más monstruoso todavía, es ese pájaro-flor en el cual la silueta de garza se prolonga en un tallo con hojas que probablemente hace pensar en ciertos dibujos de locos, pero que no carece de elegancia. La figuración de la religiosa nos lleva más lejos. La sucesión de trazos, no representada aquí, corresponde al orden lógico en el cual la señorita Michaux los ha realizado terminando en un croquis de monja que no deja de tener talento (véanse figuras 2 y 3). El interés se incrementa aquí. Tenemos, erizando los bordes de su "corbata", dientes agudos de mantis... religiosa ella también. La obsesión mnemotécnica y la reminiscencia, explican la creación según una relación artificial, pero esta creación es curiosa. Es sin duda inconciente, pero explicativa, luminosamente comprensible. Estamos lejos de lo abstracto y probablemente muy cerca del origen totémico de la magia.

Ella exclama: "¡Muy bonito mi nenúfar! Es un dibujo inteligente". La opinión se defiende: junto con la castaña, son los dos únicos dibujos figurativos, clásicos, académicos. "Sin ningún trazo que no sea significativo". La señorita Michaux concluye: "Estoy inspirada. He tenido genio durante tres horas". Es demasiado. Ha sido un simple -pero notable- sujeto de experiencia, sometido durante tres horas a

FIGURA 3



Detalle que nace de la asociación de la idea con la mantis.

los efectos de los hongos sagrados. Dicho brevemente, ella nos ofrece algunos cuadros rellenos de impulsiones gráficas, sin visión real, sin copia, y que, contrariamente a muchos otros casos, no culminan en una destrucción sino en una creación artística. Expresado de otra manera, es un caso benéfico, estéticamente benéfico. Pero está construido sobre lo anormal, sobre la satisfacción profunda y el contentamiento del yo, el desdoblamiento, la interrupción dentro de la continuidad del pensamiento.

Cuando le preguntamos a la señorita Michaux, mucho tiempo después de sus experiencias, si éstas habían dejado en ella una marca, en síntesis, si ella se sentía igual a lo que era antes, nos responde de manera vivaz: "En primer lugar mis dibujos ya no son los mismos. Mi estilo se ha modificado. Guarda los efectos de la experiencia. Aún más, yo no soy la misma. Mi poder de predicción se ha exacerbado, una especie de visión intuitiva de ciertos hechos se ha impuesto; he adquirido lucidez de ciertas realidades que anteriormente hubiera sido incapaz de sospechar." ¿Poder de transmisión del pensamiento? ¿Aptitud adivinatoria? No entraremos en ese dominio ni citaremos de manera detallada las constataciones que la hacen tomar bruscamente el teléfono, por ejemplo, porque tiene la certeza de que su madre está en un lugar preciso, lugar al que ésta se dirige rara vez pero en donde efectivamente se encuentra, completamente sorprendida de recibir ahí la llamada.

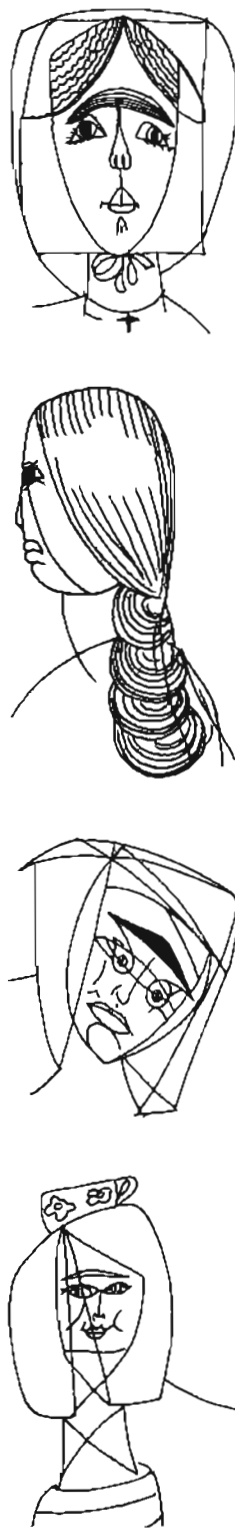
Señor Esnault

El señor Esnault se ha prestado a numerosas experiencias. De entrada ha presentado algunas náuseas, abundantes sudoraciones, pero todo ello no le ha impedido proseguir los ensayos. No experimenta ninguna aprensión, ninguna inquietud durante la experiencia. Sin embargo, su sensibilidad se exa-

cerba: "Tengo la impresión de pertenecer a un mundo extraño". Durante la tercera sesión, una pequeña estimulación cerebral lo lleva a hacer asociaciones verbales. Al mismo tiempo, traza una serie de dibujos que intenta a menudo. Para decirlo de forma precisa, él ha sido un excelente sujeto. En primer lugar ha tolerado perfectamente la luz. Bajo la acción de los hongos, el ritmo de su escritura se ha modificado, se desarticula. Contempla cada palabra, se detiene, ve con satisfacción inocente las letras un tanto inciertas que acaba de trazar; indiscutiblemente se agrada a sí mismo. Se admira. Pero qué diferencia con la seguridad de su escritura, fuera de la experiencia, cuando vuelve a ser un hombre como los otros. Hasta ahora nunca había dibujado con una finalidad artística, no tenía ninguna inclinación por la pintura, y realiza su iniciación gracias a la ingestión de los hongos. Pero en la euforia toma contacto con el grafismo. Intenta dibujar. Saldrá de ahí un ave de rapiña estilizada, con sus garras. Traza las olas del océano, esquematiza con una doble línea el zig-zag del relámpago; con dos trazos representa la tumba del emperador -reminiscencia de *Los Inválidos*-, luego a la encantadora de serpientes, gorgona ciega, nos dice, en una doble reminiscencia. Ha seguido la vía hacia la cual lo ha empujado su inconiente.

Durante la quinta sesión se dedica a la espiral hasta alcanzar el embudo que se vuelve una obsesión, una ob-

FIGURA 4



Conjunto de dibujos ejecutados por la señorita Michaux 48 horas después de su segunda ingestión de hongos alucinógenos (*Stropharia cubensis*).

sesión que recuerda aquello que durante la tercera sesión ha nombrado el Maelstrom. De paso, un homenaje al aduanero Rousseau. Pero expresa la necesidad de pintar, cosa que no había hecho nunca en su vida. Entonces se le proporcionan colores. Manifiesta su agrado, luego pintarrajea con duda. Serán signos heráldicos, hasta la Espadaña de los egipcios. Luego una silueta de gallo cuyos espolones y movimientos son tratados talentosamente.

Sin embargo, será después, un mes más tarde, cuando tendremos la oportunidad de concluir. El señor Esnault, fuera de toda ingestión, sacará de su experimentación una sorprendente adquisición. Ésta le ha dado la oportunidad de convertirse en un verdadero dibujante, probablemente en un artista.

En estado normal de vigilia y sin influencia inmediata de la droga, por una especie de pulsión nacida de su antigua ingestión de hongos, fuera de cualquier influencia directa de la misma naturaleza, pintó un combate de gallos en el muro de su departamento. ¿No será el juego del subconciente el que, a partir del gallo esbozado en la experiencia precedente, lo condujo a continuar su ensayo? Las garras lo llevan poco a poco a esta mano que, como descubriremos, es la de Cristo y que se inserta en una parte de un notable fresco. En esta imagen de Jesús, la pelvis aparece siguiendo líneas curiosamente femeninas; la elevación del brazo, el movimiento de la cabeza son dignos de elogios. Es el Cristo de un artista (véanse figuras 5 y 6).

Y ahora Adán y Eva, una Eva en la que una de las manos, curiosamente ha desaparecido. Ninguno de los dos

tiene cabeza. Y entre los dos tienen una sola mano, la mano izquierda de Eva, cuya factura destaca. Y si tomamos la mano de la tercera experiencia, observamos un enorme progreso. También es notable, en el caso del señor Esnault, que él mismo afirme que sus dibujos -que sabe y ve incompletos- deben permanecer así.

FIGURA 5



Gallo de la "Pelea de gallos" dibujada por el señor Esnault sobre los muros de su departamento un mes después de su sexta y última experiencia.

No es solamente la reminiscencia de los recuerdos debidos a la intervención de los cuerpos activos contenidos en los hongos, es la adquisición progresiva de un talento. Usted nos dirá: pasajero. Sí, pero qué importa; es de cualquier manera un inicio.

El maestro Breitling

A la inversa de todos los otros sujetos observados en esta serie, el maestro Breitling reaccionará en sentido dis-

fórico y no eufórico, en la angustia y no en la satisfacción.

Ya no se trata de la impotencia de dibujar lo que siente, sino de describir, con la precisión que desearía, el espectáculo que se revela a sus ojos. Palabras con frecuencia inadecuadas para las imágenes, pero palabras que en ocasiones son escogidas entre términos de los cuales la brutalidad está excluida: "una pieza de madera preciosa, y bizarra, y china"; "el sombrero de un navío"; "una cabeza de lechuza en face-tas". Un poco después será "la ojiva del cráneo".

Pero aquí aparece el animal mitológico y apocalíptico que se convierte en el personaje esencial abriendo inmediatamente el diálogo: el dragón (véase figura 7).

El maestro Breitling señala: "Yo analizo", de la misma manera que la señorita Michaux nos decía: "Yo pinto

el detalle". Realmente va a esforzarse en describir, pero es incapaz de ir hasta el final de su deseo; una fuerza inhibitoria lo frena constantemente en este esfuerzo sugestivo. Además, la risa lo asalta de un momento al otro, una risa de inquietud, un reír nervioso, fugitivo, entrecortado.

Los "colmillos" y los "ángulos" de la bestia apocalíptica le fascinan. Se esfuerza para dar una descripción o aplicarle comparaciones que se revelan impotentes: "el dragón que está entre el águila y el león". En ocasiones, una reminiscencia penetra a través de la impotencia del lenguaje: la tapicería de Angers. La angustia se afirma en esta especie de pesadilla; el dúo prosigue con la bestia del Apocalipsis, en la tormenta, en la visión de las gesticulaciones del monstruo. Ahí aparece todo, burlas y amenazas. "Boa de plumas", otra reminiscencia, probablemente aquélla de la serpiente emplumada de los Indios, probablemente aquélla del arte azteca³.

El diálogo entre el maestro Breiting y el dragón se exagera. "Tú me molestas"; "yo tengo claramente el derecho de verte", "déjame analizar". El experimentador repite que va a intentar describir con precisión. Está fasci-

nado por los colmillos de marfil de la bestia, por sus "ángulos". Se esfuerza para definir "los ángulos que forman los dientes puntiagudos", "ese colmillo afilado y amarillo que tiene un borde rojo". Pero la bestia "lo hace sentir mal". Tiene miedo. No consigue describir ese colmillo. Entonces se dirige a su cráneo al que intenta

caracterizar, con su volumen en "ojiva". En la bestia aparecen múltiples ojos que lo observan. "Bestia malvada"; "bestia sucia" de horribles muecas.

"El dragón se funde como una humareda". Es reemplazado por una cabeza de ave cuyo ojo agresivo lo paraliza; su párpado es dulce, su pupila tiene un relámpago dorado. "Desciendo por el interior de su iris: ahí veo otra cabeza, divertida y bonachona, grotesca".

Al preguntarle al maestro Breiting si esta experiencia había dejado en él alguna marca, responde: "Ninguna": "Sí, sin embargo existe una. Anteriormente yo sólo soñaba en negro. Ahora, me llega a suceder soñar en colores".

Notas

1.- Anne-Marie Quélin, *La Psilocybine en psychiatrie clinique et mental*. Fac. Méd. Paris, Thèse doct. méd., Paris, 1960.

Roger Heim, *La psilocybine en psychiatrie, et au-delà. A propos de la thèse de Mlle Anne-Marie Quélin*, en *Rev. de Mycol.*, V. XXVI, 1961, pp. 42-60.

2.- René Robert, *Contribution à l'étude des manifestations neuro-psychiques induites par la psilocybine chez le sujet normal. A propos de 35 protocoles réalisés chez les peintres*. Thèse doct. méd., 1962.

Roger Heim, *La Psilocybine chez les peintres*, en *Rev. de Mycol.*, V. XXVII, 1962, pp. 97-102.

3.- Uno de nosotros (R.H.) ha planteado la hipótesis de que el arte azteca pudo ser inspirado por las alucinaciones de los Indios bajo la influencia de los Teonanácatl. (*Le Figaro littéraire*, 4 août, 1962).

FIGURA 6



El Cristo, en cruz sobre un árbol, dibujo de M. Esnault, ejecutado un mes después de la sexta y última absorción de hongos alucinógenos, luego de una verdadera compulsión que lo lleva a dibujar sobre los muros de su departamento, mientras que no había sostenido un crayón antes de sus experiencias.

FIGURA 7



Reconstitución de la cabeza del dragón tal como el experimentador, el maestro Breiting, se ha esforzado en describirla en su diálogo con el monstruo bajo la acción de Psilocybes alucinógenos.

LA CIENCIA EN LA CULTURA: LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA EN MÉXICO

Alfonso Mondragón

Instituto de Física
Universidad Nacional Autónoma de México

Es la ciencia solamente lo que puede resolver los problemas del hambre y la pobreza, de la insalubridad y el analfabetismo, de la superstición y vastos recursos que se desperdician, en un país rico habitado por gente que se muere de hambre... ¿Quién, de veras, se podría dar el lujo de ignorar la ciencia hoy?... A cada paso tenemos que buscar su ayuda... El futuro pertenece a la ciencia y a quienes son amigos de la ciencia¹.

Jawaharlal Nehru (1889-1964)
El Primer Ministro de la India Libre

En este texto voy a ocuparme de la ciencia como parte de la cultura mexicana. No pretendo cubrir todos los aspectos de tan interesante tema, tampoco puedo hablar con la autoridad de un profesional de la materia, pues no soy antropólogo ni sociólogo. Ofrezco mis opiniones -que son las de un físico teórico- apoyado en la experiencia de muchos años de investigación y enseñanza en el Instituto de Física y en la Facultad de Ciencias de la UN

el caso de nuestro país, algunas de las razones que explican el atraso científico relativo son muy obvias. En primer lugar hay que mencionar la tradición histórica, pues el desarrollo cultural del México contemporáneo está firmemente arraigado en la cultura de Europa Occidental, tal como fue traída a nuestro país por los españoles durante la colonia. Cabe recordar que, si bien España asimiló y difundió en América los avances científicos logrados en Europa en los siglos XVI, XVII y XVIII, su participación en la creación científica y el desarrollo tecnológico de esa época fue marginal. Ya en el siglo XIX, en México, el final de la colonia marcó el inicio de un largo periodo de múltiples agresiones del extranjero, conflictos internos e inestabilidad política que duró desde el inicio de la guerra de Independencia, en 1810, hasta las primeras décadas de este siglo. En consecuencia, durante más de un siglo, la atención de los gobiernos mexicanos estuvo principalmente dirigida a la construcción del Estado y a la solución de los problemas de la soberanía política. A esto hay que agregar el predominio de las estructuras económicas coloniales, basadas en la exportación de materias primas y productos naturales no elaborados, que persiste hasta nuestros días junto a una evolución industrial débil, dependiente de tecnologías, maquinaria y equipos importados. Todo ello determinó el escaso desarrollo de la investigación científica asociada a la educación universitaria superior y una tradición científica débil y llena de interrupciones.

La ciencia en Europa Occidental del siglo XV al siglo XX

Durante el medio milenio que va del 1400 al 1900, la ciencia flo

en que desarrollaron su labor. Finalmente, no hay que olvidar que la inclusión de algunos nombres en un diccionario biográfico y la consiguiente exclusión de otros no se puede hacer con criterios absolutamente objetivos, y por lo tanto está matizada por las preferencias del autor. Aun tomando en cuenta las salvedades anteriores, no hay duda de que las gráficas de la figura 1 dan una indicación muy clara sobre algunas tendencias generales.

Lo primero que llama la atención de la figura 1 es el dominio absoluto de Europa Occidental en la producción científica durante cuatro siglos y medio. En efecto, de acuerdo con las cifras obtenidas del diccionario biográfico de Asimov, casi todos los científicos nacidos entre 1400 y 1750 son europeos, y de éstos, el 90% del total son originarios de países de Europa Occidental. Sin embargo, no todos los países contribuyen por igual. La suma de las contribuciones de sólo cuatro

países -Alemania, Francia, Italia y el Reino Unido (Inglaterra, Escocia, Gales)- domina en forma absoluta de 1450 a 1850. Durante estos cuatro siglos la suma de la producción científica de los cuatro países es prácticamente constante e igual al 75% + 5% del total.

También se advierte de inmediato que la contribución relativa de los diferentes países cambia con el tiempo. La contribución de Alemania, que en los siglos XV y XVI es un tercio del total, disminuye hasta el 9% entre 1650 y 1700 para volver a crecer hasta el 30% a finales del

siglo XIX, la contribución de España es tan reducida que prácticamente no se ve en la gráfica. Es interesante notar que la declinación de la actividad científica en España y el consiguiente retraso científico y tecnológico de ese país ocurren precisamente en la época de la colonización de América. Rusia y los Estados Unidos empiezan a figurar como productores científicos tardíamente. Durante el siglo XVIII y la primera mitad del siglo XIX su contribución es marginal, pero a partir de la segunda mitad del siglo XIX crece continuamente, en especial la de los Estados Unidos. La contribución del Japón sólo aparece hasta finales del siglo XIX y apenas llega al 1% del total.

Es interesante observar que las naciones que alcanzaron el mayor desarrollo científico son precisamente aquellas que lograron el mayor desarrollo económico y social. El desarrollo científico de Inglaterra y Francia antecede a la Revolución Industrial en un siglo por lo menos. Aun en el caso de los países que se industrializaron tardíamente: Alemania, Rusia y los Estados Unidos, el desarrollo científico se inició antes de la industrialización y alcanzó su plenitud con ella.

Nuevos productores científicos

Para dar una idea de los cambios ocurridos entre 1870 y 1970 en la distribución de la actividad científica por países, preparé la gráfica de la figura 2. Esa gráfica muestra la importancia relativa de los mayores países productores de artículos originales de investigación en química durante ese lapso. En el eje vertical se indica el porcentaje del total de artículos producidos en todo el mundo en cada año, en el eje horizontal se indican los años. Tomé los

una disminución concomitante pero no muy acentuada de la posición relativa de los Estados Unidos. La interpretación de estos últimos datos se debe hacer con cautela, porque al contar todos los resúmenes incluidos en el *Chemical Abstracts* se incluyen muchas áreas limítrofes de la química, como son la biología, la física y las matemáticas. Aun así, la contribución relativa de Alemania al total de publicaciones de química en 1970 es apenas una pálida sombra de lo que había sido ochenta años atrás. La contribución francesa en 1970 es apreciablemente menor a la anterior a la Primera Guerra Mundial.

En esta gráfica, la contribución relativa de México no se ve. Las contribuciones de México, los otros países de América Latina, España y Portugal están agrupadas con las del resto de los países del mundo que no aparecen por nombre en la contribución de los "otros". Ésta ha crecido lentamente y

ha pasado del 10% en 1907, a un poco más del 25% en 1970. Más adelante examinaremos con más cuidado la contribución relativa de México y los países de América Latina al total mundial de las publicaciones científicas.

La declinación relativa en las publicaciones alemanas y francesas y la elevación relativa en las publicaciones de los Estados Unidos y de la Unión Soviética se observan también en otras disciplinas como la física, la bioquímica, la ingeniería, la medicina y la psicología. Si se acepta la gráfica de la figura 2 como indicadora de las tendencias generales de

TABLA 1

Región Geográfica	%	Impacto
Estados Unidos	44	5.70
Europa Occidental	17	4.50
Gran Bretaña	9	5.20
Unión Soviética	6	1.50
Japón	5	4.00
Canadá	4	4.90
Tercer Mundo	4	1.70
Europa Oriental	3	2.30
Escandinavia	3	6.40
Australia	2	4.40
América Latina	1	2.90
Todos los demás	2	4.00

Distribución geográfica de la producción científica mundial.

que hay múltiples ejemplos de países que salieron del atraso científico para convertirse en productores de ciencia y tecnología: las naciones de Europa Occidental en los siglos XIII a XV, Rusia, los Estados Unidos y Japón en los siglos XIX y XX, podemos dirigir la atención a la segunda pregunta: ¿cómo se compara nuestro país, por su producción científica, con otras naciones? Para encontrar una respuesta que tenga sentido en el contexto cultural y geográfico de México, examinaré primero la producción científica de América Latina y después la de México en relación con estos países.

La literatura científica como indicador

Para hacer la comparación, se usará la literatura científica como indicador de la actividad científica. Los datos numéricos y las tablas provienen de un estudio de E. Garfield sobre la ciencia en América Latina⁷. En ese trabajo, Garfield examinó el total de artículos científicos publicados en 1978, provenientes de todo el mundo y registrados

en el *Science Citation Index*.

La "nacionalidad" de un artículo está definida por la dirección postal del primer autor. Este método no es perfecto pues aunque el número de artículos que resultan de la colaboración de autores europeos o estadounidenses con latinoamericanos sea una fracción muy pequeña de la producción de los Estados Unidos o de Europa, este mismo número puede ser una fracción importante de la producción latinoamericana debido a que, como se verá más adelante, ésta es muchísimo menor que la de los Estados Unidos o Europa.

La producción científica de un país se estimará a partir del número de artículos científicos producidos en 1978. Una medida del interés que suscita un artículo científico y posiblemente una indicación no muy precisa de su importancia se obtiene al dividir el número de veces que ese trabajo es citado en un lapso de varios años entre ese número de años. El número que resulta se llama el "impacto" del trabajo. En el caso que nos ocupa se contaron las citas entre 1978 y 1984 de los artículos científicos publicados en 1978 y la suma se dividió entre cinco.

Producción científica de América Latina

El número total de los artículos científicos publicados en 1978 e incluidos en *Science Citation Index* es mayor de quinientos mil, y



fueron publicados en dos mil seiscientas revistas. Después de eliminar los editoriales, obituarios, correcciones y escritos anónimos, quedaron asentados más de trescientos ochenta y ocho mil artículos. Cerca de tres mil cien de éstos tienen como primer autor a un latinoamericano. En la Tabla 1 se muestra la distribución geográfica y el impacto de todos los artículos científicos publicados en 1978 y anotados en *Science Citation Index*.

De acuerdo con *Science Citation Index*, la producción científica de América Latina es 0.8% del total mundial. De acuerdo con R. Sharpe, sólo 1% del archivo de 1982 de *Chemical Abstracts* proviene de América Latina. Se ve que distintos índices dan la

misma pauta: la producción científica de América Latina es del orden de 1% del total de la producción científica mundial. Esta proporción no cambió entre 1978 y 1984. En la última década, la contribución latinoamericana al total de la producción científica mundial ha disminuido ligeramente.

Impacto

Los trescientos ochenta y ocho mil artículos de 1978 en *Science Citation Index* recibieron unos dos millones de citas en los cinco años que van de 1978 a 1982. Por consiguiente, el valor promedio del número de citas por artículo en cinco años es igual a 4.8. Es decir que el "artículo medio" de 1978 asentado en *Science Citation Index* recibió una cita por año.

Los tres mil cien artículos latinoamericanos recibieron nueve mil citas de 1978 a 1982, lo que da un impacto de 2.9. Esto es, el "artículo medio latinoamericano" de 1978 recibió 0.58 de cita por año. Así pues, el valor medio del impacto de los artículos científicos latinoamericanos es menor que el valor medio del impacto mundial.

Producción científica en América Latina

En la Tabla 2 se muestra la producción de artículos científicos de América Latina en 1978. De inmediato se aprecia que cinco países producen el 92% del total de trabajos que se originan en esta región. Estos países son: Argentina, Brasil, Chile, México y Venezuela. El rango de estos países de acuerdo con su producción científica ha cambiado con el tiempo. Argentina dejó el primer lugar en 1973 para descender al segundo, en donde permaneció en 1978 y 1982, cediendo el paso a Brasil que ocupó el primer lugar. México subió del quinto lugar en 1973 al tercero en 1978, pero bajó al cuarto lugar en 1982. Éstos, y los otros cambios que se ven

TABLA 2

País	Artículos en 1978	%	Impacto
Brasil	1060	34.00	2.60
Argentina	643	20.00	3.10
México	611	19.00	3.10
Chile	312	10.00	3.30
Venezuela	261	8.00	3.00
Colombia	64	2.10	2.50
Perú	35	1.10	1.50
Costa Rica	35	1.10	2.80
Uruguay	25	0.80	2.40
Guatemala	23	0.70	3.30
Cuba	22	0.70	2.40
Ecuador	13	0.40	0.80
Panamá	7	0.20	4.00
Honduras	5	0.17	0.80
Bolivia	4	0.13	1.00
El Salvador	4	0.13	1.30
Haití	1	0.03	0.00
Rep. Dominicana	1	0.03	7.00
TOTAL	3126	100.00	2.90

Distribución geográfica de la producción científica en América Latina.

en la Tabla 3, reflejan en parte los trastornos políticos ocurridos en algunos países de la región y los problemas económicos de otros. En especial, en México, el aumento de la deuda externa dio como resultado presupuestos austeros que redujeron el gasto en ciencia. Esto, sin duda alguna, se vio reflejado en la productividad científica del país.⁸

La producción científica de México creció 37% en once años, de 1973 a 1984, a una tasa algo menor del 4% anual.

Impacto relativo de la producción científica de América Latina

Los mayores productores de ciencia en América Latina son también los países que producen los artículos de mayor impacto, a excepción del Brasil, que produce muchos artículos de bajo impacto.

La relación anterior es probablemente el reflejo de una correlación entre el número de investigadores consolidados y la calidad de su producción. Un país con uno o varios grupos científicos relativamente grandes, mayores que cierta "masa crítica", puede producir artículos científicos de mejor calidad.

El impacto de un artículo científico depende no sólo de la calidad del propio artículo, sino también del prestigio y circulación de la revista en que se publica. Debido a esta circunstancia, para obtener una indicación clara acerca de la calidad relativa de los artículos latinoamericanos, la comparación de éstos con los del resto del mundo debe hacerse entre artículos publicados en la misma revista. Se compararon los artículos latinoamericanos publicados en 1978 en revistas que hubieran publicado un mínimo de diez artículos latinoamericanos ese año, con el resto de los artículos de física del mismo año publicados en la misma revista. Los resultados se muestran en la

TABLA 3

País	1973	%	1978	%	1982	%
Argentina	1526	38.00	643	22.00	1217	26.00
Brasil	812	20.00	1060	37.00	1531	33.00
Venezuela	589	15.00	261	9.00	318	7.00
Chile	565	14.00	312	11.00	822	18.00
México	535	13.00	611	21.00	735	16.00

Las cinco naciones más productivas de artículos científicos.

Tabla 4. Se encontró que en todas las especialidades, salvo en Física General, el impacto de los artículos latinoamericanos es menor que el valor promedio del impacto del resto de los artículos. En algunos casos como Materia Condensada, Partículas y Campos, y Física del Estado Sólido, el impacto de los artículos latinoamericanos es mucho menor que el promedio. Este resultado parece ser una indicación de que, en términos generales, la calidad de los artículos científicos latinoamericanos es menor que la calidad media general.

Composición de la producción científica mexicana

Se ha examinado la producción científica de los países de América Latina sin distinguir las ramas o disciplinas de la ciencia que se cultivan en estos países. La distinción es interesante pues da una idea de la clase de problemas que preocupan tanto a los científicos como a los gobiernos que pagan la investigación. Hay varios estudios dedicados al examen de la distribución de la producción de artículos científicos por disciplina o rama de la ciencia. En el caso particular de América Latina, J. D. Frame⁹ hizo un estudio comparativo. Encontró que el 73% de los artículos científicos de América Latina está en el campo de las ciencias de la vida comparado con un 60% de la literatura mundial. El 19% de la literatura mundial se ocupa de química, pero en América Latina la proporción corres-

TABLA 4

Revista	A	B	C	D	D
Journal Chemical Physics	25	1.50	7.80	11.50	68.00
Physical Reviews B Condensed Matter	20	2.10	3.80	11.60	33.00
Physical Reviews D Particles and Fields	17	2.20	4.10	10.20	40.00
Lettere al Nuovo Cimento	14	3.30	1.90	2.50	76.00
Journal of Physics C Solid State Physics	13	2.30	2.10	5.90	35.00
Physical Reviews A General Physics	13	1.50	8.30	6.60	126.0
Physica Status Solidi B	12	1.70	2.00	3.40	59.00
Journal of Mathematical Physics (New York)	11	2.70	2.60	3.90	67.00
Physics Letters A	11	1.40	3.10	4.40	70.00

Revistas que publicaron, al menos, diez artículos latinoamericanos en física durante 1978. A: artículos latinoamericanos; B: porcentaje del total; C: impacto de los artículos latinoamericanos; D: impacto total; E: impacto de los artículos latinoamericanos como porcentaje del total.

pondiente es del 11%. La física, incluyendo la geofísica y la astrofísica, da cuenta de un 21% de la literatura científica mundial, pero sólo es un 16% de los artículos científicos latinoamericanos. Estas cifras reflejan un menor interés de los latinoamericanos en las ciencias asociadas al desarrollo industrial avanzado y a la alta tecnología y un mayor interés en las disciplinas de más tradición en la región: medicina, botánica y zoología, y probablemente una mayor preocupación por los problemas de salud pública que por aquellos del desarrollo industrial. Frame llega a la conclusión de que la investigación científica de América Latina es periférica respecto de la corriente principal de la producción científica mundial.

E. Garfield⁶ ha comparado la distribución de la producción científica latinoamericana por ramas de la ciencia, y ha encontrado que las conclusiones de Frame son correctas en el caso de

cuatro de los grandes productores latinoamericanos: Argentina, Chile, México y Venezuela, pero no lo son en el caso de Brasil, cuya producción científica está distribuida por disciplinas de una manera semejante a la de Estados Unidos y los países de Europa Occidental.

La producción de México en las ramas de física y matemáticas es del 11% y del 1% respectivamente, en tanto que en la producción mundial estas proporciones son del 18% y del 3%. La fracción porcentual del total de la producción científica de Brasil en el área de física es también del 18% y en matemáticas es del 4%. La proporción menor de física y matemáticas en la ciencia de nuestro país, comparada con la de Brasil, es probablemente el reflejo de una menor preocupación de nuestros gobiernos por la formación de cuadros científicos previamente al logro de una industrialización moderna y avanzada. En las áreas de química e ingeniería, directamente relacionadas con la producción de tecnología, tanto México como Brasil produjeron proporciones menores de artículos que las naciones avanzadas. Esto, sin duda, refleja el hecho de que ninguna de estas dos naciones ha realizado todavía el esfuerzo de producir su propia tecnología. La proporción de la literatura mundial en química fue del 17% y en ingeniería del 11%.

La Tabla 5 muestra la distribución por disciplina científica de Brasil y México publicados en 1978 y asentados en *Science Citation Index*. El predominio de las ciencias de la vida en la producción científica de México es aún notable en 1978 con un 67% del total que, sin embargo, es menor que el 73% de 1973. El impacto de las publicaciones mexicanas en esta área creció de 2.6 en 1973 a 3.1 en 1978. La producción mexicana de Física creció de un 11 % en 1973 a un 14% en 1978, más cercana a la proporción mundial del 17 %. Muy notable es el hecho de

que el impacto de los artículos de física mexicanos haya crecido a más del doble; pasó de 2.1 en 1973 a 4.8 en 1978, muy cercano al valor promedio de la producción mundial.

La producción en química cayó en 1978 a sólo el 5% del total, menor aún que el 8% de 1973 y que el promedio mundial de 16%. El impacto de los artículos de química mexicanos declinó de 2.1 en 1973 a 1.3 en 1978.

La proporción de trabajos científicos brasileños en el área de las ciencias de la vida disminuyó a 46% en 1978, que es menor al valor promedio mundial de 55% en ese año. Pero su impacto creció de 2.5 en 1973 a 2.9 en 1978.

La producción brasileña en física creció del 17% en 1973 al 22% en 1978, que es mayor que el promedio mundial de 17%. Su impacto casi no varió, y entre 1973 y 1978 disminuyó dos décimas. En química también creció la productividad del Brasil, del 7% en 1973 al 9% en 1978, más bajo que el valor promedio mundial de 16% en 1978. Sin embargo, su impacto bajó de 4.4 en 1973 a 3.6 en 1978.

En resumen, el examen de las Tablas 5 y 6 nos permite decir que la producción científica mexicana es no sólo escasa, del orden de 0.002% del total mundial, sino que además tiene un perfil anticuado. Al compararla con la literatura científica mundial, se ve que la proporción de física y matemáticas en las publicaciones mexicanas es baja. En compensación, se puede decir que el impacto de las publicaciones mexicanas de física es alto, comparable al de las publicaciones de física de los países avanzados.

CONCLUSIONES

El desarrollo cultural de la sociedad está íntimamente asociado a la capacidad de producir conocimiento, organizarlo, conservarlo, acumularlo y transmitirlo eficientemente de una ge-

neración a otra. Uno de los medios más eficientes de adquirir conocimientos y transmitirlos es la investigación científica asociada a la enseñanza superior. Por eso no es sorprendente verificar que, desde el siglo XIV en Europa y desde el siglo XIX en América y en Asia, aquellos países que han sabido desarrollar un sistema de enseñanza superior bien dotado para la generación de conocimiento sean no solamente las vanguardias culturales de su tiempo, sino los poseedores de la ciencia y los dueños de la tecnología más avanzada. En las sociedades contemporáneas, la capacidad de generar conocimientos mediante la investigación científica es un ingrediente esencial del desarrollo social. No es el único, pero la Historia nos enseña que sin esa capacidad no hay desarrollo posible.

Al comparar nuestro país con los Estados Unidos y los países industrializados de Europa encontramos que la disparidad en la producción científica es aún mayor que la diferencia en el producto interno bruto *per capita* o en la capacidad de producción industrial. Esto explica, al menos en parte, por qué nuestro país no ha salido del subdesarrollo. Sin embargo, en México, después de casi un siglo y medio de interrupciones y estancamiento, la investigación científica y la ciencia en gene-

TABLA 5

Campo	A	B	C	D	E	F
Ciencias de la vida	449	55	2.50	39	73	2.60
Física	187	17	3.20	58	11	2.10
Química	58	7	4.40	41	8	2.10
Ingeniería y Tecnología	55	7	0.90	12	2	1.50
Matemáticas	31	4	0.90	8	1	4.10
Todos los demás	82	10	0.80	26	5	4.20

Distribución, por campo, de los artículos científicos de Brasil y México (1973). A: artículos brasileños; B: porcentaje de todos los artículos brasileños; C: impacto de los artículos brasileños; D: artículos mexicanos; E: porcentaje de todos los artículos mexicanos; F: impacto de los artículos mexicanos.

TABLA 5

Campo	A	B	C	D	E	F
Ciencias de la vida	483	46	2.90	410	67	3.10
Física	229	22	3.00	87	14	4.80
Química	96	9	3.60	30	5	4.30
Ingeniería y Tecnología	76	7	1.30	51	8	0.70
Matemáticas	38	4	1.40	9	1	2.90
Todos los demás	138	13	0.90	24	4	3.60

Distribución, por campo, de los artículos científicos de Brasil y México (1978). A: artículos brasileños; B: porcentaje de todos los artículos brasileños; C: impacto de los artículos brasileños; D: artículos mexicanos; E: porcentaje de todos los artículos mexicanos; F: impacto de los artículos mexicanos.

ral han entrado en un periodo de crecimiento acelerado. La producción científica mexicana, si bien todavía escasa, es, en general, de buena calidad, y ha recibido el reconocimiento internacional en la forma de numerosas citas a los trabajos de los científicos mexicanos, así como de premios y distinciones internacionales otorgados a algunos de ellos. Aún ahora, en 1992, el 98% del total de la investigación científica de México se hace en las universidades públicas y en instituciones que dependen del Estado. La iniciativa privada prácticamente no participa en esta importante tarea. El 57% del total de los trabajos mexicanos de investigación científica original, publicados en revistas de circulación internacional, fueron hechos en una sola institución: la Universidad Nacional Autónoma de México. Sin embargo, en los últimos veinte años se ha notado un cambio en la actitud de la sociedad y del Gobierno de la República hacia la ciencia mexicana. Prueba de este cambio es el apoyo, escaso pero real, que se ha dado a instituciones dedicadas al fomento de la ciencia como el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, y el Sistema Nacional de Investigadores. Varias universidades públicas de provincia han iniciado y desarrollan con éxito programas de investigación científica. En el discurso oficial y en numerosos

escritos y ensayos en libros y periódicos, se asocia la capacidad de hacer investigación científica con el desarrollo económico y cultural de México, y, por primera vez en muchos años, se nota una preocupación pública por la calidad de la enseñanza universitaria superior y la investigación científica. Esto, y el ejemplo de los países que accedieron tardamente al desarrollo científico, como los Estados Unidos, la Unión Soviética y el Japón, nos permite ser optimistas y tener la esperanza de que si México persiste en su esfuerzo de desarrollo científico, logrará también un gran florecimiento cultural, económico y social.

Referencias

1. Nehru, J., *Proceedings of the National Institute of India*, Vol. 27A, 1962, p. 564.
2. Sarton, G., *Introduction to the History of Science*, Vol. 5, Cambridge University Press, Cambridge, 1947.
3. Asimov, I. A., *Biographical Encyclopedia of Science and Technology*, Doubleday and Co. Inc. Garden City, New York, 1972.
4. Narin, F. y Carpenter, M.P., "National publication and citation comparisons", *Journal of the American Society for Information Science*, Vol. 26, 1975, pp. 80-93.
5. Boig, F. S. y Howerton, P. W., "History and Development of Chemical Periodicals in the Field of Organic Chemistry", *Science*, Vol. 115, 1952, pp. 25-31, "History and Development of Chemical Periodicals in the Field of Organic Chemistry", *Science*, 115, 1952, pp. 555-560.
6. Baker, D. B., "World's Chemical Literature Continues to Expand", *Chemical and Engineering News*, Vol. 49, 1971, pp. 37-40.
7. Garfield, E., "Latin American Research I. Where It is published and How Often it is Cited", *Current Contents*, 19, 1984, pp. 3-8. "Latin American Research II. Most Cited Articles, Discipline Orientation and Research Front Concentration", *Current Contents*, Vol. 20, 1984, pp. 3-10.
8. Powledge, T., "Mexican Science in Money Trouble", *Nature*, Vol. 299, 1982, pp. 99-100.
9. Frame, J.D., "Mainstream research in Latin America and the Caribbean", *Interciencia*, Vol. 2, 1977, pp. 143-148.

EL HOMBRE "PERFECTO"

Estela Morales Peralta

Centro Nacional de Genética Médica
Instituto Superior de Ciencias Médicas
La Habana, Cuba

Las enfermedades genéticas se incluyen entre los defectos congénitos, pues la alteración que las provoca está presente desde el momento del nacimiento, pudiendo unas manifestarse en esa etapa de la vida y otras tener un comienzo más tardío. Muchas de ellas son causa de retraso mental, incapacidades físicas y dolencias crónicas, que dificultan la adaptación social y frecuentemente conllevan al rechazo y a la discriminación del afectado¹.

El Conde Alphonse de Toulouse Lautrec, alto, elegante, cuidadoso de la moda, fuerte y ágil, se sentía avergonzado de salir con su hijo Henri, en quien veía a una criatura desagradable, indigna de su linaje; llegó incluso a negarle el derecho a los privilegios de la primogenitura que le correspondía². El talentoso pintor, cuyos padres eran primos, presentaba un físico que difería de los modelos aceptados de belleza. Su talla era tan baja que le obligaba a hacer descansar sobre el suelo el cuadro en el que trabajaba; su cabeza era grande, con ojos brillantes y nariz sobresaliente. Su talle parecía excesivamente largo porque las piernas eran cortas. Padeció frecuentes fracturas ante traumatismos mínimos³. Durante muchos años se pensó que padecía de osteogénesis imperfecta; pero sus rasgos físicos han hecho sugerir que el artista sufría de picnodisostosis, término derivado del griego *pykno* (denso), por el aumento de la densidad ósea que caracteriza a dicha entidad hereditaria⁴.

Se piensa que Ivar Benlos (Ivar "el sin hueso") hijo del rey danés Regnar

Lodbrog, presentaba una osteogénesis imperfecta. El principal signo clínico que define a esta entidad es la fragilidad ósea, debida a una formación de hueso deficiente, con disminución de la densidad esquelética, lo cual provoca graves deformidades y limitaciones motoras. Se dice que Ivar, aún imposibilitado para caminar, fue capaz, cargado en un escudo, de dirigir la invasión de su ejército a Inglaterra⁵.

El síndrome de Marfán es una afección hereditaria del tejido conectivo caracterizada por anomalías musculoesqueléticas, oculares y cardiovasculares. Entre las manifestaciones oculares que se han descrito figuran la luxación del cristalino, la miopía y el desprendimiento retiniano. Las alteraciones musculoesqueléticas principales son la alta talla con extremidades largas, laxitud articular, aracnodactilia (longitud exagerada de los dedos) y



Henri de Toulouse-Lautrec (1864-1901), retrato al óleo por Javal.



No hay hombres perfectos, pero... (Tomada de *Scientific American*, Vol. 270, No. 2)

deformidades torácicas. Las anomalías cardiovasculares consisten en dilatación progresiva de la raíz y la aorta ascendente, prolapso de la válvula mitral, regurgitación aórtica y/o mitral y aneurisma disecante de la aorta. La muerte es frecuentemente provocada por las complicaciones cardiovasculares.

Se ha sugerido que Abraham Lincoln presentaba el síndrome de Marfan. Fue descrito por sus contemporáneos como una figura muy alta con brazos largos que terminaban en manos de extraordinarias dimensiones. Pudo haber presentado regurgitación aórtica pues en una foto, para la que posó sentado con la pierna cruzada, el pie correspondiente aparecía borroso, lo que indica un movimiento de vaivén tal vez debido al pulso arterial exagerado producido por la alteración hemodinámica provocada por la insuficiencia aórtica, unida a la baja velocidad de los equipos fotográficos de la época⁶.

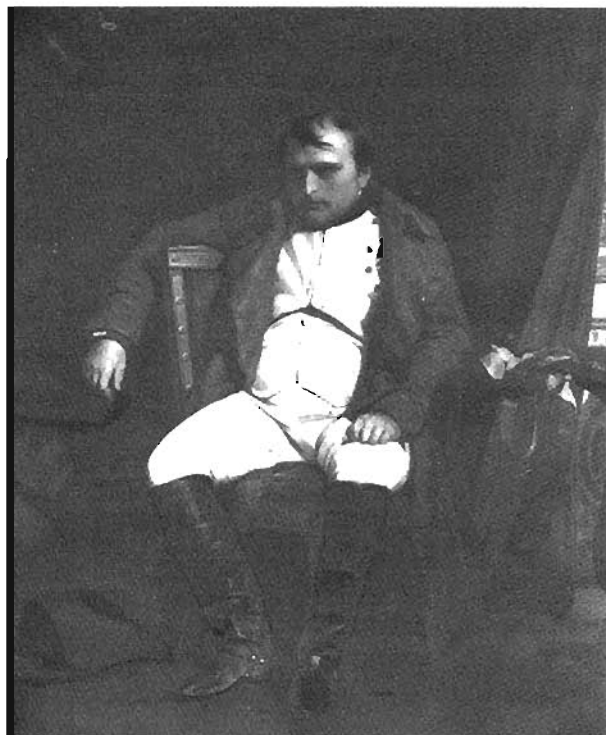
Christian Andersen (1805-1875), escritor danés autor de cuentos infantiles, y probablemente el mismo Charles de Gaulle, quien fuera presidente de Francia, quizás padecieron el síndrome de Marfan⁷. Así como también lo sufrió la afamada atleta norteamericana Flora Hyman, quien murió de forma súbita. Su alta talla y el tamaño de las manos, unidos a su constancia y voluntad, contribuyeron a que fuera una voleibolista estelar.

Se cree que Niccolò Paganini padecía del síndrome de Ehlers Danlos, debido a su figura y a la gran movilidad de sus dedos,

lo que contribuyó a la habilidad prodigiosa de su ejecución. El síndrome de Ehlers Danlos se manifiesta principalmente por hiperdistensibilidad de la piel e hiperextensibilidad de las articulaciones; de forma tal, que muchos que lo padecen son capaces de realizar movimientos más allá de los límites fisiológicos; llegando algunos, aprovechando estas habilidades, a mostrarse en los espectáculos como "hombres de goma"⁶.

Domingo Francisco Arago, célebre físico y astrónomo francés, a quien se deben notables aportes en óptica, perdió la vista en la etapa adulta de la vida, al igual que su hermano Jacobo, destacado literato. No obstante, ambos prosiguieron sus trabajos⁸. Llama la atención la similitud en la edad de comienzo de la ceguera en ambos, así como su ocurrencia en dos hermanos.

El aspecto físico de Napoleón Bonaparte se modificó, hacia los 36 años de edad, desarrollando ginecomastia (volumen excesivo de las mamas en el



Napoleón Bonaparte (1769-1821), poco antes de ser deportado a Santa Elena. Retratado por P. Delaroche (Museo de los Inválidos, París).

hombre), obesidad con una distribución de la grasa corporal "femenina", pérdida del vello corporal y de la libido; se han planteado varias teorías para explicar la causa de esta transformación, tales como que el emperador estuvo afectado de hipotiroidismo, hipopituitarismo, síndrome de Klinefelter o que sencillamente estas alteraciones eran producidas por el envejecimiento. Un cuadro clínico similar al descrito en Bonaparte lo han tenido individuos con deficiencia parcial, y de comienzo tardío, de 17-ketosteroid reductasa, enzima que cataliza el último paso de la síntesis de testosterona, lo que ha hecho sugerir que tal vez Napoleón padeció esta entidad⁹.

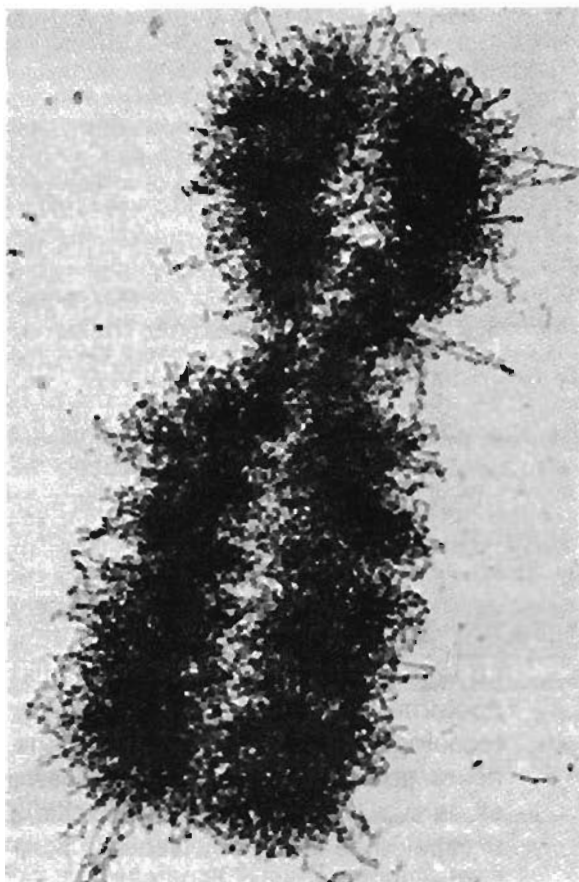
Cabe preguntarse si en la época moderna, y más aún en el mundo por venir, en el cual las enfermedades genéticas podrán ser diagnosticadas antes del nacimiento, hombres tan notables como los que hemos mencionado no serán simplemente eliminados de la faz de la tierra en aras de lo que parece una búsqueda imposible: la perfección.

Es grande el sufrimiento humano que producen las enfermedades genéticas, y mayor aún por los prejuicios sociales que se les añade; a pesar de esto, muchos hombres con alteraciones graves han tenido una vida plena a través de su constancia. En última instancia cabe preguntarse ¿Existirá el hombre perfecto?

Indudablemente el hombre no puede ir más allá de lo que su condición biológica le permite; sin embargo, ésta no es determinante de su desarrollo social, el cual implica otros factores quizá aún más complejos.

Bibliografía

1. Penchaszadeh, V.B., Genética y Salud Pública, *Boletín de la Organización Panamericana de la Salud*, Vol. 115, 1993, pp 1-11.
2. Delgado Mercado O., Henri de Toulouse Lautrec, *Aportaciones de los impedidos físicos a la cultura universal*, Ed. Pérez Ruiz,



Micrografía electrónica de un cromosoma humano.

- J.A., Universidad de Puerto Rico, San Juan, 1983, pp 37-42.
3. Jedlick, A.G., *Toulouse-Lautrec*, Rialp, S.A., Madrid, 1965, pp 18-31, pp 73-80.
4. Jones, K.L., *Smith's Recognizable patterns of human Malformation*, 4a ed., W.B. Saunders Company, Philadelphia, 1988, pp 360-361.
5. Byers, P.H., *Osteogenesis Imperfecta, Connective Tissue and its heritable disorders*, Editores: Wiley-Liss, New York, 1993, pp 317-350.
6. Mc Kusick, V.A., *Trastornos hereditarios del tejido conectivo*, Editorial Labor, Barcelona, 1976, pp 71-240 y pp 319-404.
7. Reliquia, N.I., *Los enigmas de la genialidad*, *Sputnik*, Vol. 10, pp 95-97.
8. Simón, R.D., *Ciegos ejemplares*, Ed. Imprenta Ferrari, Buenos Aires, 1943, pp 14 y pp 160.
9. Marion, R.W., Did Napoleon have the late onset form of 17-ketosteroid reductase deficiency?, *The American Journal of Human Genetics*, Vol. 53, 1993.

NUESTRA ESTRELLA COTIDIANA: EL SOL

Jesús Galindo Trejo*

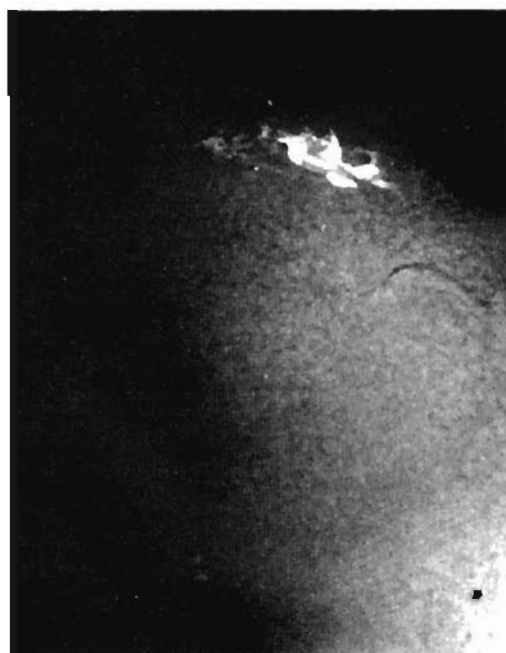
Instituto de Astronomía
Universidad Nacional Autónoma de México

En el Universo existen miles de millones de estrellas que pueden ser observadas a simple vista o con la ayuda de telescopios y detectores. La esplendor del cielo nocturno ha maravillado al hombre en todas las épocas; sin embargo, debido a la división aparente del cielo, en el de noche y en el de día, la estrella más cercana a nosotros, el Sol -responsable de tal división- no impresiona tanto como las estrellas nocturnas. No obstante los adelantos tecnológicos en materia de telescopios, no es posible observar el disco, esto es, la superficie de ninguna estrella, a excepción de la del Sol. Tener la posibilidad de un estudio detallado del disco solar significa contar con un laboratorio cósmico para investigar el estado de la materia visible más abundante en el universo: el plasma. Esta es la sustancia de que están hechas las estrellas: un gas conductor de corriente eléctrica, incandescente y controlado por campos electromagnéticos. La luz del Sol permite medir su cercanía con la Tierra. Tarda en promedio 8 minutos 16 segundos desde que abandona la superficie solar hasta que alcanza nuestro planeta. En comparación, la luz de Próxima Centauri, la siguiente estrella más cercana, nos llega después de 4 años 98 días de haber dejado su superficie. Estudiando al Sol, estamos indagando la naturaleza de otras muchas estrellas que son inaccesibles a una observación detallada por su lejanía.

Se calcula que nuestra estrella se formó hace 4,600 millones de años a

partir de materia interestelar, estableciéndose un equilibrio entre la fuerza de gravedad, la fuerza de la presión gaseosa y la de la presión de radiación; al aumentar la temperatura en su interior se dieron las circunstancias adecuadas para el "nacimiento" energético del Sol, iniciándose las reacciones termonucleares o de fusión. A partir de átomos de hidrógeno se sintetizan átomos de helio generándose grandes cantidades de energía. Las condiciones de temperatura y presión para tales reacciones sólo pueden darse en la Tierra después de la explosión de una bomba atómica.

El Sol, como todas las estrellas, evoluciona en el tiempo; de acuerdo con conocimientos teóricos, la siguiente fase de desarrollo será cuando su tempe-



La fotosfera fotografiada en luz blanca. Se aprecia un fenómeno muy raro: una ráfaga solar visible en la región más fría de la atmósfera del Sol.

* Actualmente en año sabático en el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica, Tonantzinla, Puebla.

ratura baje y su diámetro crezca para convertirse en una estrella de las llamadas gigantes rojas; su tamaño puede ser tal que signifique el fin de la Tierra al ser absorbida por la atmósfera solar. Afortunadamente, para esto faltan aún varios millones de años. Se calcula que nuestra estrella se encuentra a la mitad de su periodo estable de existencia. Ciertamente, hay estrellas más jóvenes y otras mucho más viejas; el Sol es una estrella común y corriente, aunque particularmente importante para la vida en la Tierra, pues gracias a ella puede proveerse de luz y calor.

La masa de nuestra estrella está constituida en un 72% por hidrógeno, y un 26% por helio; el resto de los elementos químicos sólo contribuyen con el 2%. a su masa, la cual es del orden de 1.98×10^{30} kg, que equivale a aproximadamente 330,000 veces la masa de la Tierra. El diámetro medio del Sol es de 1,392,530 km. Sería necesario alinear 109 Tierras, una contigua a la otra, para abarcar tal distancia. El Sol no es sólo una gran esfera de plasma, sino que posee un campo magnético -a manera de un inmenso imán en su interior- que produce muy variados fenómenos que describiremos más adelante. Además, nuestra estrella gira en torno a sí misma, pero no lo hace en su superficie como un cuerpo sólido; así, en los polos solares, una rotación completa dura casi 32 días y en el ecuador apenas 27 días; esto se conoce como rotación diferencial.

El núcleo del Sol es el lugar donde se genera la energía que este cuerpo irradia a partir de las reacciones de fusión; abarca una región esférica de casi 1/4 del radio solar. Se estima que la temperatura alcanza ahí hasta 16 millones de grados (la escala de temperatura aquí utilizada es la absoluta o Kelvin; difiere de la escala centígrada sólo en que el cero absoluto se encuentra a -273.15 grados centígrados; además los grados en ambas escalas son iguales); el plasma posee entonces una

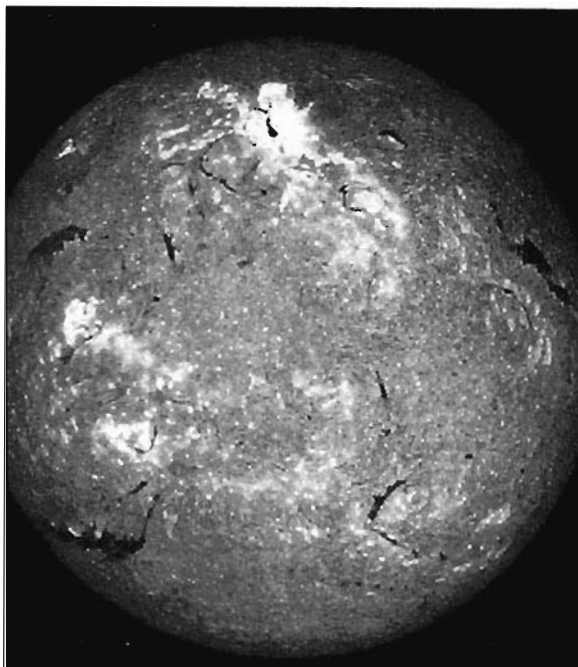


Imagen del Sol en luz de la línea H α del hidrógeno; corresponde a la cromósfera.

densidad 13 veces mayor que la del plomo. Aunque el núcleo tiene sólo la mitad de la masa solar, ahí se encuentra concentrada el 99% de la energía radiante. Se trata de energía electromagnética de longitud de onda muy corta, rayos X y gama. Los fotones energéticos resultantes de la fusión intentan abrirse camino hacia regiones superiores del interior solar; sin embargo, son absorbidos y reemitidos por la materia circundante y necesitan alrededor de 10 millones de años para alcanzar la superficie solar. Para entonces la longitud de onda ha variado y aquellos fotones emergen como luz visible. La región del interior solar donde ocurren esos procesos de absorción y re-emisión abarca a partir del límite del núcleo hasta una distancia de 0.86 del radio solar; se le conoce como zona radiativa. En regiones superiores, los fotones en su viaje hacia la superficie, poco antes de llegar a ésta, experimentan mayor resistencia a su avance; aparece una diferencia substancial de temperatura que crea especies de burbujas de gas caliente, formándose las llamadas celdas de convección; és-



Protuberancia solar estacionaria en la alta cromósfera.

tas son transportadas a la superficie donde emiten su energía. Sobre esta zona de convección, la cual tiene ya una temperatura de 500,000 grados Kelvin, se encuentra la primera capa atmosférica del Sol.

La fotosfera, la región más baja de la atmósfera solar, tiene aproximadamente 500 km de altura, aunque la mayor parte de la luz visible que emite el Sol proviene de los 100 km más altos. Esto hace que la orilla o limbo solar muestre un aspecto bien definido; sin embargo, como superficie solar, no se trata de un estrato sólido. Siendo la fotosfera la región más densa de la atmósfera solar, aún resulta sumamente enrarecida, pues su densidad apenas alcanza el 0.01% de la de la atmósfera terrestre al nivel del mar. La temperatura de la fotosfera es de unos 6000 grados Kelvin. Básicamente consta de gránulos de aproximadamente 1000 Km de ancho que tienen forma poligonal y corresponden a las porciones superiores de las celdas de convección; en el centro de cada gránulo asciende el plasma, descendiendo nuevamente por las orillas. La velocidad de este flujo constante es de casi 500 m/seg. El campo magnético en las orillas de los gránulos aparece intensificado, y cada gránulo tiene una vida media de sólo 10 minutos.

El resultado de la presencia de un campo magnético en la atmósfera del

Sol, así como de la rotación diferencial y del flujo turbulento en la zona de convección, es la llamada actividad solar; ésta se manifiesta en la fotosfera a través de las manchas solares que aparecen en los lugares donde el campo magnético es muy intenso (hasta 4000 veces mayor que el global del Sol); ya que el efecto inducido por éste es el de inhibir el movimiento del plasma, su temperatura y luminosidad disminuyen, lo que hace que, por contraste, esta región aparezca oscura respecto a los alrededores brillantes; sin embargo, si pudiéramos extraer la mancha del Sol y colocarla en el fondo oscuro del cielo, sería decenas de veces más brillante que la Luna llena. La mancha consta de una umbra fría 2000 grados Kelvin menos caliente que el fondo fotosférico circundante; alrededor de aquélla existe la penumbra menos oscura, apenas 1000 grados Kelvin menos caliente que el mismo fondo circundante. El tamaño de una mancha solar puede variar, desde el tamaño de un gránulo, hasta varias decenas de miles de kilómetros; generalmente las manchas se agrupan y evolucionan, alcanzando así longitudes de hasta 100,000 km. La vida media de una mancha es de 6 días; la de un grupo grande de manchas puede ser de varias semanas. Al rotar la fotosfera y acercarse una mancha al limbo solar, por el llamado efecto Wilson, da la impresión que la umbra es una depresión de la fotosfera; sin embargo, se trata de una ilusión óptica, pues debido a que el plasma en la umbra es menos denso que el de la fotosfera circundante, es más transparente y, por lo tanto, uno puede observar regiones más profundas.

El número de manchas solares varía periódicamente, cada 11 años en promedio, alcanzando un máximo; éste es el llamado periodo de actividad del Sol. En la fase actual de actividad, tal máximo se alcanzó probablemente en junio de 1990. Además existe un periodo magnético del Sol: cada 22 años se

invierte la polaridad del campo magnético global.

En la fotosfera alta existen también regiones extendidas más brillantes que el fondo circundante; son las llamadas fáculas, término que en latín significa antorchas pequeñas; corresponden a plasma más caliente y denso respecto al fondo.

Arriba de la fotosfera se encuentra una región de apenas 2,500 km de ancho, aún más tenue y caliente que aquella; se trata de la cromósfera. Su nombre se debe a su apariencia, observada usualmente durante los eclipses totales de Sol, ya que el hidrógeno a esa altura emite preponderantemente en su línea espectral $H\alpha$ que corresponde a luz roja. En la actualidad es posible observar la cromósfera sobre todo el disco, utilizando filtros $H\alpha$ de banda angosta. La cromósfera muestra muy variadas estructuras, de tal manera que algunas de ellas son continuaciones de estructuras fotosféricas. Así, las llamadas playas cromosféricas, calientes y brillantes, corresponden a las fáculas. Además se encuentran inmersas en campos magnéticos intensos, aunque, casi 10 veces menores que los de las manchas

solares. La granulación continúa hasta la cromósfera baja en forma de los llamados espículos; se trata de chorros de plasma que tienen un diámetro de 500 a 1200 km y que surgen y desaparecen en cuestión de minutos; alcanzan temperaturas de hasta 10,000 grados Kelvin. Estos chorros flameantes dan a la cromósfera la apariencia de una pradera en llamas.

Otras estructuras cromosféricas que caracterizan la actividad solar son las protuberancias, especies de nubes de plasma controladas por el campo magnético local, el cual las sostiene contra su peso; se observan en el limbo solar. Por otra parte, de encontrarse en el disco solar, dan la apariencia de hilos o filamentos oscuros, lo cual indica que son más frías (apenas unos 7,000 grados Kelvin de temperatura) y más densas que la cromósfera circundante.

Las protuberancias se clasifican en estacionarias y en activas; éstas últimas muestran una gran variedad de apariencias. Las protuberancias estacionarias son de las estructuras más estables de la atmósfera solar; sin cambio substancial de su forma pueden existir desde un par de meses hasta casi un



Protuberancia activa en forma de arcos fotografiada en luz de neón.

año; su fin natural consiste en que de pronto se elevan como un todo y desaparecen en las capas superiores de la atmósfera; a esto se le llama desaparición brusca. Su apariencia es la de enormes cortinas perpendiculares a la superficie solar; tienen un espesor máximo de unos 8,000 km, hasta 70,000 km de altura y alcanzan los 200,000 km de largo; generalmente estas protuberancias se forman en las regiones entre las manchas solares. El campo magnético interno de la protuberancia, aunque poco intenso comparado con el de aquellas, es suficiente para mantener estable el plasma de la protuberancia; la periodicidad en la aparición de las protuberancias estacionarias sigue prácticamente el mismo patrón que las manchas solares, aunque ligeramente desfasado.

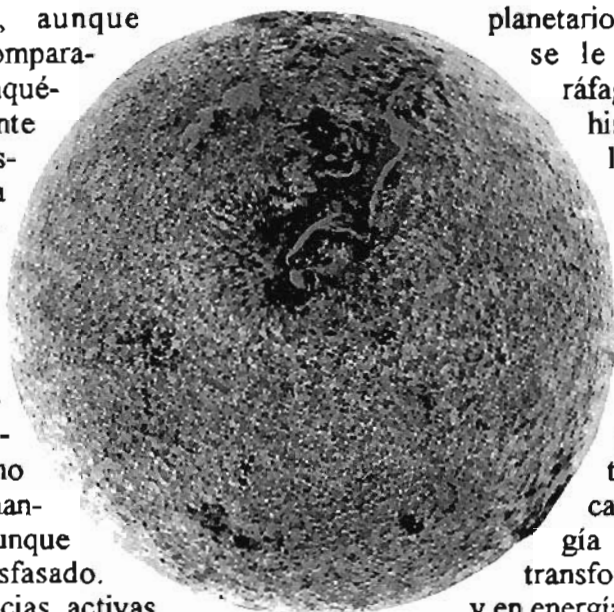
Las protuberancias activas muestran una diversidad de formas; en general son más calientes, de vida media más corta y de campos magnéticos más intensos que los de las estacionarias. Por ejemplo, las protuberancias en forma de arco, siendo unas de las más espectaculares, parecen conectar dos manchas solares; existe entonces una circulación del plasma. A veces se desarrollan sistemas de arcadas que muestran la complejidad del campo magnético que los forma. La altura típica de tales arcos es de varias decenas de miles de kilómetros y sobreviven apenas algunas horas. Las protuberancias en forma de rocío son estructuras de plasma que son eyectadas al espacio interplanetario, formando los llamados plasmoides. En contraste, en el caso de las

protuberancias llamadas de oleada, el plasma es lanzado con velocidades menores que la de escape para el Sol (618 km/seg), ocasionando que la materia, después de elevarse algunas centenas de miles de kilómetros, descienda a la cromósfera de nuevo en el transcurso de 10 a 20 minutos.

Las protuberancias activas están íntimamente relacionadas con el fenómeno más energético que sucede en la atmósfera solar y cuyo efecto se deja sentir en todo el sistema

planetario. A tal fenómeno se le conoce como ráfaga solar; aunque, históricamente, se le definió como un rápido abrilantamiento en la luz de la línea H α del átomo de hidrógeno, básicamente se trata de un proceso mediante el cual grandes cantidades de energía magnética son transformadas en calor y en energía cinética de partículas

cargadas que son aceleradas a velocidades relativistas, así como de considerables masas de plasma que son eyectadas al espacio interplanetario. Una ráfaga solar se manifiesta prácticamente en todo el espectro electromagnético, emitiéndose masivamente desde ondas de radio hasta rayos X y gama, esto en el transcurso de minutos a horas. Las ráfagas sólo excepcionalmente llegan a observarse en la fotosfera; de hecho, en una ocasión así, fueron descubiertas en 1859. Existe una tendencia a que las ráfagas se repitan en el mismo lugar y con características similares; además la ocurrencia de una puede inducir que suceda otra a considerable distancia de la primera. Igualmente, una ráfaga puede provocar que una protuberancia estacionaria



desaparezca; a su vez, la desaparición de ésta puede inducir una ráfaga. Por lo general, después de una ráfaga se genera un sistema de arcadas, estableciéndose un cierto intercambio de plasma entre diferentes regiones. El tipo de ráfaga más energética es la llamada de dos bandas; surge a partir de un filamento estacionario que experimenta una desaparición brusca; una vez que ha desaparecido el filamento surgen dos bandas brillantes, paralelas a la posición que tenía antes el filamento, que emiten luz intensa en H α . Las ráfagas suceden, de preferencia, en regiones activas complejas, por ejemplo, en la cercanía de grupos grandes de manchas solares, donde el campo magnético muestra gran variación de polaridad; cuando sucede una ráfaga en el limbo solar se puede apreciar que el abrillantamiento, es decir la región del plasma caliente, alcanza alturas de hasta 15,000 km sobre la fotosfera.

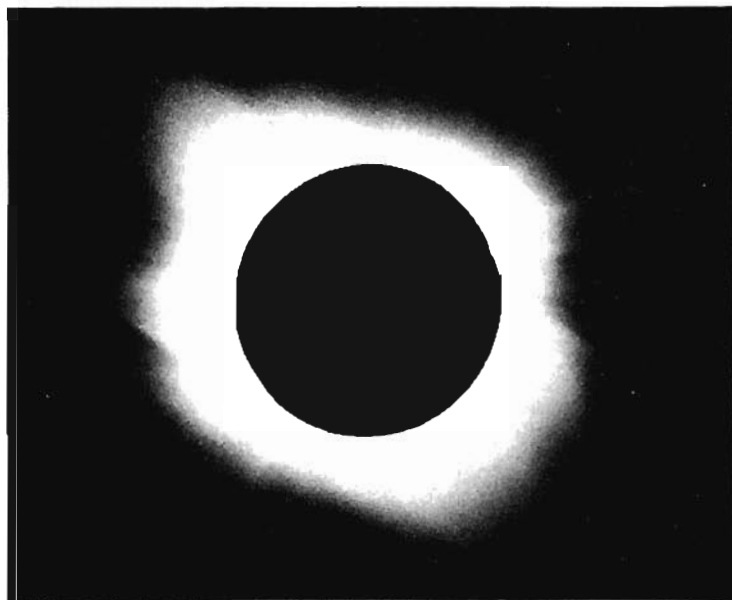
Al suceder una ráfaga, fabulosas cantidades de partículas cargadas y plasmoides de considerables dimensiones son catapultados al espacio interplanetario a grandes velocidades, típicamente a varios miles de kilómetros por segundo, formándose las llamadas ondas de choque, que atraviesan todas las regiones atmosféricas del Sol. Las partículas cargadas (electrones y protones, aunque a veces también iones pesados de alta energía, es decir, rayos cósmicos solares), al llegar a la Tierra, interaccionan con su coraza magnética, llamada magnetósfera, y con la atmósfera alta. Un resultado de esto son las llamadas auroras polares; se trata de emisiones de luz de varios colores, dependiendo del tipo del átomo o molécula de la atmósfera terrestre que ha sido excitado por las partículas energéticas; tienen la forma de grandes cortinas luminosas, sobre todo rojas y verdes. Suceden normalmente en la alta atmósfera, en regiones polares; sólo excepcionalmente, cuando la actividad solar alcanza altos niveles, se pueden

observar en latitudes bajas. Por ejemplo, en marzo de 1989, debido a una sucesión de varias ráfagas muy intensas, se reportaron auroras en la península de Yucatán; incluso, en registros históricos, se sabe de su observación en la Ciudad de México. Otro efecto de una ráfaga en el entorno terrestre es la perturbación en las comunicaciones debido a las explosiones en la emisión de ondas electromagnéticas que se generan durante la aceleración súbita de electrones. Para un astronauta en el espacio, las emisiones de partículas cargadas y de radiación electromagnética de una ráfaga solar pueden ser sumamente peligrosas.

A partir de la cromósfera alta, en una región de apenas algunas decenas de kilómetros, tiene lugar uno de los fenómenos más impresionantes de la atmósfera solar; la temperatura empieza a aumentar con la altura de tal forma que alcanza, a unos cuantos miles de kilómetros arriba, temperaturas entre dos y cinco millones de grados. Estamos entonces en la capa atmosférica más tenue y caliente del Sol, la corona. Esta región se extiende hasta la Tierra y más allá. La inversión de la temperatura en la corona constituye



El Sol en rayos X, mostrando la corona, la región más caliente de la atmósfera solar.



Eclipse total de Sol en un momento de máxima actividad; se aprecia la corona extendida.

uno de los principales problemas de la física solar. Se cree que es debida al calentamiento por ondas magnetohidrodinámicas, es decir, una combinación de ondas sonoras con oscilaciones del campo magnético, que provienen de la zona de convección.

La corona puede admirarse durante los eclipses totales de Sol, siendo entonces tan luminosa como una Luna llena. Su apariencia depende de la fase de actividad del Sol. Así, en el mínimo de actividad, el resplandor coronal es simétrico, con grandes rayos en la región ecuatorial y apenas algunos cortos y tenues en los polos. En cambio, en el máximo de actividad, la corona es más brillante y estructurada; presenta grandes rayos y torrentes distribuidos por todo el perímetro solar; es más espectacular. Aunque en la actualidad existe ya el coronógrafo que permite observar la corona en todo momento, pues provoca internamente en el telescopio un eclipse artificial al bloquear ópticamente la fotosfera, la calidad del oscurecimiento y la penetración de las observaciones aún no superan las de un eclipse total real; es por eso que los astrónomos solares todavía persiguen los eclipses de continente a

continente. Por otra parte, el avance tecnológico ha permitido diseñar detectores que permiten observar la corona no sólo en el limbo, sino incluso en el disco solar. Debido a las altas temperaturas, las emisiones electromagnéticas son, sobre todo, en el extremo ultravioleta y rayos X. Analizando imágenes en tales regiones espectrales, notamos que la apariencia del Sol es muy diferente a lo que estamos acostumbrados; aparece un Sol oscuro. Las regiones claras indican lugares donde se emiten intensamente esas radiaciones y corresponden a campos magnéticos, con líneas de fuerza cerradas, que tienden a evitar que escape el plasma. Por el contrario, en los sitios muy oscuros llamados hoyos coronales, la emisión de radiación es débil, el campo magnético funciona como una especie de canal de salida para el plasma que abandona continuamente al Sol; es el llamado viento solar. Resulta interesante que tales hoyos coronales no participan en la rotación diferencial de la fotosfera, sino que rotan como en un cuerpo rígido. Se puede afirmar que, generalmente, todo fenómeno coronal coincide con alguna manifestación de la actividad solar en las capas atmosféricas inferiores. Por ejemplo, los grandes rayos coronales aparecen arriba de las regiones activas fotosféricas; las protuberancias en arco llegan a alcanzar alturas coronales formando arcadas coronales. Arriba de las protuberancias estacionarias en la cromósfera, aparecen los llamados torrentes en forma de yelmo.

Las estructuras coronales, rayos, torrentes y las grandes arcadas, llamadas transitorios coronales, que se propagan espectacularmente hacia el espacio interplanetario, son condensaciones de plasma magnetizado que pueden observarse desde alturas de 0.5 a 1, hasta incluso a 10 radios solares de distancia. Los hoyos coronales en los polos son prácticamente permanentes; sin embargo, la mayoría de los hoyos en otras

latitudes evolucionan en tal forma que cuando se encuentra el Sol en su fase de mínima actividad, ellos alcanzan su máxima extensión; la temperatura típica de un hoyo coronal es de 1 millón de grados y son generalmente más densos que las regiones brillantes en la corona.

El viento solar es un flujo continuo de partículas cargadas -mayormente electrones y protones, con iones y núcleos de átomos pesados- que el Sol emite en todas direcciones, a velocidades que varían de 200 a 900 km/seg. A partir de su emisión, el viento solar llega a la Tierra después de casi 5 días y se extiende posteriormente por el resto del sistema solar hacia el medio interestelar; junto con el viento es transportado un campo magnético.

Como hemos señalado, sólo las regiones de la atmósfera solar pueden ser observadas de manera directa; sin embargo, en años recientes, estudiando el llamado desplazamiento Doppler en líneas espectrales solares, se han podido detectar oscilaciones intermitentes en la superficie del Sol con periodos cercanos a los 5 minutos y con amplitudes de casi 1 km/seg. Esto es sólo una manifestación del hecho de que el Sol está vibrando continuamente en su interior como un objeto resonante: se trata de ondas sísmicas. Por lo tanto, es posible inferir la estructura y la dinámica del interior solar. Así, por ejemplo, se ha determinado que la zona de convección debe extenderse más profundamente que lo supuesto hasta ahora; abajo de esta zona, el Sol rota casi como un cuerpo rígido con un periodo de 27 días.

Otro aspecto interesante y aún controversial del interior solar, son los llamados neutrinos solares. En el núcleo del Sol, como consecuencia de las reacciones de fusión, son generados neutrinos -partículas subatómicas sin carga eléctrica, de masa casi nula que se mueven casi a la velocidad de la luz- que interaccionan difícilmente con la

materia; sin embargo, se han ideado detectores para registrar estas partículas tan huidizas. Los flujos medidos de neutrinos resultan ser apenas un tercio del valor predicho por la física nuclear y los modelos del interior solar. Aunque varias alternativas teóricas se han propuesto para resolver la discrepancia, un camino más seguro parece ser el desarrollo de mejores y más elaborados detectores de neutrinos.

Ciertamente, nuestro entendimiento del Sol ha crecido en los últimos años gracias al avance de la tecnología de detectores y de los vehículos espaciales -como el del proyecto Ulises, que en estos momentos se dirige al Sol para estudiar por primera vez sus regiones polares prácticamente *in situ*- y, sobre todo, gracias al progreso en los planteamientos teóricos que han conducido a una correcta interpretación de las observaciones. No obstante, sabemos que nuestra estrella nos reserva todavía muchos de sus secretos. Por lo pronto, vale la pena reconocer que nuestro Sol, en verdad, no sólo es fuente de luz y calor, sino también de valioso conocimiento con vigencia universal.

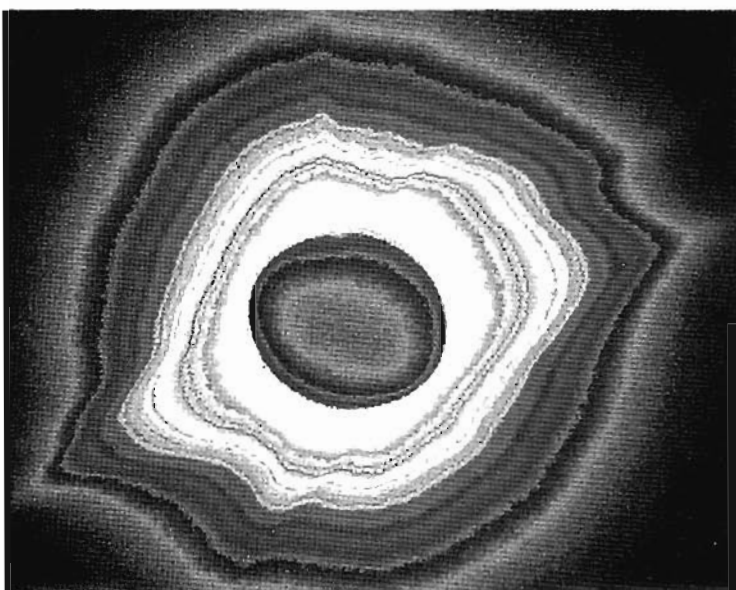


Imagen digitalizada del eclipse total de Sol del 11 de julio de 1991. En la digitalización, el color introducido ayuda a reconocer estructuras del plasma coronal que usualmente son indetectables en la imagen original. Imagen procesada en el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica, Tonantzintla, Puebla.

DESENCUENTRO EN BEHRING

Gertrudis Payás

Los eohipos del cuaternario, pequeños como perros, trotaban por todo el continente. Algo en sus andares debía ya delatar su futura majestad.

Las tierras del eohipo y los suyos eran anchas; adaptable y móvil, pobló valles y montañas, selvas, páramos y glaciares, de norte a sur, y del Pacífico al Atlántico. En unos lugares creció grande, robusto y pausado; en otros, casi enano, nervioso, todo tendón y fibra.

Sus restos fósiles revelan una gran diversidad de especies y variaciones, cruzándose, encabalgándose y prolongándose durante millones de siglos.

Hace unos 175.000 años desaparecieron de nuestro continente.

Con unos cien mil años de diferencia, algunas manadas habían cruzado el estrecho de Behring en sentido contrario al de los primeros hombres. Del otro lado, proliferaron y se desparmaron, fértiles y afortunados, dejándose llevar unos a otros, de nuevo cruzándose y encabalgándose a lo largo del tiempo. Alguna de esas razas de eohipos debió acercarse al hombre más que otras, y se supone que por el año 5000 a.C. aceptó el pacto de domesticación. A partir de entonces, y en todas las culturas de ese mundo, estuvo más ligado al hombre que sus propios hermanos, más querido de él que sus mujeres, más fiable que sus amigos, mas necesario que comida y cobijo.

Aún hoy se les puede ver, enteverados, por los llanos de Mongolia, las caderas del hombre soldadas a su lomo y los brazos libres, las piernas atenuando su cuerpo, el torso del hombre y los cascos del animal fundidos en un

solo movimiento de tres tiempos.

El hombre los hizo suyos, y si no los hubiera hecho suyos, ya no existirían, como dejaron de existir en este nuestro continente, por un desencuentro en Behring.

• • •

Hacer suyo es domesticar, es traducir a lenguaje humano, es hacer el intento de salvación que nos humaniza como ningún otro rasgo humano.

• • •

Veo fósiles: nummulites, trilobites hermosísimos, caracoleados; gratuitos, vivos y mutando por la gracia de Dios, para el goce de Dios. Nadie más los vio, ningún ojo humano se posó sobre estas formas extraordinarias. Ahí estaban, sí, pero sin existir.

El otro, el que ve, el que quiere poseer, el que traduce es el que da vida a las cosas. Las cosas no existen hasta que no son vistas.

• • •

Traducir no es una ciencia, es un delirio de racionalización, es la actitud primordial del hombre; es su instinto y su finalidad.

Nuestra mitología es en este sentido definitiva: Dios crea el mundo y pone en medio al hombre, y lo primero que hace el hombre es dar nombre a las cosas: hacerlas suyas.

• • •

Tuvimos varios años un par de loros; de San Luis Potosí, según parece. Era tan evidente que eran salvajes que ni siquiera tratamos de darles nombre. Nunca serían nuestros. Murieron sin nombre; tristeza de lo salvaje.

Hoy pienso que si les hubiéramos puesto nombre, qué sé yo, Stan y Ollie, o Hernández y Fernández, chance y hubieran sobrevivido.

Traducir para salvar, traducir para preservar de la desaparición. Miles de especies extinguidas por no haber quien las viera, poseyera, tradujera a humano, miles de lenguas y hablantes desaparecidos por no haber quien de ajeno los hiciera suyos.

• • •

El hombre nómada suele ir a remolque de algún animal: toda la vida de los Inuits transcurría detrás del reno; los indígenas norteamericanos detrás del bisonte. Nunca los domesticaron.

Desaparecieron los renos y los bisontes, y con ellos los Inuits, los Sioux, los Cherokees, los Mohicanos, los Eklutna, los Anasazi, Navajo, Paiute, Kaibab, Havasupai, Hualapai, Zuni y cientos más.

Desaparecieron porque no domesticaron a su animal-dios. Domesticar al otro es domesticarse a sí mismo. Traducir al otro es traducirse a sí mismo, reconocerse y darse la única posibilidad de supervivencia física y salvación metafísica.

Cuando, en lugar de ahuyentarlos, los hombres empezaron a lanzar los restos de su comida a los lobos que se les acercaban de noche, hicieron que los lobos les siguieran en sus caminos y los protegieran de otros animales.

Hoy lamentamos la pérdida de aquellos antecesores salvajes, sin darnos cuenta de que, al domesticarlos, aseguramos su supervivencia y que de ellos provienen decenas de razas mal denominadas puras, e innumerables, inimaginables y bellísimos mestizajes.

El instinto del hombre sabe que las cosas en estado natural son frágiles e intuye que, apropiándose, puede asegurar su permanencia. Algo le dice que cuanto más completo es su entorno, más completo es él por dentro. Así que cuando dejamos que se extinga una lengua, un animal o una flor, cuando dejamos que escape a nuestra acción traductora, estamos negando nuestro más íntimo ser, estamos siendo menos hombres.

Y cuando ansiamos volver a ver lobos en nuestras montañas, y osos, y venados, y escuchamos embelesados lenguas que suenan como trinos en boca de nuestros hermanos, y cuando nos sobresaltamos al pensar que se nos vayan para siempre las Monarca, no hacemos sino reafirmar nuestro íntimo, antiguo y legítimo instinto de conservación, concientes o no, da igual, de que la supervivencia física de ese mundo es condición también de nuestra supervivencia metafísica.

• • •

Volviendo al ehipo, les contaré el fin de la historia tal como la refirió el Inca Garcilaso en el decimoséptimo libro de sus *Comentarios Reales*: "Comúnmente, los indios tienen grandísimo miedo a los caballos, en viéndolos correr se desatan de tal manera que por ancha que sea la calle, no saben arrimarse a una de las paredes y dejarle pasar, y que les parece que por donde quiera que están (como sea en el suelo) los han de trompillar, y así viendo venir el caballo, corriendo, cruzan la calle dos y tres veces de una parte a otra huyendo dél, y tan presto como llegan a la otra pared, tan presto les parece que estarían más seguros a la otra, y vuelven corriendo a ella. Andan tan ciegos y desatinados, del temor, que muchas veces acaeció (como yo lo vi) irse a encontrar con el caballo por huir dél"

Y así es cómo, por no haberse cruzado aquella vez en Behring, luego no se reconocieron.



Adán nombrando a los animales.

EL MUSEO DE LA FARMACIA ALEMANA

María de la Paz Elizalde

Centro de Química
Instituto de Ciencias
Universidad Autónoma de Puebla

En 1556 el Palacio de Ottheinrich en el castillo de Heidelberg fue diseñado con una "torre para farmacia" y es, desde 1957, la sede del Museo de la Farmacia Alemana.

Entrando al palacio, que tiene una de las más bellas fachadas renacentistas en Alemania, el visitante se ambienta rápidamente entre grabados de plantas medicinales, óleos de farmacia, médicos y boticarios, la simbólica escultura de la serpiente y la de los gemelos Cosme y Damián, santos patronos de los médicos y los boticarios, con un recipiente de orina en la mano el primero y un tazón de ungüento y una espátula, el segundo.

En las salas de este museo se pueden admirar los antiguos mostradores tallados en madera, originales de los siglos XVIII y XIX, con infinidad de cajoncillos, rótulos en latín y decoración pintada a mano. Sobre ellos se exhiben todo tipo de balanzas y morteros de ágata y bronce. En las vitrinas se acumulan bellos recipientes de vidrio italiano y porcelana, decorados y rotulados con símbolos alquímicos, algunos aún con contenido, como agua de rosas preparada en 1734. Muy interesantes también son los libros en pergamino de medicina popular y el cuadro de Cochin "La Farmacia" con caricaturas de boticarios (siglo XIX).

Relativamente sencillas son las salas que exhiben los "talleres" de las farmacias, donde la exposición se caracteriza por el tamaño de los objetos destinados al tratamiento de plantas a gran escala para la preparación de medicamentos: una guillotina para cortar hier-

bas, raíces y madera; una colección de cuchillos, una trituradora y una centrifuga (1750), el molino donde Koch inició la producción de quinina en 1824, y estufas para cocciones alimentadas con alcohol, así como todo tipo de instrumental de medición, pastilladoras, moldes para supositorios y material de enfermería.

Un componente muy valioso del museo es la colección de drogas "Materia médica", que se extiende a veintiocho vitrinas. Allí se presentan materias primas divididas en materiales minerales, botánicos y animales. Al primer grupo pertenecen piedras, tierras, sales, betas y elementos químicos como el azufre, ya que en el siglo XVII la doctrina de la iatroquímica se convirtió en la base de la preparación de nuevos medicamentos, por la recomendación de Paracelso de incluir metales en la terapia interna. Entre las materias animales se encuentran conchas de tortuga, huesos, cuernos, productos calcáreos como corales, insectos secos, serpientes, todo lo cual era calcinado o secado y molido para obtener un polvo. En el campo de la medicina veterinaria, la materia animal fue muy empleada. Vía Venecia se importaron de Egipto momias y, en algunas fórmulas, se usó grasa humana. La exposición más rica corresponde al material botánico: flores, opio, morfina y resina para la preparación de cataplasmas, ungüentos, píldoras y tinturas. Cada material se acompaña de una litografía coloreada tomada de los volúmenes de la obra *Plantae Officinales* (1821-1828) del farmacéutico y profesor de botáni-

ca Th. F.L. Nees von Esenbeck. El gran tesoro de esta sala es el incunable *Hortus Sanitatis* publicado en Mainz en 1485, donde por primera vez el arte gráfico se puso al servicio de las ciencias naturales.

Particularmente bellos son los vasos del imperio romano y el destilador florentino para aceites volátiles. La vitrina dedicada a la memoria de Albert Fraenkel (1864-1938), quien introdujo, en 1906, la terapia cardiotónica con la aplicación intravenosa de la *Strophantina*, es una pieza original de este museo.

Caminando hacia la "torre para farmacia", se pasa por el ala *Ludwigsbau* del castillo, cuya entrada está decorada por una bellísima escultura de madera tallada de Santa Magdalena (1450), santa patrona de la farmacia. A continuación se exponen las primeras farmacopeas oficiales de Alemania. Entre ellas el *Dispensatorium de Valerius Cordus*, publicado y aceptado oficialmente en 1546, en la ciudad imperial de Nürnberg, es considerada como la primera del mundo, ya que intentó, específica y legalmente, unir a todos los practicantes de la farmacia en el área de Nürnberg. También decoran el pasaje los retratos de fundadores de las compañías farmacéuticas y químicas alemanas, como Heinrich Emmanuel Merck (1794-1855), de Darmstadt, Johann Daniel Riedel (1786-1843), de Berlín, y Ernst Schering (1834-1889). Una estatua de marfil representa al vendedor de medicinas y "cajas con mecha" ilustran el invento del farmacéutico y profesor de química de Jena, Wolfgang Döbereiner (1780-1849), el cual está basado en la capacidad catalítica del platino esponja para unir al hidrógeno producido en la caja con el oxígeno del aire, provocando su ignición.

La "torre de la farmacia", ya mencionada en la literatura en 1649, contiene equipo y recipientes químicos, todos originales, a excepción de la

estufa, que fue reconstruida. En esta sala se presentan grandes objetos como la prensa de madera para aceites de plantas y los contenedores de *aqua calcariae* y *aqua destillata*. De menor tamaño, y en vidrio, matraces, alambiques, retortas, pipetas, buretas, crisoles, hornos, vasos de Woulf, aparatos para obtener agua mineral y un refrigerante de Liebig, en barro; recipientes para incineración, morteros, soportes para filtros, un percolador e infinidad de moldes. Se encuentran también algunos aparatos para observaciones físicas como microscopios, aparatos de polarización e hidrómetros.

Este museo remonta al visitante a un mundo donde el arte, la magia, la alquimia y la ciencia se unen y forman la cuna de algunas de las ramas de la química moderna; un regreso al pasado y a lo aún vigente de la historia en el desarrollo del presente.



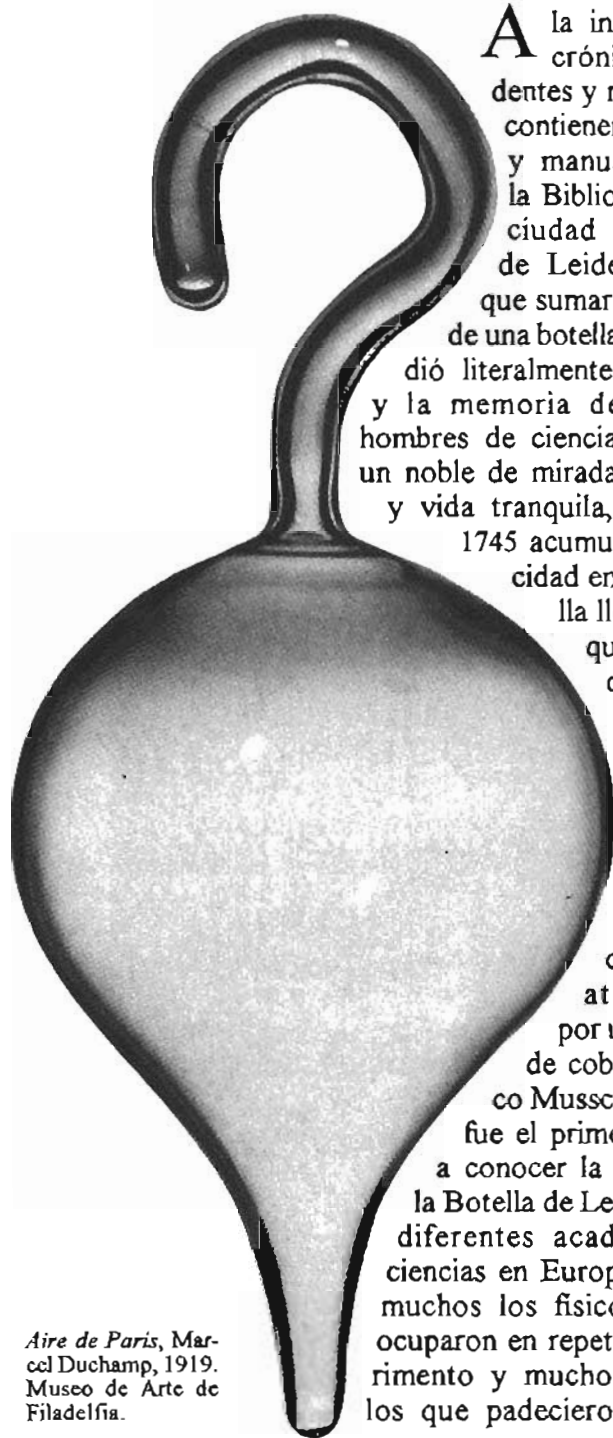
Una sala de Museo de la Farmacia Alemana.

LA BOTELLA DE LEIDEN

Hugo Diego Blanco

Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades
Universidad Autónoma de Puebla

A Guillermo Sienra



Aire de Paris, Marcel Duchamp, 1919.
Museo de Arte de Filadelfia.

A la infinidad de crónicas, incidentes y relatos que contienen los libros y manuscritos de la Biblioteca de la ciudad holandesa de Leiden, habría que sumar la historia de una botella que sacudió literalmente el ánimo y la memoria de muchos hombres de ciencia. Cunaüs, un noble de mirada despierta y vida tranquila, logró en 1745 acumular electricidad en una botella llena de pequeñas hojas de oro, forrada con papel de estaño y cerrada con un corcho que se encontraba atravesado por un alambre de cobre. El físico Musschenbroeck fue el primero en dar a conocer la noticia de la Botella de Leiden en las diferentes academias de ciencias en Europa. Fueron muchos los físicos que se ocuparon en repetir el experimento y muchos también los que padecieron convul-

siones o desvanecimientos debido a la violenta reacción que las chispas del original condensador provocaban. El mismo Musschenbroeck confesó en una carta que ni con la promesa de convertirse en príncipe heredero de la corona de Francia se atrevería a repetir el experimento. Prefería pasar por un súbdito poco curioso antes que ser un monarca electrocutado. Aunque a Kierkegaard nunca le interesó más la electricidad que la ética, el título de uno de sus libros, *Temor y temblor*, bien podría ser el nombre de esta historia de atrevimiento y convulsiones.

El ingenio de los científicos es semejante al sino de Ícaro, pueden salir del laberinto y volar, pero también pueden caer si se acercan demasiado al sol pues la cera del ingenio se derrite de la misma manera que se fundían los hilos de diversos metales en los experimentos que practicó el inglés B. Cortell. Este científico se aficionaba al mismo tiempo por la física como por la etimología de tal suerte que se encontraba al tanto de las investigaciones sobre el golpe fulminio así como del origen de la palabra electricidad. Para él no era un secreto que la palabra latina *electrum* proviene de una palabra griega que significa ámbar; esto no es difícil de entender si recurrimos a la propiedad natural de atracción eléctrica que el ámbar tiene al frotarlo.

El erudito Cortell construyó máquinas eléctricas y baterías que utilizó en los experimentos públicos que se convirtieron en un acontecimiento social que atraía tanta gente como la Real Compañía de Teatro. Con uno de sus

condensadores Cortell derretió un alambre de hierro del número dieciséis con un largo de siete pies. El hilo de hierro cayó fundido en glóbulos negruscos que fueron atraídos por un imán no sin antes inundar la habitación de un molesto humo. Un hilo de plata del número diez y de un pie de largo se calcinó y volatilizó con un color blanco azulado. Un hilo de oro de cuatro pulgadas de largo se desvaneció en un humo amarillo púrpura haciendo un ruido semejante a un chasquido. Una pequeña placa de estaño también se volatilizó con un color semejante a centella.

El señor Cortell sometió en el imperio de sus experimentos la resistencia de algunos animales. Los curiosos que asistían a su laboratorio pudieron observar cómo saltaban chispas de la frente de los cuadrúpedos al tiempo que se desplomaban. Pero algunos de aquellos espectadores fueron quienes se encontraron a punto del desplome la tarde que se experimentó con un gato. Muy

lejos se encontraba la Europa del siglo XVIII de la cultura egipcia que divinizó a los gatos al relacionarlos con la diosa Pasht y también de Mahoma quien de diferentes maneras mostró su simpatía por los gatos. El gato del experimento de Cortell cayó en medio de convulsiones después de recibir la carga de la Botella de Leiden. La respiración acelerada fue el primer indicio de que se encontraba con vida, pero en unos instantes comenzó a maullar, se levantó y salió corriendo del laboratorio atropellando las piernas de algunas damas y caballeros interesados en el desarrollo de la ciencia.

Algunos quisieron encontrarle tres pies al gato de este asunto y otros, suspicaces, dijeron en voz baja que seguramente había gato encerrado. Otros más especularon acerca de aquel dicho común que afirma que los gatos tienen siete vidas y concluyeron que esta vez la ciencia demostró no una hipótesis sino una creencia popular.



Demostración, en Amsterdam, de una máquina eléctrica. Grabado del siglo XVIII.



EN EL CASTILLO DE BARBA AZUL: APROXIMACIÓN A UN NUEVO CONCEPTO DE CULTURA*

George Steiner

La ausencia de la historia de la ciencia y la técnica en los programas escolares es un escándalo. Es un absurdo hablar del Renacimiento sin conocer su cosmología, sus sueños matemáticos que confirmaban las teorías renacentistas del arte y de la música. Leer literatura o filosofía de los siglos XVII y XVIII sin tener conciencia del genio de la física, de la astronomía y del análisis algebraico, que se estaba desarrollando en ese periodo, es leer sólo superficialmente. Un modelo de neoclasicismo que omita la figura de Linneo es superficial. ¿Qué puede decirse con responsabilidad sobre el historicismo romántico, sobre las nuevas configuraciones del tiempo después de Hegel, que no incluya un estudio de Buffon, Cuvier y Lamarck? Lo cierto es que las humanidades fueron no sólo arrogantes en cuanto a afirmar su carácter central, a menudo fueron necias. Más que nunca tenemos urgente necesidad de un poeta como Lucrecio.

Cuando la cultura está ella misma tan extremadamente fragmentada, no hay necesidad de hablar de las ciencias como disciplinas separadas. Lo que las hace tan diferentes del actual estado de las humanidades es su carácter colectivo y su calendario interno. Hoy en día, la ciencia es una empresa colectiva en la que el talento del individuo es una función del grupo. Pero, como vimos, cada vez más el arte radical actual y el antiarte aspiran a la mis-

ma pluralidad. La divergencia realmente profunda que hay entre la sensibilidad humanística y la sensibilidad científica es una divergencia de temporalidad. Casi por definición, el hombre de ciencia sabe que el mañana habrá avanzado respecto del hoy. Un escolar del siglo XX puede manejar conceptos matemáticos y experimentales que eran inaccesibles a un Galileo o a un Gauss. Para un hombre de ciencia la curva del tiempo es positiva; en cambio el humanista inevitablemente mira hacia atrás. El repertorio esencial de su conciencia, lo que se propone estudiar en su vida diaria como investigador o crítico le llega del pasado. Una natural inclinación de su sentimiento lo lleva a creer, tal vez silenciosamente, que las relaciones del pasado son más esplendorosas que las de su propia época. La afirmación de que "Shakespeare es el mayor escritor, el más completo que la humanidad haya producido jamás" es una provocación lógica y casi gramatical. Pero engendra convicción. Y aun cuando un Rembrandt o un Mozart puedan en el futuro ser igualados (una idea grosera e indistinta), no pueden ser superados. Hay una profunda lógica de energía en las artes, pero no un progreso acumulado en el sentido de las ciencias. En las artes no se corrigen errores ni se desaprueban teoremas. Porque lleva el pasado en su seno, el lenguaje artístico, a diferencia de la matemática, tiene tendencia retrospectiva. Ésta es la significación de Eurípides. Porque la realidad de su mundo interior está a espaldas suyas, el hombre de palabras, el cantor, se volverá

* Tomado del libro *En el castillo de barba azul*, de George Steiner, traducido por Alberto L. Bixio para la editorial Gedisa, Barcelona, 1991.

En la página anterior, Giotto: *La expulsión de los diablos de Arezzo*.



George Cuvier (1769-1832).

hacia atrás, hacia el lugar de las necesarias sombras amadas. Para el científico el tiempo y la luz están adelante.

Aquí verdaderamente estriba la división de las "dos culturas" o más bien de las dos orientaciones. Quien haya frecuentado a los hombres de ciencia sabe hasta qué punto es intensa esta polaridad que influye en su estilo de vida. Sus noches apuntan evidentemente al mañana, pues *e santo è l'avvenire*.

¿Es realmente así?

Esta es la última cuestión que plantearé aquí y que, por cierto, es la más difícil de todas. Puedo formularla y sentir su urgente presión, pero no he logrado elaborarla de una manera clara o consecuente.

Que la ciencia y la tecnología acarrearán consigo agudos problemas de daños ambientales, de desequilibrio económico, de deformación moral, es ciertamente un lugar común. Atendiendo a la ecología y a los ideales de sensibilidad, el costo de las revolucio-

nes científicas y tecnológicas de los cuatro siglos pasados fue muy elevado. Pero a pesar de las críticas anárquicas y bucólicas, como las formuladas por Thoreau y Tolstoy, fundamentalmente no se ha dudado de que debería haberse afrontado dicho costo. En esa seguridad, que en gran parte no ha sido examinada, había algo de ciega voluntad económica, de inmensa sed por conquistar bienestar y diversidad material. Pero también obró un mecanismo mucho más profundo: la convicción, implantada profundamente en el temperamento occidental, por lo menos desde Atenas, de que la indagación intelectual debe avanzar, de que ese movimiento es en sí mismo natural y meritorio, de que la relación propia del hombre con la verdad es la relación del perseguidor, del cazador (el "¡busca!" de Sócrates para acorralar a su presa resuena a lo largo de toda nuestra historia). Nosotros abrimos las sucesivas puertas del castillo de Barba Azul porque las puertas "están allí", porque cada una conduce a la siguiente en virtud de una lógica de intensificación que es la intensificación de su propia conciencia que tiene el espíritu. Dejar una puerta cerrada sería no sólo cobardía sino una traición -radical y automutiladora- hecha a la postura de nuestra especie que es inquisitiva, que tantea, que se proyecta hacia adelante. Somos cazadores que vamos tras la realidad cualquiera que sea el lugar a que ésta nos puede llevar. Los riesgos, los desastres que pueden sobrevenir son flagrantes. Pero así es, o por lo menos fue hasta muy recientemente, el supuesto axiomático y a priori de nuestra civilización, según el cual el hombre y la verdad son compañeros, sus caminos se tienden hacia adelante y están dialécticamente emparentados.

Hoy por primera vez (de manera que nuestras conjeturas serán aquí tentativas y algún tanto confusas), se está poniendo en tela de juicio este axioma de un avance continuo que lo gobierna

todo. Estoy pensando en cuestiones que van mucho más allá de las actuales preocupaciones de la comunidad científica sobre el ambiente, sobre los armamentos, sobre las irreflexivas aplicaciones de la química a los organismos humanos. La verdadera cuestión es la de decidir si deberían desarrollarse ciertas líneas importantes de indagación, si la sociedad y el intelecto humano en su actual nivel de evolución pueden sobrevivir a las siguientes verdades. Bien pudiera ser -y aquí esa mera posibilidad presenta dilemas que están mucho más allá de los que hayan podido surgir en la historia- que la puerta siguiente se abriera a realidades ontológicamente opuestas a nuestra cordura y a nuestras limitadas reservas morales. Jacques Monod preguntó públicamente lo que muchos se planteaban en privado: ¿debería continuar la investigación genética, si ésta conduce a verdades sobre diferenciaciones en las especies cuyas consecuencias morales, políticas y psicológicas no somos capaces de afrontar? ¿Tenemos la libertad de seguir pistas neuroquímicas o psicofisiológicas relativas a las formas parcialmente arcaicas de la corteza cerebral, si semejante estudio nos lleva al conocimiento de que los odios étnicos, la necesidad de la guerra o esos impulsos de auto-

destrucción señalados por Freud son hechos heredados? Ejemplos de esta índole pueden multiplicarse.

Podría ser que las verdades que tenemos por delante aguarden como emboscadas en el camino del hombre, que la afinidad entre pensamiento especulativo y supervivencia, afinidad en la que se basó toda nuestra cultura, se quebrantara. La tensa presión se ejerce sobre toda "nuestra" cultura porque, como nos lo recuerdan los antropólogos, numerosas sociedades primitivas decidieron permanecer en la quietud o en la circularidad mitológica en lugar de moverse hacia adelante; y esas sociedades han perdurado alrededor de verdades inmemorialmente afirmadas.

La idea de que la verdad abstracta y las verdades moralmente neutras, especialmente de las ciencias, podría llegar a paralizar o destruir al hombre occidental está pronosticada en la *Krisis der europäischen Wissenschaften* (1934-37) de Husserl. Esta idea llega a ser un tema dominante en la teoría de la "dialéctica negativa" de Horkheimer, Adorno y la escuela de Frankfurt. Ésta

es una de las más penetrantes (aunque a menudo es hermética) corrientes del intelecto moderno y del moderno diagnóstico sobre la crisis de la cultura. El largo ensayo de Tito Perlini, *Autocritica della ragione illuministica* (en *Ideologie* 9/10, 1969), es no sólo una penetrante introducción a este material sino una rigurosa formulación del tema.

La razón misma se ha hecho represiva. El culto de la "verdad"



y de los "hechos" autónomos constituye un cruel fetichismo: *"Elevato ad idolo di se stesso, il fatto è un tiranno assoluto di fronte a cui il pensiero non può non posternarsi in muta adorazione"*. (Elevado a la condición de ídolo de sí mismo, el hecho es un tirano absoluto frente al cual el pensamiento no puede sino posternarse en muda adoración). La enfermedad del hombre ilustrado es su aceptación (ella misma enteramente supersticiosa) de la superioridad de los hechos respecto de las ideas. *"La spinta al positivo è tentazione mortale per la cultura"* (El impulso hacia lo positivo es tentación mortal para la cultura).

En lugar de servir a espontaneidades y fines humanos, las "verdades positivas" de la ciencia y de las leyes científicas se han convertido en una prisión, más sombría que la de Piranesi, una *carcere* para aprisionar el futuro. Son estos "hechos", no los hombres, quienes regulan el curso de la historia. Como los subrayan Horkheimer y Adorno en la *Dialektik der Aufklärung* (Dialéctica de la Ilustración), los viejos oscurantismos de dogma religioso y de casta social han sido reemplazados por el oscurantismo aun más tiránico de la "verdad científica, racional". "La realidad se ha impuesto a la ideología", dice Perlini, con lo cual quiere significar que un mito de evidencia objetiva, verificable, científica, anonadó las fuentes utópicas, fundamentalmente anárquicas, de la conciencia humana: *"In nome di un'esperienza ridotta al simulacro di se stessa, viene condannata come vuota fantasticheria la stessa capacità soggettiva di progettazione"*

dell'uomo" (En nombre de una experiencia reducida al mero simulacro de sí misma, se condena la capacidad subjetiva misma de proyección del hombre como vacua fantasía).

El vigor de la denuncia, su atracción moral e intelectual son evidentes; pero también lo son sus debilidades. No es un accidente la circunstancia de que Horkheimer y Adorno no fueran capaces de completar la *Dialektik*. En ninguna parte encontramos ejemplos sustanciales de cómo un hombre liberado, "pluridimensional", podría en verdad reestructurar sus relaciones con la realidad, con lo "que es así". ¿Dónde está el programa de un modo de percepción humana que esté libre del "fetichismo" de la verdad abstracta?

Pero el argumento es defectuoso en un plano más elemental. El perseguir los hechos, actitud de la cual las ciencias constituyen tan sólo el caso más visible, más organizado, no es un error contingente en que incurrió el hombre occidental en algún momento de rapacidad elitista o burguesa. Ese empeño está, según creo, impreso en la estructura misma, en la electroquímica y en el empuje de nuestra corteza cerebral. Estando dado un medio nutritivo y climático adecuado, dicha corteza tenía por fuerza que evolucionar y crecer mediante una constante alimentación de nuevas energías. La ausencia parcial de esta compulsión a indagar y progresar como ocurre en las razas y civilizaciones menos desarrolladas no representa una libre elección o un rasgo de inocencia. Representa, como lo sabía Montesquieu, la fuerza de circunstancias ecológicas y genéticas adversas. El floreciente niño de la ciudad occidental, el neoprimitivo que canta sus cinco palabras de tibetano en la carretera están realizando una charada infantil, fundada en el superávit de riqueza de esa misma ciudad o carretera. No podemos volvernos atrás. No podemos permitirnos los sueños de no saber. Abriremos, así lo espero, la úl-



León Tolstoy
(1828-1910).

tima puerta del castillo aun cuando ésta nos lleve (y quizá precisamente *porque* nos lleva) a realidades que están más allá del alcance de la comprensión y el control humanos. Lo haremos con esa desolada clarividencia, tan maravillosamente expresada en la música de Bartok, porque abrir puertas es el trágico mérito de nuestra identidad.

A esta concepción se puede responder evidentemente de dos maneras. Está la respuesta de Freud, su estoica aquiescencia, su suposición hosca y fatigada de que la vida humana es una anomalía cancerosa, un rodeo entre vastos estadios de reposo orgánico. Y, por otro lado, está el alborozo nietzscheano ante lo inhumano, con su tensa e irónica percepción de que somos, de que siempre hemos sido, huéspedes precarios en un mundo indiferente, frecuentemente asesino, pero siempre fascinante:

*Schild der Notwendigkeit
Höchstes Gestirn des Seins
-das kein Wunsch erreicht,
-das kein Nein befleckt,
ewiges Jas des Seins,
ewig bin ich dein Ja:
den ich liebe dich, o Ewigkeit!*

(Escudo de la necesidad.
!Supremo astro del ser!
que ningún deseo puede alcanzar,
que ninguna negación puede manchar,
eterno Sí del ser,
eternamente yo soy tu afirmación:
pues yo te amo, ¡Oh eternidad!)

Ambas actitudes tienen su lógica y su dirección de conducta. Uno elige o alterna entre ellas a causa de inciertas razones de sentimiento íntimo o de circunstancias individuales auténticas o imaginadas. Personalmente, me atrae mucho más la gaya ciencia, la convicción irracional, por temeraria que pudiera ser, de que es enormemente interesante vivir en esta última y cruel fase de las cuestiones occidentales. Si

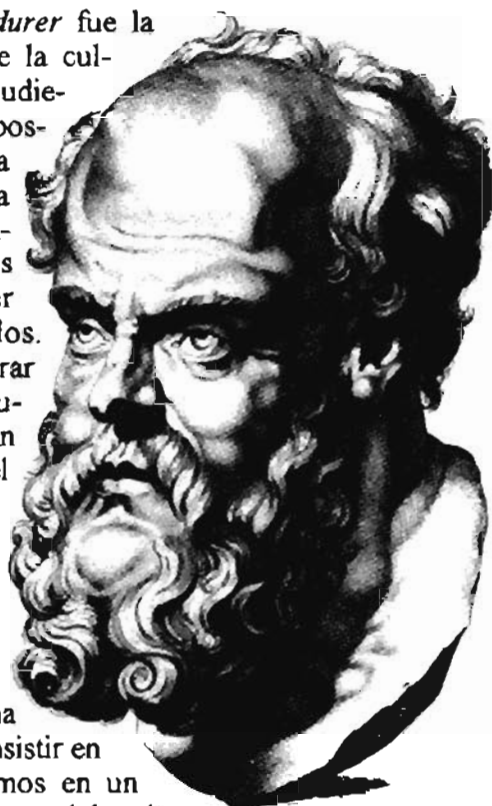
un *dur désir de durer* fue la fuente principal de la cultura clásica, bien pudiera ser que nuestra pos-cultura estuviera marcada por una disposición no tanto a soportar los riesgos del saber cuanto a reducirlos. Ser capaz de encarar posibilidades de autodestrucción y sin embargo entablar el debate con lo desconocido no es cosa de poca monta.

Pero éstas son sólo conjeturas indistintas. No es una posición retórica insistir en que nos encontramos en un punto en el que los modelos de hechos y culturas anteriores pueden prestarnos escasa ayuda. Hasta el término *Notas* es demasiado ambicioso para designar un ensayo sobre la cultura escrito en este momento. A lo sumo puede uno tratar de precisar ciertas perplejidades. La esperanza puede tomar parte de este pequeño ejercicio. "Una cáscara rendida que está terminada", dice Ezra Pound del hombre y de sí mismo, viajero maestro de nuestra edad, cuando regresa al hogar:

*A blown husk that is finished
but the light sings eternal
a pale flare over marshes
where the salt hay whispers to
tide's change.*

(Una cáscara rendida que está terminada
pero la luz canta eternamente,
con pálido fulgor sobre las marismas
donde la salina hierba susurra al
cambio de marea.)

(Septiembre de 1970-Enero de 1971).



Sócrates (470-399 a.C.).

EL CHILE Y LA NEUROFISIOLOGÍA DEL DOLOR

La sensación quemante que generan en la boca -o en las mucosas en general- los chiles, es producida por un compuesto denominado capsaicina (8-metil N-vanilil-6-nonenamida). Esta sustancia tiene efectos altamente selectivos sobre un subtipo de neuronas sensoriales, dentro del que se incluyen los nociceptores polimodales C y los termorreceptores. Los nociceptores polimodales C se activan de manera óptima con estímulos mecánicos, térmicos y químicos. El umbral a la temperatura nociva es de 45° C, así como frío intenso (menos de 5° C). La actividad de estos receptores se ha asociado a la liberación de un aminoácido excitador -el glutamato- que funciona como transmisor de las señales dolorosas producidas por la inflamación, así como a otros transmisores como la sustancia P, neuroquinina A, somatostatina, etcétera, que son liberadas por neuronas de la médula espinal para informar del daño que se está ocasionando. Estos neurotransmisores producen alteraciones a largo plazo en la excitabilidad y un aumento de la actividad refleja espinal. Todos estos procesos han sido asociados con los mecanismos centrales de producción de dolor, como la hiperalgesia (una respuesta exagerada a un estímulo doloroso) y la alodinia (la evocación de sensaciones dolorosas mediante la estimulación de receptores que codifican información no dolorosa, como el tacto suave o el movimiento del pelo).

En el hombre la aplicación local de capsaicina produce dolor quemante e hiperalgesia, mediante la activación y sensibilización de aferentes primarias C y, probablemente, de las aferentes gama. Las inyecciones de capsaicina también inducen hiperalgesia secundaria, esto es, un incremento en la sensibilidad en un sitio distante al lugar donde se inyectó. Después de exposiciones repetidas a capsaicina se desensibiliza tanto la activación de fibras C, como el efecto doloroso; más aún, la exposición a grandes concentraciones de capsaicina produce un bloqueo selectivo en la conducción de las fibras C, generando un prolongado defecto en la percepción sensorial.

¿La capsaicina activa un receptor específico?

La evidencia de que la capsaicina se liga a un receptor específico se ha obtenido del uso de sus derivados y mediante estudios de fotoafinidad. No ha sido identificado un sitio de unión para la capsaicina utilizando radioligandos, pero es posible desplazarla mediante un análogo ultrapotente, la resiniferatoxina, que además produce los mismos efectos que la capsaicina. Usando un antagonista recién descubierto de la capsaicina, la capsazepina, se ha confirmado la existencia de un receptor a capsaicina localizado en neuronas sensoriales de mamífero. La evidencia acumulada acerca de la existencia del receptor a capsaicina sugiere un ligando endógeno.

Antinocicepción inducida por capsaicina.

Un buen número de estudios han mostrado que la administración sistémica de capsaicina produce un efecto antinociceptivo. El mecanismo de este efecto, *in vivo* no está claro, pero al parecer es reversible y no involucra una acción neurotóxica. La antinocicepción aparece como consecuencia de la interacción de la capsaicina con su receptor en las terminales centrales de las neuronas nociceptivas de la médula espinal. La actividad evocada en fibras C se deprime por administración intratecal espinal de capsaicina; más aún, la administración sistémica del antagonista capsazepina, reduce el efecto antinociceptivo inducido por la capsaicina. La antinocicepción puede ser el resultado de la inhibición en la liberación de neuropéptidos, por ejemplo, sustancia P, que transmite información algésica.

Dray, A., "Mechanisms of action of capsaicin-like molecules on sensory neurons", *Life Sciences*, Vol. 51, 1992, pp. 1759-1765.

Francisco Pellicer

LA MORDIDA DE LA HORMIGA

Seguramente a muchos parecerá intrascendente el estudio de los mecanismos que determinan la mordida de la hormiga. Sin embargo, si aceptamos que las hormigas no muerden nada más porque sí y que, en general, cuando muerden atrapan algo, deberemos suponer que existen mecanismos precisos que regulan el momento en que una hormiga cierra sus mandíbulas para atrapar un objeto.

Un grupo de trabajo de la Universidad Am Hubland, en Würzburg, Alemania, ha encontrado que el movimiento de las mandíbulas de la hormiga *Odontomachus* es uno de los más rápidos que existen en la naturaleza.

Este no es un movimiento del tipo que se observa en los vertebrados. Se trata de un mecanismo análogo al de una catapulta; cuando las hormigas están cazando, las mandíbulas permanecen abiertas en una condición inestable; su "disparo" está determinado por un arco reflejo de extraordinaria rapidez, el cual involucra una neurona sensorial que hace contacto sináptico con una neurona motora que, a su vez, controla un poderoso músculo encargado de cerrar las mandíbulas en menos de un tercio de milisegundo.

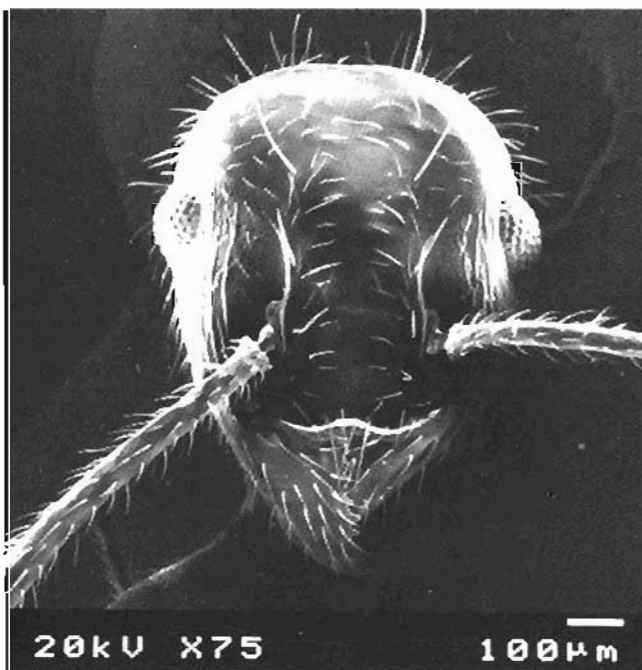
Para cazar, las hormigas se aproximan a sus presas buscándolas con sus inquietas antenas; éstas tienen receptores químicos y mecánicos que les permiten "degustar" la naturaleza del objeto. Una vez en la vecindad de su presa, se aproximan a ella hasta que entra en contacto con pelos sensorios que se encuentran localizados en la parte frontal de la mandíbula y que sirven de gatillo al arco reflejo que las cierra.

El registro de la actividad eléctrica de las neuronas que se encuentran asociadas a los pelos sensorios, ha demostrado que descargan una andanada de potenciales de acción cuando el pelo entra en contacto con un objeto. Estas neuronas, de gran tamaño y alta velocidad de transmisión, dan origen a fibras nerviosas que corren a lo largo del pelo sensorio y el nervio mandibular, llegando al ganglio subesofágico, donde conectan con neuronas motoras que determinan el movimiento.

El estudio de estos mecanismos sencillos de operación neuronal contribuye a comprender las relaciones funcionales que generan la conducta. Escalando en complejidad, estos mecanismos constituyen las unidades funcionales con base en las cuales se han desarrollado procesos de control complejo en los animales superiores; por lo tanto su estudio, además de sumamente entretenido, educativo y estético, resulta de relevancia para la comprensión general del sistema nervioso.

Gronenberg, W., Tautz, J. y Hölldobler, B., "Fast trap jaws and giant neurons in the ant *Odontomachus*", *Science*, Vol. 262, 1993, pp. 561-563.

Enrique Soto Eguibar



Microfotografía electrónica de barrido de una hormiga capturada en el pasillo del Instituto de Fisiología de la U.A.P. (Fotografía de Rutilo Silva y Jorge Guevara).

TRANSPLANTE DE CÉLULAS FETALES A CORAZÓN ADULTO

Se sabe que algunas células del cuerpo humano no se reproducen en estado adulto; por ejemplo, las neuronas, o las células cardíacas, van muriendo paulatinamente a lo largo de la vida y su lugar es tomado por tejido de sostén o por tejido fibroso.

Cuando un sujeto sufre un infarto, la parte afectada entra en un estado de *stress* que la puede llevar por dos caminos: 1) las células pierden su función y mueren, o 2) resisten el *stress* y paulatinamente recuperan parte o toda su funcionalidad. Después de un infarto, generalmente quedan secuelas que hacen la vida relativamente limitada, debido a la presencia de arritmias, insuficiencia cardíaca, disquinesia, etcétera; todas ellas, secuelas de la sustitución de tejido sano por fibroso.

Un grupo de investigadores de la Universidad de Indiana, dirigidos por L. J. Field, proponen una posible terapia postinfarto: el transplante de células embrionarias de corazón, modificadas genéticamente, a corazones adultos normales. Esta técnica, que de hecho se ha empleado ya en otros padecimientos, como la enfermedad de Parkinson, tiene como objetivo demostrar que las células "inyectadas" pueden adherirse a las células adultas y reconstituirse en tejido "sano". Para el caso del corazón, esto no es trivial, ya que el corazón humano tiene como función principal expeler 5 litros de sangre por minuto; para lograr esto, el músculo cardíaco tiene que sincronizar a todas y cada una de sus células de una manera tal, que la contracción sea uniforme y rítmica. Esto se logra por un sistema especializado de conducción que distribuye el impulso cardíaco de célula a célula por intermedio de uniones especializadas llamadas discos intercalares (véase la figura). Hasta el momento, nadie había podido reconstruir estas uniones celulares. El estudio del Dr. Field ha demostrado que, en ratones, las células fetales inyectadas se integran al músculo cardíaco sin producir rechazo inmunológico, fenómeno muy común en los trasplantes adultos, y que, además, forman discos intercalares *de novo*.

Si estos hallazgos se confirman, muchos pacientes afectados por infartos cardíacos podrían ser tratados de esta manera, lo que les permitirá una recuperación total. Aunque en el susodicho trabajo no se demuestra que estas uniones sean funcionales (es decir, que permitan la comunicación entre las células), el electrocardiograma de superficie realizado en los corazones receptores no muestra alteraciones en la conducción ni en el ritmo cardíaco. Por otro lado, los estudios realizados con microscopía electrónica, mostraron estructuras normales, incluso con la presencia de uniones comunicantes.

Los resultados y conclusiones del trabajo que se comenta, nos llevan a pensar que este nuevo enfoque permitirá, muy probablemente, tratar también enfermedades que no son el resultado de alteraciones agudas, sino que tienen un origen genético, como miastenia gravis, esclerosis múltiple, diabetes juvenil, etcétera.

Soonpaa, M. H., Koh, G. Y., Klung, M. G. y Field, L. J., "Formation of nascent intercalated disks between grafted fetal cardiomyocytes and host myocardium", *Science*, Vol. 264, 1994, pp. 98-101.



Micrografía electrónica en la que se muestra el injerto de cardiomiocitos fetales. (-) indica el núcleo de un miocito nativo. (+) señala el núcleo del miocito transplantado. Las flechas señalan un disco intercalado. Tomada de Soonpaa y cols.

Eduardo M. Salinas

AGMATINA: UN NUEVO MENSAJERO QUÍMICO EN EL CEREBRO

Trabajos publicados desde el año de 1984 sugerían que en el cerebro existía una sustancia capaz de desplazar la unión de la clonidina con los receptores alfa-adrenérgicos. La clonidina es un fármaco que se usa como antihipertensivo y se une a receptores a los que normalmente se unen las catecolaminas del tipo de la noradrenalina; sin embargo, la hipotética sustancia que desplazaba a la clonidina, no era una catecolamina, de ahí que se haya pensado que se trataba de un nuevo mensajero intracerebral. Luego de varios años de búsqueda, que en mucho recuerdan el hallazgo de las endorfinas, por haberse realizado los experimentos en homogenizados de cerebro de cerdos, un grupo de investigación en los Estados Unidos ha caracterizado a la elusiva sustancia como la agmatina.

Se ha encontrado que la agmatina no sólo se une a los receptores alfa₂-adrenérgicos, sino que también interacciona con los receptores I (receptores de Imidazol). De hecho, la agmatina aumenta la liberación de noradrenalina de las células cromafines a través de la interacción exclusiva con los receptores I.

Aún más, estos investigadores han logrado demostrar que en el cerebro existen los mecanismos de síntesis de esta molécula a partir de la arginina, mediante la enzima arginina descarboxilasa.

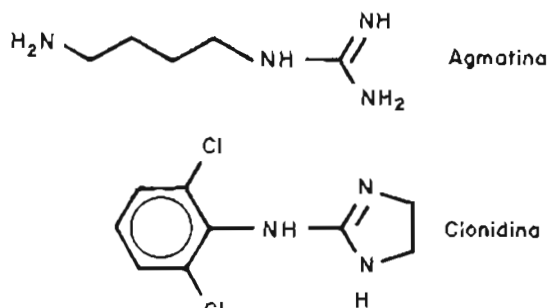
Como elementos en favor de la idea de que la agmatina es un mensajero químico están el conjunto de las siguientes observaciones: 1) Su concentración en el cerebro completo es de 0.2 a 0.4 µg/g, comparable a los 0.5 µg/g normalmente presentes de norepinefrina. 2) Su afinidad por el receptor alfa₂-adrenérgico es de 4 µM y por los receptores tipo I es de 0.7 a 1 µM, valores comparables a la afinidad de otros neurotransmisores, como la noradrenalina, que tiene una afinidad de 3 µM por el receptor alfa₂. 3) Al igual que otros neurotransmisores, está distribuida de manera desigual en diferentes áreas cerebrales. 4) En el cerebro existen las enzimas para su síntesis.

La agmatina tiene además varias funciones biológicas: bloquea canales iónicos en las células cromafines y en los ganglios simpáticos, puede estimular la liberación de insulina y la entrada de calcio a las células pancreáticas y es un potente antilipolítico en los adipocitos de la rata.

Cabe destacar también que la agmatina ha sido propuesta como precursor de la putrescina y otras poliaminas, hecho que, en caso de ser demostrado, permitiría sugerir para esta sustancia un doble papel: por un lado como ligando endógeno de los receptores alfa₂ e I, y por otra parte, como precursor de las poliaminas que actúan a su vez como moduladores de los receptores tipo N-metil-D-aspartato (NMDA).

Como en el caso de otros mensajeros químicos cerebrales recién descubiertos, queda aún mucho por resolver acerca de la agmatina y su verdadero papel en el concierto de la actividad cerebral; sin embargo, su descubrimiento constituye uno más de los peldaños en el conocimiento de la bioquímica del cerebro.

Li, G., Regunathan, S., Barrow, C. J., Eshraghi, J., Cooper, R. y Reis, D.J., "Agmatine: an endogenous clonidine-displacing substance in the brain", *Science*, Vol. 263, 1994, pp. 966-969.

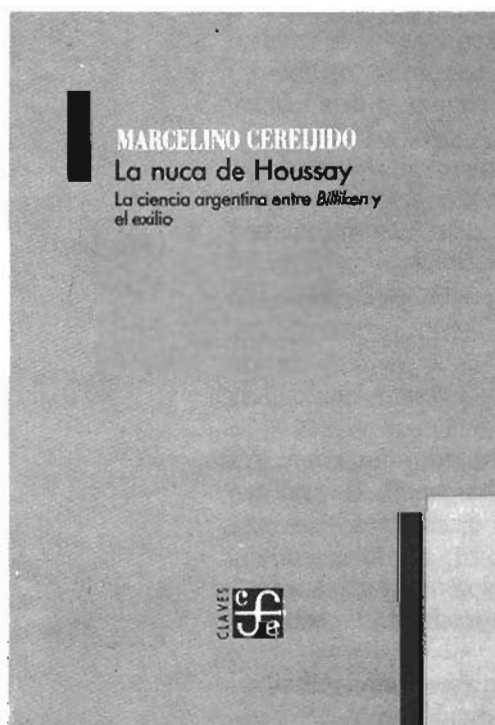


Estructura química de la agmatina y la clonidina.

LA NUCA DE HOUSSAY

Marcelino Cereijido

Fondo de Cultura Económica, 1990.



Finalmente logré conseguir el libro de Marcelino Cereijido *La Nuca de Houssay*, el cual, aunque fue editado por el Fondo de Cultura Económica, no se consigue fácilmente en México, probablemente porque aborda temas de interés esencial para el desarrollo de la ciencia en Argentina.

Cereijido hace un recuento de su experiencia, primero como estudiante de medicina y luego ya

como fisiólogo en la Argentina entre los años 1940 a 1966. Centra su relato en su relación con los que fueron sus profesores, los doctores Brown Menéndez y Bernardo Houssay. El libro está escrito en una manera que yo llamaría "inocente" ya que es una escritura muy directa, llena de anécdotas y con un ritmo que lo hace sumamente agradable e interesante. Cereijido nos permite entrever los elementos esenciales que determinaron el notable desarrollo de las ciencias biomédicas en Argentina y perfila claramente a tres personalidades: la de Bernardo Houssay, la de Brown Menéndez y la suya propia. Partiendo de su infancia, describe a grandes rasgos el panorama de la educación en los años treinta, de la formación primaria hasta la universitaria. Avanzando a través de divertidas anécdotas de estudiantes hasta las inteligentes explicaciones de su tío,

va profundizando cada vez más en los elementos que determinaron el desarrollo de su carrera como científico y de las ciencias biológicas en su país.

Se pasa del relato anecdótico al análisis de individuos y circunstancias, se describen las condiciones de trabajo y la vida cotidiana del científico en los años que cubre el texto. Para los que trabajamos en la provincia en México, nuestras condiciones son sumamente parecidas a las que describe Cereijido para la Argentina en los años cincuenta. Vale la pena destacar algunos paralelismos entre el financiamiento a la ciencia en Argentina en esos años y lo que sucede en la actualidad en México. Cereijido compara la posición de Bernardo Houssay, quien pensaba que sólo se debería financiar a los proyectos presentados por los investigadores, con las posiciones de otros profesores que en su momento proponían que debería desarrollarse una política científica dirigida por el Estado, que determinara cuáles proyectos o líneas generales eran de interés. Creo que de alguna manera esa misma dicotomía se vive en México y finalmente se ha optado por el financiamiento de la ciencia a través de los proyectos que presentan los propios investigadores, dejando a un lado el desarrollo de una política científica dirigida por el Estado. Si Argentina sirve de ejemplo, este texto debería ser analizado con detalle por nuestros políticos de la ciencia y tecnología. Aunque, lamentablemente, el autor no explica en qué consiste lo que él llama la decadencia de la ciencia en Argentina y cómo las decisiones respecto a financiamiento y política científica influyeron sobre el estado actual de la ciencia en ese país. Cereijido parece estar plenamente convencido del papel negativo que ha jugado el autoritarismo en la historia de la sociedad argentina; lo considera como un factor im-

portante para el atraso científico y técnico y para la profusión de gobiernos dictatoriales; aunque ciertamente no hace ninguna mención respecto al efecto que pudiera haber tenido la actitud fuertemente autoritaria del propio Bernardo Houssay, que se desprende claramente de las anécdotas que relata Cereijido.

Algunos otros aspectos son también generalizables a todos los países de América Latina, en particular lo referente al financiamiento de la ciencia y al burocratismo que se ha enseñoreado y que usufructa el trabajo científico como un medio para su supervivencia. Dice Cereijido: "[...] otras instituciones en cambio, resultaban verdaderos regimientos de burócratas para manejar los fondos, y confiaban más en un empleado que acababan de tomar, y que acaso el día anterior había sido despedido por inútil de una concesionaria de automóviles, que en un investigador que trabajaba desde hacía veinte años en su laboratorio y que, cuando publicaba un dato, se lo creía el mundo entero mientras no se demostraba que estaba equivocado. Esos burócratas solían tener "empleados de confianza", en cambio nosotros, que usábamos a nuestros técnicos para una labor original y compleja, debíamos de aceptar a los que nos enviara el sindicato."

La nuca de Houssay no es un texto de historia ni una novela. No es tampoco una autobiografía ni una biografía. Yo diría que se trata de notas o reflexiones sobre la historia de las ciencias biomédicas en Argentina; sin embargo, el aspecto autobiográfico que tiene, constituye también un elemento relevante que permite atisbar la vida de Marcelino Cereijido quien, afortunadamente, se dedicó al estudio de las membranas celulares y el transporte iónico en los epitelios, y nunca pretendió poner a prueba la explicación de su tío Juan en torno al motivo por el cual los perros se olfatean sus partes posteriores o sobre cuál es el origen de la nacionalidad italiana.

Desde el año de 1976, en que salió exiliado de su país, Marcelino Cereijido trabaja en México en el Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Institu-

to Politécnico Nacional y recientemente obtuvo el premio Bernardo A. Houssay, el cual le ha sido otorgado como reconocimiento a su destacada labor científica.

• • •

Otras obras de Marcelino Cereijido disponibles en México:

Orden, equilibrio y desequilibrio, Nueva Imagen, México, 1978.

Aquí me pongo a contar, Folios Ediciones, México, 1983.

El tiempo, la vida y la muerte, La ciencia desde México, SEP, 1988 (en coautoría con Fany Blank de Cereijido).

Ciencia sin seso, locura doble. ¿Estás seguro que te quieres dedicar a la investigación en un país del tercer mundo? Siglo XXI, México, 1994.

Enrique Soto Eguibar

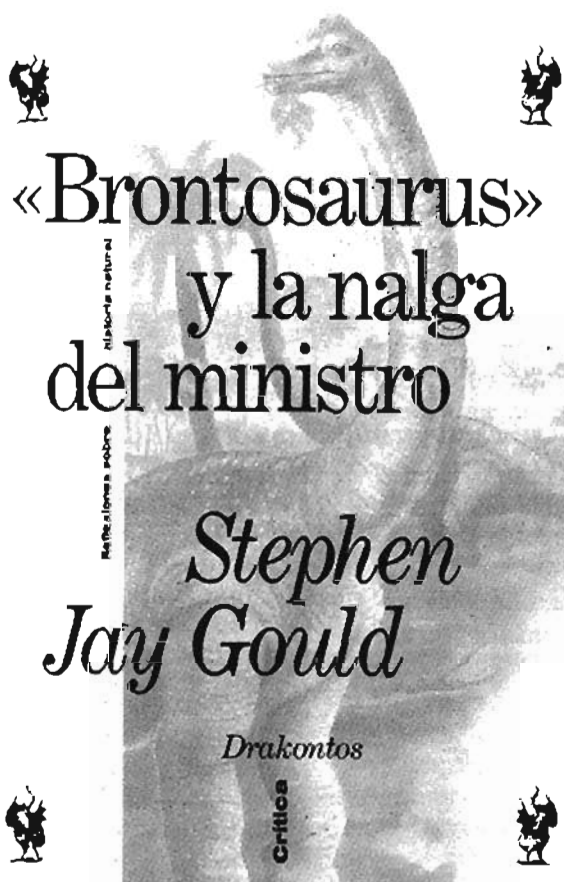


Bernardo A. Houssay (1887-1971), Premio Nobel de Medicina en 1947 por el descubrimiento del papel de las hormonas hipofisarias en la regulación de la glucosa.

“BRONTOSAURUS” Y LA NALGA DEL MINISTRO

Stephen Jay Gould

Editorial Crítica, Barcelona, 1993.



Si bien el título de la versión en español de este último libro de S. J. Gould no es el más afortunado, hace referencia a uno de los capítulos del libro en que relata cómo un lamentable incidente en un duelo determinó, en parte, el que Charles Darwin viajara en la expedición del Beagle y todas las consecuencias que esto tuvo para el desarrollo de los conceptos modernos sobre historia natural.

En *Brontosaurus y la nalga del ministro* se tratan los más variados temas, desde el origen del beisbol o por qué los teclados de las máquinas de escribir tienen la distribución que tienen, hasta las ideas de Kropotkin en torno a la cooperación y la competencia. Según el autor, “estos ensayos, aunque centrados en los temas permanentes de la evolución y de las innumerables e instructivas rarezas de la naturaleza (ranas que usan su estómago como bolsas de incubación, los huevos gigantes de los kiwis, una hormiga con un único cromosoma), registran también el paso específico de seis años desde el cuarto volumen.” En el texto se abordan principalmente aspectos relacionados con la evolución y su ya larga batalla contra el creacionismo (temas en que el autor es una

autoridad mundial y en los que ha realizado aportaciones originales particularmente con la “teoría del equilibrio puntuado”). Algo que aparece en el texto como una preocupación constante de S. J. Gould es la educación de los niños y adolescentes y lo que él llama el estado lastimoso de la educación científica. El libro termina con un triste epílogo sobre la extinción.

En el prólogo el propio S. J. Gould menciona cuáles son sus capítulos favoritos; escribe: “[...] debo confesar que los que prefiero personalmente suelen tratar temas menos inmediatos, incluso oscuros [...] Así, escribo sobre la teoría de Abott Thayer de que los flamencos son rojos para pasar inadvertidos a ojos de los depredadores en la puesta del sol...”

Como todos los libros del autor, tiene altibajos: algunos capítulos están notablemente escritos y plantean problemas interesantes; otros, en cambio, se caracterizan por un enfoque superficial y con temas carentes de interés, frívolos o tratados de manera tan elemental que resultan triviales. Probablemente la heterogeneidad de los ensayos que constituyen este texto se debe a que son una selección de los artículos que el autor ha publicado en los últimos seis años en la revista *Natural History*.

E. Olluc

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) 4416 57
Fax (22) 3310 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 abre-

viaturas, 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., Mendelev, ¿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 albanenc. 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.



Rueda de bicicleta (1913), colección particular, Milán.

MARCEL DUCHAMP (1887-1968)

La obra de Marcel Duchamp es esencialmente un gesto, un silencio. Alude a la reflexión, a la mirada profunda que se posa suave en los objetos. Al erotismo que encuentra los relieves sensuales de una máquina, a la ironía crítica. El movimiento y la quietud son los polos que animan la obra de Duchamp. En ella se funden lo moderno y lo primitivo, la sensualidad y la ingeniería, la rapidez y la lentitud, lentitud que exalta los sentidos.

Escribe Duchamp acerca de su obra -La novia desnudada por sus solteros - "La novia, en su base, es un tanque de gasolina de amor (o potencia-tímida). Esta potencia-tímida, distribuida al motor de cilindros débiles, al contacto de las chispas de su vida constante (magneto-deseo) explota y hace florecer a esta virgen llegada al término de su deseo."