

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.

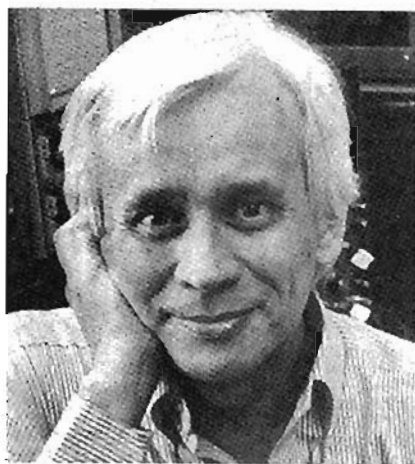
• • •

-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?

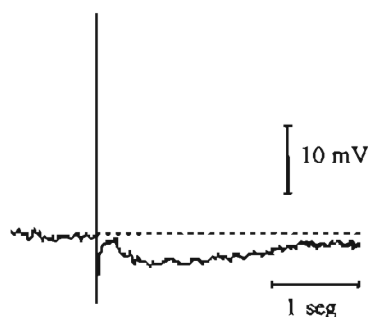
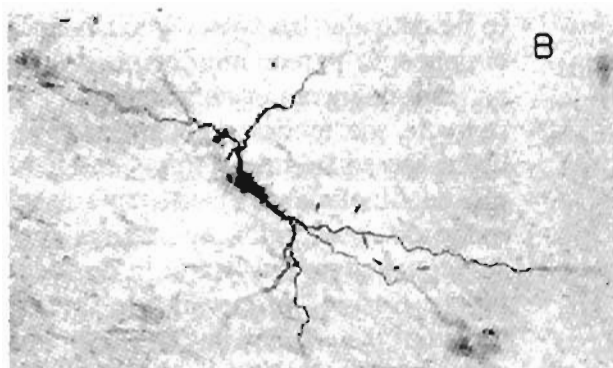
—Porque los resultados estaban claramente en contra de la filosofía general que se tiene acerca de cómo funciona el sistema nervioso. En dos palabras el problema es el siguiente: el modo como se ha pensado que funciona ese sistema me parece un tanto absurdo. Me explico: imagínese que al final del curso 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

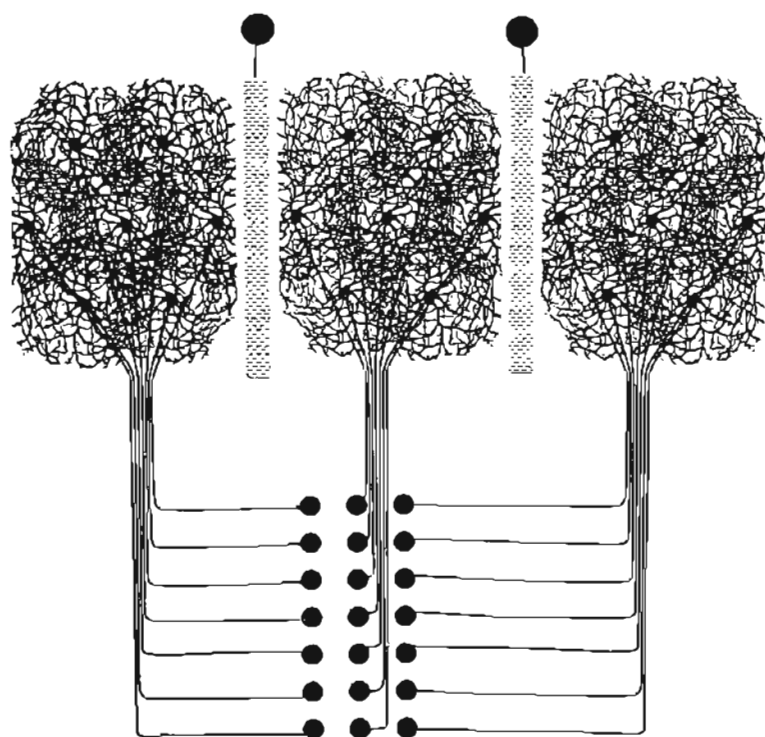


Diagrama de la distribución de las entradas provenientes de la oliva inferior a la corteza cerebelosa. Se muestran tres grupos de células olivares que proyectan hacia la corteza del cerebelo (círculos negros). Las células de la oliva están separadas en grupos funcionales por neuronas gabaérgicas (tomado 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.

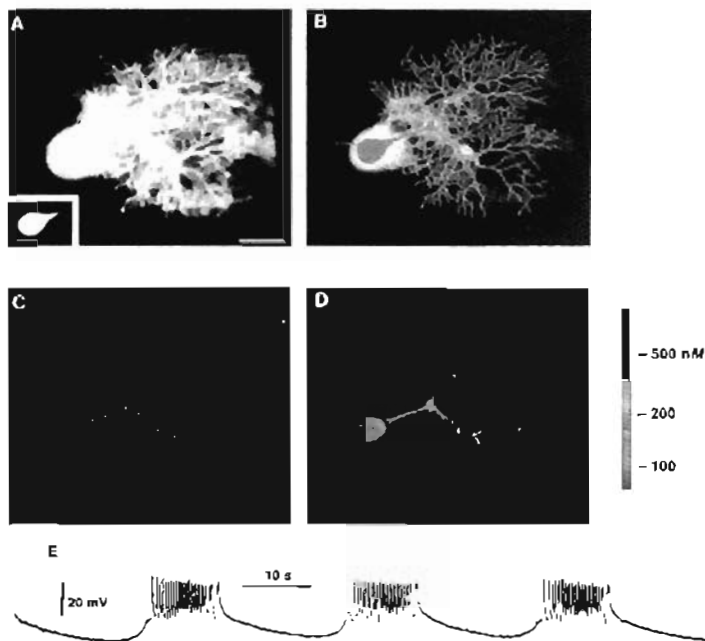
Para mí el sistema nervioso tiene una función fundamental, que es el predecir. Es decir, fundamentalmente sirve para responder a eventos antes de que ocurran. Así, pues, la visión, la audición, y las otras funciones telereceptivas, nos alertan respecto al futuro inmediato. Uno ve u oye venir al perro 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?

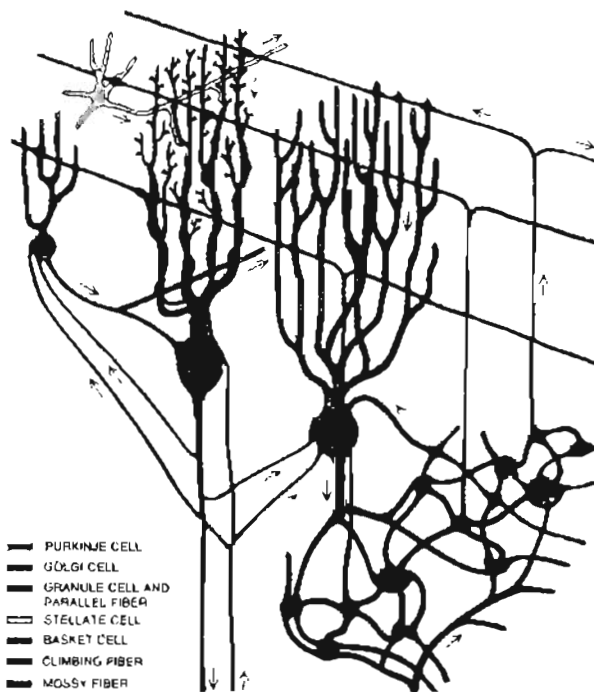
—La demostración la hace la naturaleza directamente y se ve muy bien en los poríferos, como lo comenta Römer. Los poríferos filtreros son formas marinas sésiles. En ellos entra agua por un lado y sale por otro. En su interior, los poríferos tienen un filtro, donde retienen las sustancias nutritivas. 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 enmascaramiento 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 inervación 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.

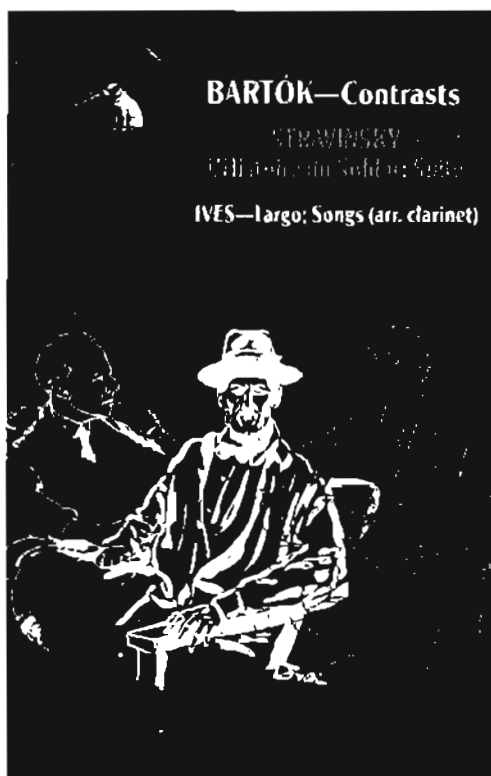
—*¿En su abuelo habría la idea, el objetivo preciso de formarlo?*

—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



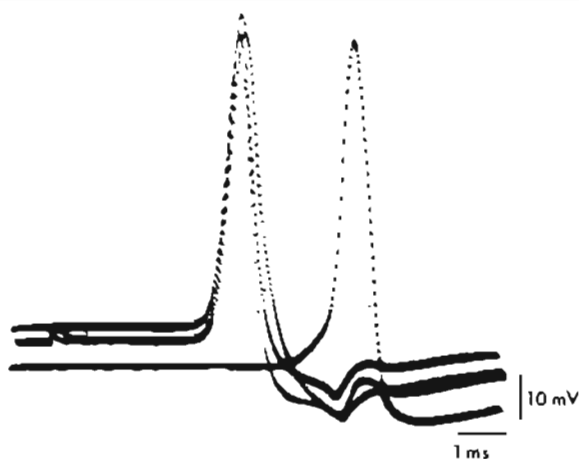
Benny Goodman (1909-1986) y su banda, en 1938.

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: ¡déle 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?

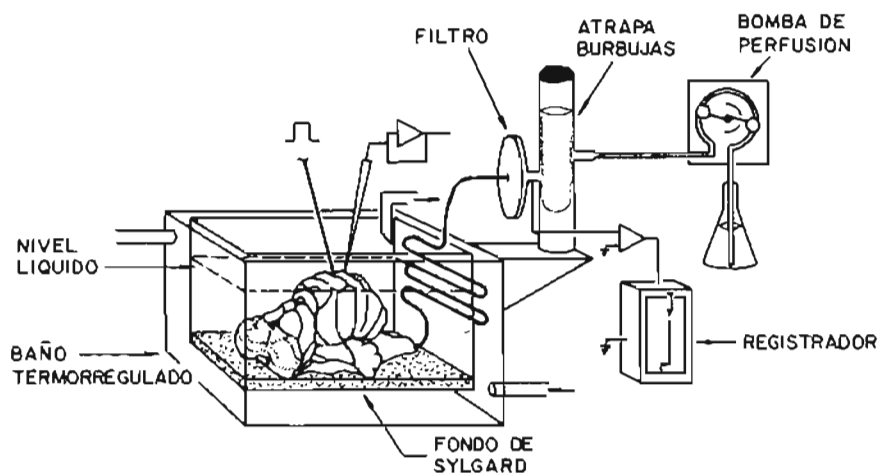
—Pero para eso se necesita un profesor que sea como un abuelo.

—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.

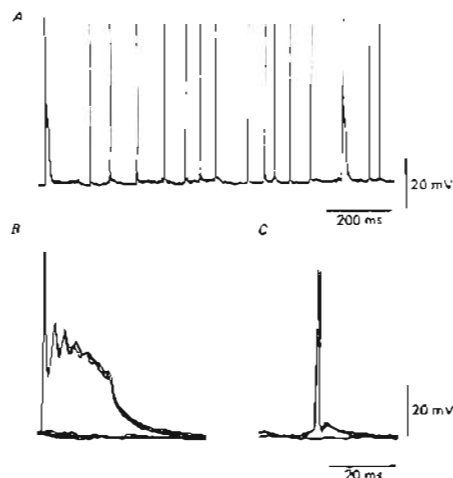
—A propósito de un artículo suyo con Mühlethaler, yo decía: "esto es ciencia ficción", porque es una cosa terrible, la posibilidad de tener un cerebro aislado, funcionando; cuando lo lei me causó casi un shock, es una verdadera aventura de la inteligencia y de la audacia.

—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?

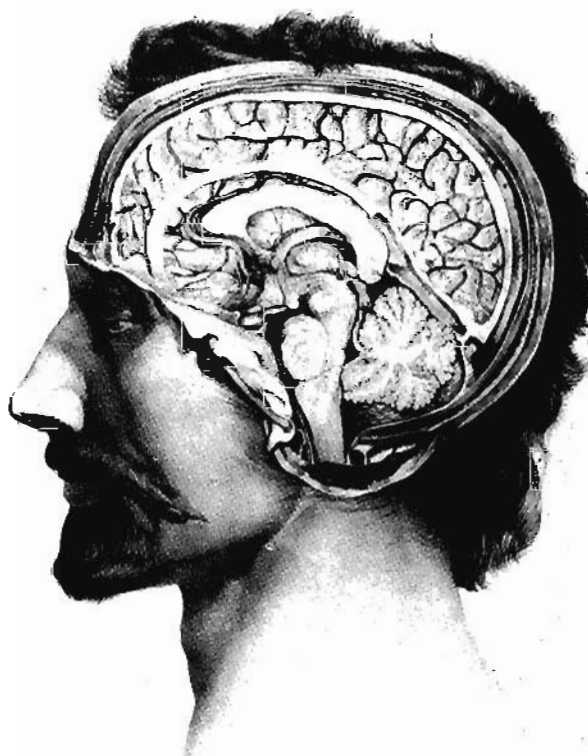
—La mejor manera de responderla sería: ¿qué pasaría si desaparece la ciencia? ¿qué queda? Desapareceríamos, porque la historia de la civilización, más que todo, es la historia de la tecnología, hija de la ciencia.

—¿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.).

