



Una ventana abierta al mundo

# El Correo

Enero 1976 (año XXIX)  
Precio : 2,80 francos franceses

**secretos por los caminos**



**del cerebro**



Foto © Souren Melikian, Paris

## TESOROS DEL ARTE MUNDIAL

106

IRAK

### Bajorrelieve asirio

Esta mano que levanta un cubo destinado a las abluciones rituales es un detalle de un bajorrelieve de piedra cubierto de inscripciones cuneiformes, encontrado hace algunos años en el solar arqueológico de Nimrud (Irak) por un grupo de arqueólogos iraquíes. En ese sitio donde hace milenios se levantaba Kalaj, una de las grandes ciudades de la antigua Asiria, se están desenterrando los vestigios de una importante civilización desaparecida: ruinas de palacios reales, grandes estatuas de animales fabulosos, pinturas e innumerables textos cuneiformes. Situada a 30 kilómetros al sur de Nínive, Kalaj fue fundada en el siglo IX antes de nuestra era. Los escultores asirios esculpieron en sus paredes, como un mensaje o un testimonio, numerosos retratos de su soberano Asurnasirpal II, escenas de batalla, de caza, de la vida cotidiana, y objetos familiares como el cubo aquí reproducido.

**PUBLICADO EN 15 IDIOMAS**

Español	Arabe	Hebreo
Inglés	Japonés	Persa
Francés	Italiano	Portugués
Ruso	Hindi	Neerlandés
Alemán	Tamul	Turco

Publicación mensual de la **UNESCO**  
(Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura)

Venta y distribución  
Unesco, Place de Fontenoy, 75700 París

Tarifa de suscripción anual : 28 francos

Tapas para 11 números : 24 francos

Los artículos y fotografías de este número que llevan el signo © (copyright) no pueden ser reproducidos. Todos los demás textos e ilustraciones pueden reproducirse, siempre que se mencione su origen de la siguiente manera : "De EL CORREO DE LA UNESCO", y se agregue su fecha de publicación. Al reproducirse los artículos y las fotos deberá hacerse constar el nombre del autor. En lo que respecta a las fotografías reproducibles, serán facilitadas por la Redacción siempre que el director de otra publicación las solicite por escrito. Una vez utilizados estos materiales, deberán enviarse a la Redacción tres ejemplares del periódico o revista que los publique. Los artículos firmados expresan la opinión de sus autores y no representan forzosamente el punto de vista de la Unesco o de la Redacción de la revista.

**Redacción y Administración**

Unesco, Place de Fontenoy, 75700 París

**Director y Jefe de Redacción**

Sandy Koffler

**Subjefes de Redacción**

René Caloz

Olga Rödel

**Redactores Principales**

Español : Francisco Fernández-Santos

Francés : Jane Albert Hesse

Inglés : Ronald Fenton

Ruso : Victor Goliachkov

Alemán : Werner Merkli (Berna)

Arabe : Abdel Moneim El Sawi (El Cairo)

Japonés : Kazuo Akao (Tokio)

Italiano : Maria Remiddi (Roma)

Hindi : N. K. Sundaram (Delhi)

Tamul : M. Mohammed Mustafa (Madrás)

Hebreo : Alexander Broido (Tel Aviv)

Persa : Fereydu Ardalan (Teherán)

Portugués : Benedicto Silva (Rio de Janeiro)

Neerlandés : Paul Morren (Amberes)

Turco : Mefra Telci (Estambul)

**Redactores**

Español : Jorge Enrique Adoum

Francés : Philippe Ouannés

Inglés : Roy Malkin

Ilustración : Anne-Marie Maillard

Documentación : Christiane Boucher

**Composición gráfica**

Robert Jacquemin

La correspondencia debe dirigirse al Director de la revista

Página

**4 NUESTROS DOS CEREBROS**

por Vadim L. Deglin

I. Los dos hemisferios del cerebro se reparten las funciones mentales

**10** II. En el hemisferio izquierdo, el lenguaje y el pensamiento abstracto

**13** III. En el hemisferio derecho, las imágenes de la realidad concreta

**14** IV. El «artista» y el «pensador»: los dos hemisferios rivales pero complementarios

**14 POR LOS SECRETOS CAMINOS DEL CEREBRO**

Fotos

**20 EL CEREBRO HAMBRIENTO**

La malnutrición crónica de la madre puede provocar graves deficiencias mentales en el niño

por Elie A. Shneour

**22 LOS CUATRO PRIMEROS MESES DE LA VIDA**

Fotos

**26 LA MAQUINA PARA EXPLORAR EL CEREBRO**

Espectaculares resultados obtenidos gracias a la estimulación eléctrica del cerebro

por José M. Rodríguez Delgado

**33 LATITUDES Y LONGITUDES**

**34 LOS LECTORES NOS ESCRIBEN**

**2 TESOROS DEL ARTE MUNDIAL**

IRAK: Bajorrelieve asirio



**Nuestra portada**

Este número de la revista está enteramente dedicado al cerebro, cuyos complejos mecanismos y funcionamiento se trata de desentrañar. La ciencia moderna ha dado un paso importantísimo hacia el conocimiento de esos mecanismos con el reciente descubrimiento del papel que cada uno de los hemisferios cerebrales desempeña. El dibujo de nuestra portada quiere simbolizar precisamente ese reparto de funciones entre ambos hemisferios.

Maqueta © Yuste Publicidad de Argentina, Buenos Aires

ISSN 0304-310X  
Nº 1 - 1976 MC 75-3-317

# NUESTROS DOS

HEMISFERIO DERECHO



1

Los dos hemisferios del cerebro se reparten las funciones mentales: gran descubrimiento de la ciencia moderna

**H**ACE cuarenta años que Pavlov, uno de los más grandes fisiólogos de nuestro tiempo, llegaba a la conclusión de que a los individuos humanos se les podía clasificar esencialmente en dos categorías: los artistas y los pensadores. Recientemente, los neurofisiólogos han descubierto una base en que apoyar tal aserto.

Uno de los rasgos característicos del cerebro humano consiste en la llamada especialización funcional de los hemisferios cerebrales. Pues bien, en los últimos años se ha descubierto que el hemisferio izquierdo controla el pensamiento lógico y la abstracción, mientras el derecho gobierna el pensamiento concreto y la imaginación. La personalidad y los modos de percep-

---

**VADIM LVOVICH DEGLIN**, eminente fisiólogo soviético, se ha dedicado particularmente al estudio de la neurofisiología humana. Actualmente realiza investigaciones sobre la especialización funcional de la corteza cerebral en el Instituto J. M. Sechenov de Fisiología y Fisiocoquímica de la Evolución de la Academia de Ciencias de la URSS. (Leningrado). Es autor de más de cuarenta obras científicas y ha participado en diversas conferencias internacionales sobre cuestiones relativas a la fisiología del sistema nervioso. En la reunión internacional sobre los problemas éticos derivados de los progresos recientes de la biología (organizada por la Unesco en Varna, Bulgaria, en junio de 1975), el profesor Deglin presentó como ponencia el texto que publicamos en estas páginas

# CEREBROS

por Vadim L. Deglin

ción de un individuo dependen de cuál de ambos hemisferios está más desarrollado (mayor desarrollo que puede deberse a la herencia o a la educación).

El cerebro humano tiene un tamaño y un peso considerables, pero el de algunos animales es aun mayor y más pesado. Nuestro cerebro es grande relativamente considerado; si se compara su peso con el del cuerpo, debemos concluir que pesa mucho. Pero ni siquiera en este punto somos superiores a los animales; en relación con el peso total del cuerpo, los cetáceos poseen un cerebro todavía más pesado que el del hombre.

Los científicos han creído durante mucho tiempo que la corteza cerebral del hombre tiene una superficie mayor que la de los animales, que contiene mayor número de circunvoluciones y que sus células nerviosas son más numerosas y están distribuidas de manera más densa. Pero hoy sabemos que, aun a la luz de tales criterios, somos inferiores a otros seres vivos como los delfines.

Así pues, si ni el tamaño ni el peso son los rasgos distintivos del cerebro del *Homo sapiens*, ¿qué es lo que le hace único? La respuesta es que sólo existe un rasgo del cerebro humano al que podamos hoy considerar único y es su asimetría funcional. ▶



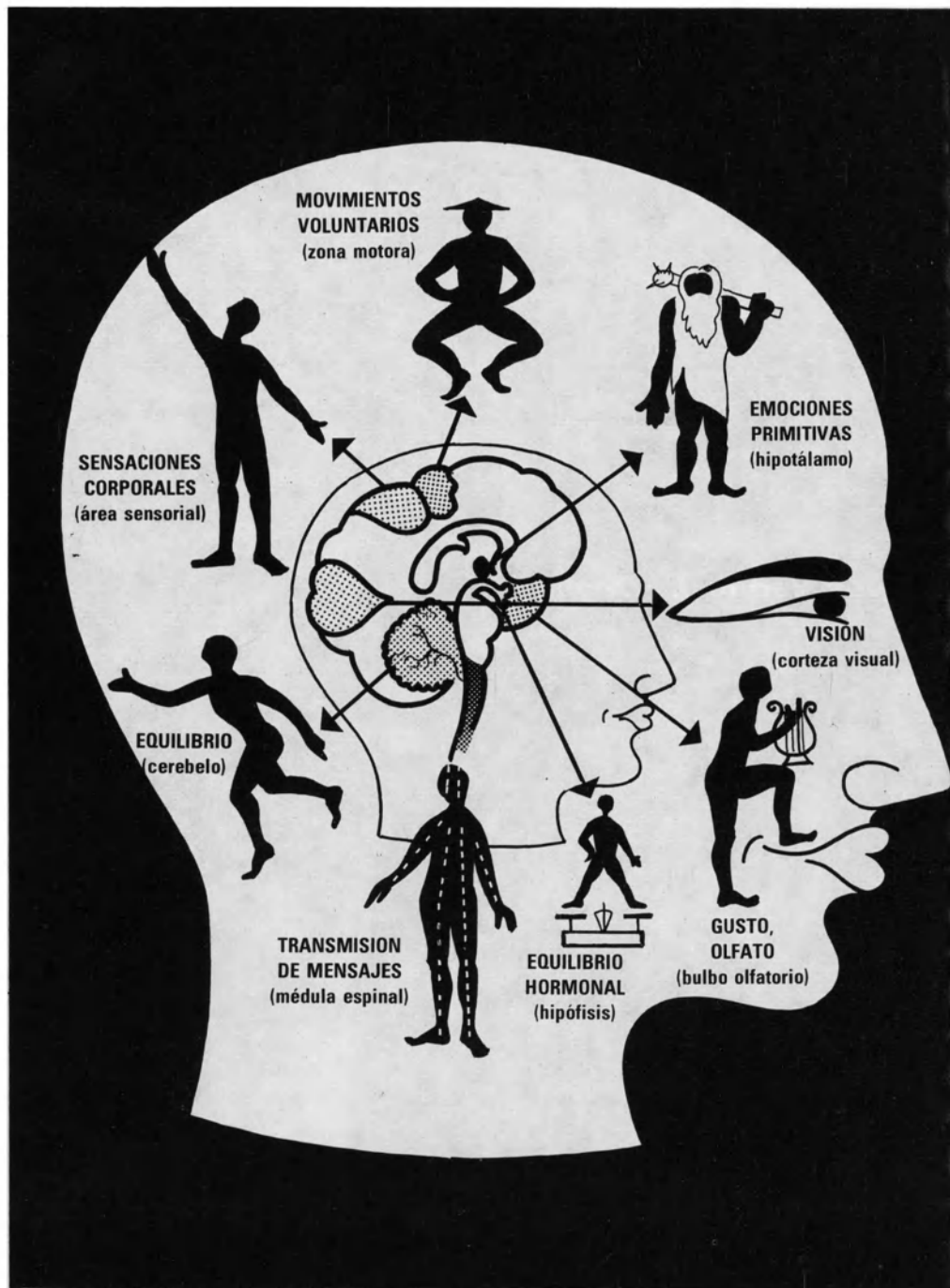
HEMISFERIO IZQUIERDO

## MAPAS TOPOGRAFICO Y FUNCIONAL DEL CEREBRO

A la derecha, corte vertical esquemático del cerebro con indicación de las regiones que gobiernan algunas de las funciones más importantes de la actividad humana.

Los dibujos de la página siguiente representan la cara interna del hemisferio derecho y la externa del izquierdo. Desde el punto de vista anatómico los dos hemisferios cerebrales, unidos por las fibras del cuerpo caloso, son semejantes. En cambio, difieren desde el punto de vista funcional. Por ejemplo, se observa que los centros más importantes del lenguaje están situados en la corteza del hemisferio izquierdo (áreas de Broca y de Wernicke). Las curvas, pliegues y fisuras permiten delimitar grandes regiones o lóbulos cuyas funciones son más o menos difusas. Así, el lóbulo parietal abarca zonas que reciben mensajes sensoriales y envían respuestas motoras. Los lóbulos frontal y temporal intervienen particularmente en lo que concierne al lenguaje, la memoria, el conocimiento y la decisión.

Dibujo de Michel Siméon © L'Express, París



➤ Todos los animales, incluido el hombre, poseen un cerebro simétrico. Sus mitades izquierda y derecha están construidas de manera idéntica. Pero, así como en los animales las dos mitades realizan el mismo trabajo, en el hombre, en cambio, tienen funciones diferentes y regulan diferentes tipos de actividad.

Desde hace tiempo se sabía que las lesiones localizadas de la corteza cerebral (causadas por hemorragias, traumatismos, tumores, etc.) podían provocar la pérdida total o parcial del habla, la llamada afasia. Pero hasta hace poco más de cien años no pudo comprobarse que sólo las lesiones del hemisferio izquierdo originaban esta afasia.

Durante la segunda mitad del siglo XIX y a principios del XX, se llevaron a cabo en las clínicas neurológicas intensas investigaciones sobre las deficiencias provocadas en la compleja

actividad del cerebro por las lesiones localizadas en uno u otro hemisferio cerebral. Como suele ocurrir, en la masa de datos correctos se entremezclaron otros destinados a servir de respaldo a ideas preconcebidas.

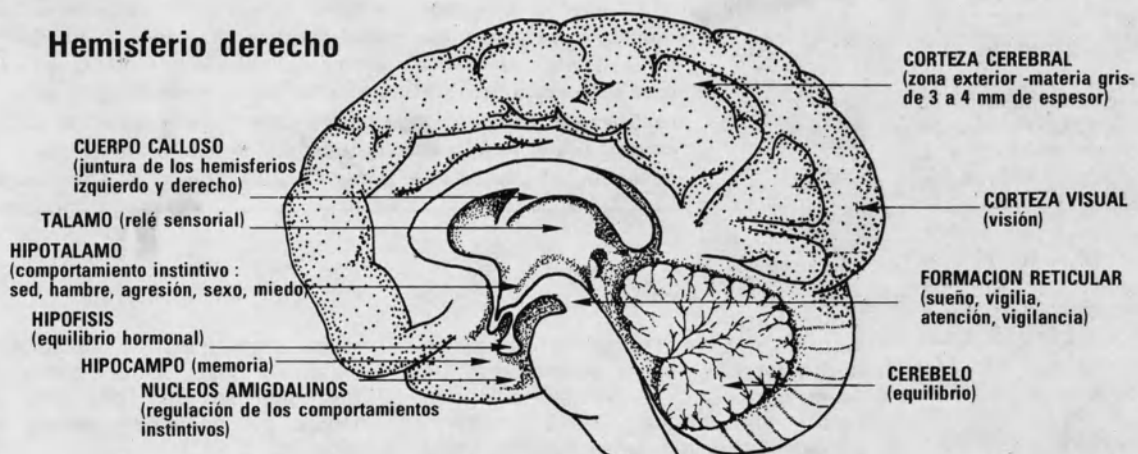
Así, los neurólogos asociaban el hemisferio izquierdo no sólo al habla sino a todas las funciones superiores del sistema nervioso: la actividad intelectual y las formas complejas de percepción y de actividad. De ahí que a este hemisferio se le calificara de «principal» o «dominante», mientras al otro se le consideraba secundario y subordinado. En los manuales de neuropatología se hablaba del hemisferio derecho como del hemisferio «mudo» porque no se sabía qué síntomas correspondían a las lesiones que le afectaban.

Hasta mediados del siglo XX, la asimetría funcional del cerebro interesaba sobre todo a los neuropatólogos que

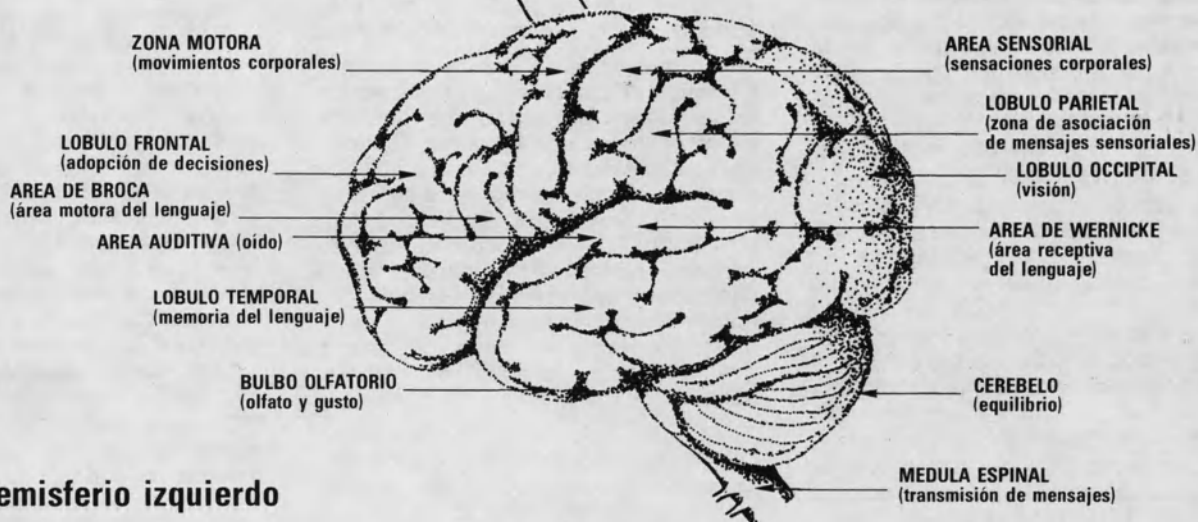
trataban de identificar con precisión las lesiones localizadas del cerebro. Las lesiones del hemisferio izquierdo fueron detalladamente estudiadas, mientras paralelamente se investigaban de modo intenso los síntomas de las lesiones en el hemisferio derecho, el «mudo».

El paso decisivo se dio poco después de 1950 cuando se descubrieron ciertas funciones que pertenecían exclusivamente al hemisferio derecho. Se puso así de manifiesto que a este hemisferio no se le podía seguir considerando como un simple complemento del izquierdo, sino que aportaba su propia y sustancial contribución a la actividad nerviosa. Ya a partir de 1950, el Dr. Roger Sperry y sus colaboradores habían realizado importantes trabajos de investigación sobre la materia en la Universidad de Chicago y, posteriormente, en el «Californian Institute of Technology».

## Hemisferio derecho



## Hemisferio izquierdo



Esto provocó una ruptura con las nociones tradicionales. La idea de un hemisferio dominante quedó sustituida por la de una especialización funcional de cada hemisferio. Al mismo tiempo, el problema de la asimetría cerebral dejó de ser un campo reservado para los neuropatólogos y empezó a despertar el interés de los fisiólogos, los psicólogos, los especialistas del crecimiento e incluso los representantes de las ciencias sociales. Hoy día, la asimetría funcional se está quizá convirtiendo en el más importante problema científico que nos plantea el cerebro humano.

Las primeras observaciones sobre la especialización de los hemisferios cerebrales se realizaron en enfermos que padecían lesiones localizadas en uno u otro hemisferio. Este método clínico tradicional de investigación continúa dando resultados, pese a las dificultades que le son inherentes.

El desarrollo de la neurocirugía ha abierto nuevos caminos, permitiendo elaborar nuevos métodos y técnicas. Para poder determinar los límites de una lesión, los cirujanos estimulan a veces el cerebro aplicándole un ligero electrochoque durante la operación. Como la mayor parte de las operaciones del cerebro se realizan bajo anestesia local, el médico (que necesita conocer el estado del paciente durante las diversas fases de la operación) puede hablarle y saber lo que siente cuando las diversas partes del hemisferio operado son estimuladas de esta forma.

Cuando se prepara a los enfermos para una operación de cerebro, es a veces preciso someterlos a un examen especial: se inyecta un soporífero en una de las arterias carótidas que llevan la sangre a ambos hemisferios. El hemisferio al que de este modo «se duerme» temporalmente deja de fun-

cionar, de forma que es el otro el que realiza todas las actividades nerviosas complejas. Aunque el hemisferio no «se duerme» más que durante un minuto aproximadamente, ello basta para obtener informaciones inéditas sobre los respectivos papeles de ambos hemisferios.

De todos modos, la operación, el electrochoque y la utilización del soporífero se limitan en general a un solo hemisferio. No hay pues forma de comparar la función de ambos hemisferios en un mismo individuo. Ahora bien, muy recientemente se ha podido llevar a cabo una nueva operación consistente en cortar todas las fibras nerviosas que unen los dos hemisferios. Se recurre a esta operación, la «comisurotomía», cuando se intenta impedir a toda costa que una enfermedad (por ejemplo, la epilepsia) se propague de uno a otro hemisferio.

Después de la operación ambos

hemisferios comienzan a funcionar independientemente. Y aunque este tipo de operados difieren escasamente de las personas sanas, es posible descubrir, al tratarlos, cuáles son las capacidades particulares de cada hemisferio aislado. Naturalmente, la comisurotoma es una operación raramente practicada, por lo que son pocas las posibilidades de observación que ofrece.

Por fortuna, hoy puede estudiarse la especialización funcional de los hemisferios en los individuos sanos; ello se consigue gracias a procedimientos experimentales conocidos con el nombre de «pruebas» o «tests dicóticos» y que se basan en determinadas peculiaridades funcionales del cerebro.

Sabido es que el oído derecho y la parte derecha del campo visual están más fuertemente vinculados con el hemisferio izquierdo e, inversamente, el oído izquierdo y la parte izquierda del campo visual con el hemisferio derecho. Si se presentan simultáneamente distintos objetos a los órganos sensoriales de la izquierda y de la derecha, se produce una competencia o rivalidad entre ambos hemisferios. Pues bien, basándose en su modo de percepción, se puede obtener información sobre sus funciones propias.

Pongamos un ejemplo concreto: un dispositivo especial permite presentar simultáneamente diferentes letras a los campos visuales de derecha y de izquierda. Se comprueba así que el sujeto sólo identifica las letras presentadas al lado derecho del campo visual. Pero, si lo que se presenta son figuras geométricas, sólo serán reconocidas por el campo visual izquierdo.

Como vemos, los científicos que se dedican a estudiar la asimetría funcional disponen hoy de un arsenal impresionante de procedimientos. Algunos de ellos han demostrado ya desde hace tiempo su eficacia; otros son de aparición reciente. Esas técnicas no se excluyen entre sí; más bien se complementan.

En general, los datos obtenidos por los diversos métodos y en individuos distintos coinciden. Pero a veces ocurre también que los datos sean contradictorios e inconciliables. Para confirmar los descubrimientos ya realizados, verificar los hechos controvertidos y zanjar los desacuerdos, hay pues que seguir investigando y descubriendo nuevos métodos que permitan estudiar la asimetría del cerebro humano. El método que vamos a describir seguidamente es nuevo.

Este método se basa en el tratamiento mediante electrochoques. La utilización de electrochoques en psiquiatría, para tratar a los enfermos mentales, se inició hace unos cuarenta años, en una época en que los psiquiatras sólo disponían de medios limitados. Los médicos, hasta entonces impotentes frente a los trastornos nerviosos graves, descubrieron que ese método ofrecía la posibilidad de tratar eficazmente a los pacientes. Enfermedades mentales consideradas como

## EL HABLA Y LAS MANOS

Una serie de experimentos realizados recientemente en Estados Unidos y Canadá tienden a demostrar que el hemisferio izquierdo del cerebro, que en la mayoría de las personas gobierna el lenguaje, ejerce además un control especial sobre los gestos expresivos que suelen acompañar al habla. En las personas cuya elocución es gobernada por el hemisferio izquierdo, los gestos se realizan fundamentalmente con la mano derecha (como en esta secuencia fotográfica tomada durante un experimento realizado por la psicóloga canadiense Doreen Kimura). En cambio, cuando la facultad de hablar depende del hemisferio derecho, los gestos con la mano izquierda son más frecuentes.

incurables e inevitablemente abocadas a la demencia crónica demostraron así tener cura. Los psiquiatras disponen hoy de toda una gama de drogas terapéuticas eficaces, pero existen todavía enfermedades psíquicas que sólo pueden tratarse con electrochoques.

¿En qué consiste exactamente este tratamiento? Se fijan varios electrodos en la cabeza del paciente y se hace pasar por ellos una corriente eléctrica cuyas características se han calculado previamente con precisión. La corriente provoca un estado de choque que dura un minuto. Tras el choque, el enfermo permanece inconsciente durante algún tiempo, con una actividad cerebral muy disminuida. Pero esta depresión cerebral desaparece al cabo de una o dos horas y el paciente recobra plenamente la conciencia.

Un tratamiento completo consiste en un número de ocho a doce electrochoques; sus efectos comienzan generalmente a manifestarse tras la tercera, cuarta o quinta sesión y son cada vez más patentes.

Los electrodos a través de los cuales se aplica el electrochoque suelen colocarse a cada lado del cráneo. Pero, hace unos años, el psiquiatra británico Stanley Cannicott propuso que se colocaran únicamente en el lado derecho; posteriormente, se aplicaron electrochoques sólo en el izquierdo. Igual que el método bilateral tradicional, los electrochoques unilaterales poseen un gran poder curativo, pero son menos violentos y mejor tolerados por los pacientes.

Desde 1967, un equipo de la clínica psiquiátrica del Instituto I.M. Sechenov de Fisiología y Bioquímica de la Evolución de la Academia de Ciencias de la URSS viene estudiando el método de los electrochoques unilaterales. Entre los investigadores que participan en esta labor deben citarse el profesor N.N. Traugott, el doctor L.Ya. Balonov, el investigador científico N.N. Nikolaenko y el autor del presente artículo. Actualmente se están llevando a cabo una serie de estudios con la colaboración de A.V. Baru, investigador científico del Instituto de Fisiología I.P. Pavlov de la Academia de Ciencias de la URSS. En los últimos años se ha

aplicado en nuestra clínica el tratamiento a base de electrochoques a gran número de enfermos. Hemos podido así convencernos de su eficacia.

De acuerdo con nuestras observaciones, un electrochoque unilateral no deprime el cerebro entero sino sólo el hemisferio junto al cual se ha colocado el electrodo. El otro hemisferio permanece activo. Simplificando un poco, podría decirse que, tras la aplicación de un electrochoque unilateral, el sujeto siente, reacciona y piensa únicamente con aquel de sus hemisferios que permanece activo. Los electroencefalogramas registrados después de tales choques presentan una imagen notable: uno de los hemisferios parece como «dormido», mientras el otro se mantiene activo y «despierto».

De este modo, colocando los electrodos alternativamente en la parte derecha y en la izquierda de la cabeza del paciente en sesiones sucesivas, es posible «desconectar» uno u otro de los hemisferios cerebrales pertenecientes a una misma persona. Puede así compararse el comportamiento normal de esa persona con el que tiene cuando uno sólo de los hemisferios se halla en actividad y observar los cambios que se producen en su conducta cuando se deja inactivo uno de sus hemisferios.

De este modo los choques eléctricos unilaterales, cuya función esencial es de carácter terapéutico, proporcionan además a los científicos datos relativos a la especialización funcional de los hemisferios cerebrales.

Resumiendo los hechos que han podido observarse, vamos a hacer la descripción global de una persona en la que uno sólo de los hemisferios funciona. Subrayemos de todos modos que esa persona «monohemisférica» no existe en la realidad, sino que representa simplemente la síntesis de observaciones y de investigaciones sobre un gran número de sujetos, todos ellos sometidos al tratamiento con electrochoques. Otra advertencia: todo cuanto se dice a continuación se aplica a las personas que utilizan normalmente la mano derecha; si se trata de zurdos, los datos hay que entenderlos de manera inversa.





## 2 En el hemisferio izquierdo, el lenguaje y el pensamiento abstracto

**D**ESIGNAMOS con el neologismo de «sinistrohemisférico» al individuo cuyo hemisferio derecho no funciona, realizando la actividad cerebral únicamente el izquierdo.

Primera y principal característica: la persona «sinistrohemisférica» conserva la facultad del habla. Ello no es de extrañar si se piensa que esa facultad está regulada por el hemisferio izquierdo. En cambio, lo que sí sorprende es que una persona de este tipo sea de conversación fácil, tome la iniciativa en las discusiones, su vocabulario sea más rico y variado y sus respuestas más completas y detalladas. Llega a mostrarse excesivamente habladora, a decir verdad gárrula y, al mismo tiempo, más abierta a lo que dicen los demás.

Para evaluar la percepción del lenguaje se utilizan las técnicas de la audiometría. Utilizando auriculares, se pasan de manera independiente por cada oído del sujeto una serie de cintas magnetofónicas en las que se han grabado grupos seleccionados de palabras. En primer lugar se mide el umbral de sensibilidad al habla o, dicho de otro modo, la intensidad mínima de la señal necesaria para que la persona, sin poder aun identificar las palabras, capte los sonidos de la voz humana. Seguidamente se aumenta de modo gradual el volumen y se pide al sujeto que repita las palabras que oye. Ello permite medir la acuidad de su percepción, es decir la proporción de palabras repetidas correctamente en relación con el total.

El individuo «sinistrohemisférico» posee un umbral más bajo de sensibilidad al lenguaje hablado, es decir percibe ruidos más ligeros de palabras que cuando sus dos hemisferios cerebrales funcionan normalmente. Además, repite las palabras que oye más rápidamente y con mucha mayor precisión. En general, este tipo de personas hablan más y oyen más fácilmente lo que se dice.

¿Justifican tales hechos la idea de que el habla mejora si el hemisferio derecho no funciona? Si escuchamos atentamente a una persona «sinistrohemisférica», observamos que, aunque se vuelven más habladoras, su entonación es menos variada y expresiva; su manera de hablar resulta monótona y sin relieve, nada atractiva. Y no sólo la expresividad de su voz es menor sino que la voz misma cambia, tornándose gangosa, afectada y poco natural, como si el individuo ladrara. Este defecto del habla recibe el nombre de «disprosodia» (la entonación y los componentes vocales del lenguaje son sus «elementos prosódicos»).

Además de padecer de esta disprosodia, la persona «sinistrohemisférica» percibe de manera defectuosa los elementos prosódicos de las palabras que se le dirigen.

A este respecto se han llevado a cabo dos series de experimentos. En los de la primera se hacía oír al sujeto, a través de auriculares, frases breves formadas por sílabas sin significación alguna pronunciadas con entonación exagerada —de interrogación, de cólera, de queja, de entusiasmo, etc.— El sujeto tenía que determinar el sentido de la entonación y la expresión con que se pronunciaba la «frase». En los de la segunda serie, se hacía escuchar al sujeto por los auriculares vocales pronunciadas por un hombre y por una mujer. El sujeto tenía que repetir el sonido y decir si la voz era la de un hombre o la de una mujer.

Pudo así demostrarse que la persona «sinistrohemisférica» pierde la capacidad de comprender el sentido de las diversas entonaciones. Escucha atentamente, trata de hallar un sentido a unas sílabas que no lo tienen y las repite con gran exactitud, pero se muestra incapaz tanto de identificar el tono de voz (interrogativo, airado, etc.) como de distinguir una voz femenina de otra masculina.

Todos sabemos que una misma palabra puede tener muy diversos sentidos según el tono con que se pronuncie. De idéntica manera, una palabra puede tener significados muy distintos según la persona —es decir la voz— que la pronuncie. La manera de decir es a menudo más significativa que la palabra dicha. Los elementos prosódicos confieren a la palabra hablada unas referencias, una expresividad y una coloración afectiva particulares. Privada de esos elementos, una palabra no pasa de ser un sonido impreciso, abstracto y a menudo incomprensible.

Por consiguiente, aunque la conversación de una persona «sinistrohemisférica» sea rica en vocabulario y gramaticalmente elegante y aunque esa persona hable más y oiga mejor, habla con una voz inexpresiva y lo que dice resulta menos gráfico y preciso.

Ello nos coloca ante una situación paradójica: en ciertos aspectos, una persona de este tipo oye mejor lo que se le dice; en otros, su percepción de las palabras se ha deteriorado. ¿Qué le ha ocurrido a su facultad auditiva? ¿Se ha producido un cambio únicamente en su percepción de los sonidos vocales o bien ha quedado afectada su facultad auditiva en general? Veamos primero como percibe uno de estos individuos las imágenes sonoras distintas de las palabras.

Con vistas a la realización de los experimentos se grabaron en las cintas magnetofónicas toses, risas, ronquidos, fenómenos naturales tales como el trueno o el rumor de las olas, ruidos de vehículos y de fábricas.

El individuo «sinistrohemisférico» percibe esas imágenes sonoras de manera muy imperfecta. Un gran número de ruidos familiares le desconciertan completamente. Para identificarlos necesita mucho más tiempo que nosotros. En efecto, las personas de este tipo padecen de una «agnosia auditiva» (percepción deteriorada de los sonidos complejos). Una perturbación similar puede detectarse en lo que atañe a las imágenes musicales.

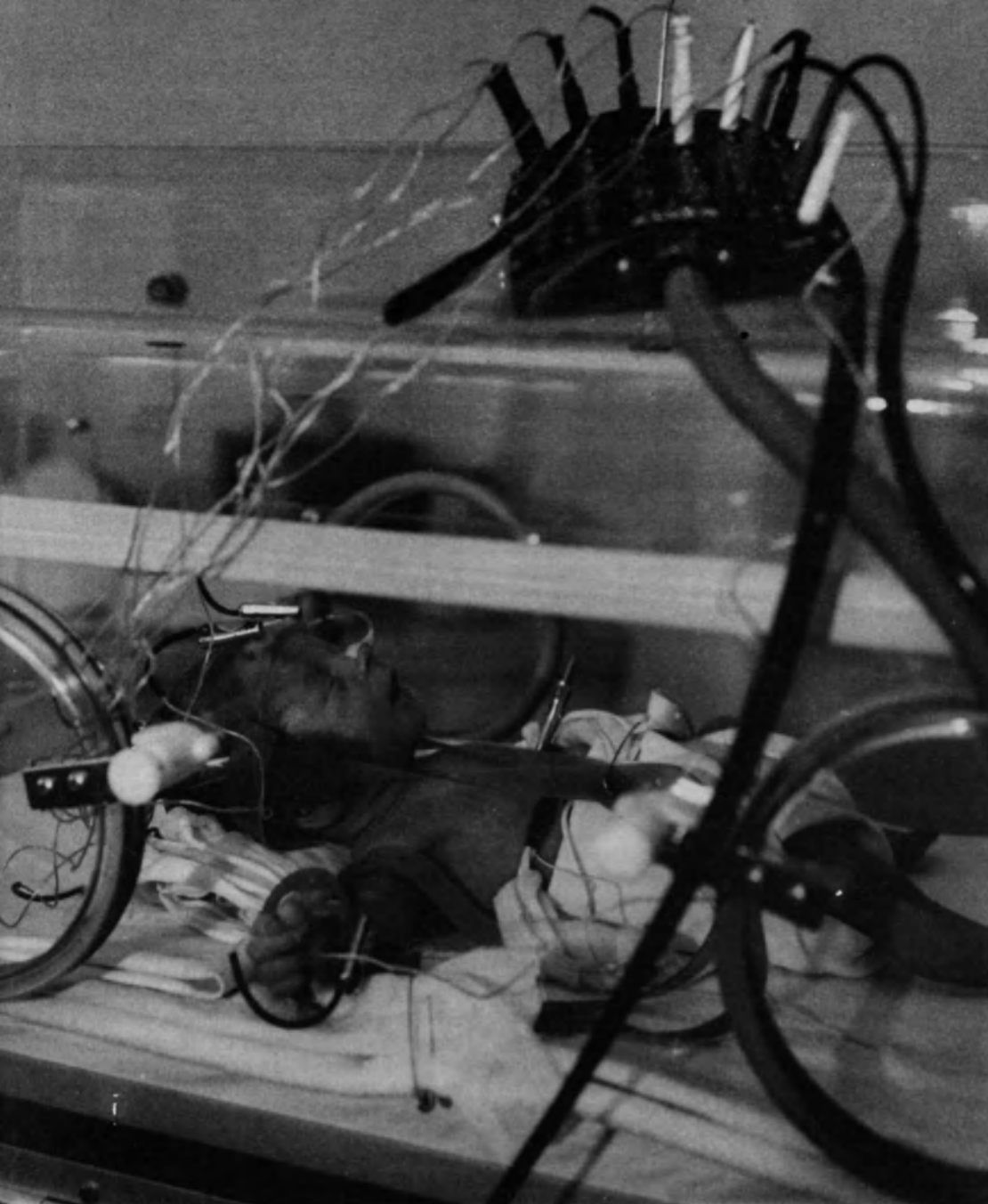
El individuo «sinistrohemisférico» no sólo deja de reconocer melodías conocidas sino que se muestra incapaz de tararearlas aun cuando las esté escuchando: comienza cantando con voz de falsete y, finalmente, prefiere marcar el ritmo sin ocuparse de la melodía.

Incapaz de identificar las imágenes del discurso hablado, el sujeto «sinistrohemisférico» se esfuerza en eludir esta dificultad mediante el expediente original de clasificarlas. En lugar de decir: «Esto es un perro que ladra» o «esto es alguien que ríe», etc., dirá: «Esto es un animal», «esta es una persona» o «esto es una canción». En general se equivoca pero el esfuerzo mismo que realiza para clasificar y esquematizar es en sí mismo sintomático. Más adelante veremos qué esta tendencia no tiene nada de fortuita.

¿Cómo interpretar estos descubrimientos relativos a la percepción de las imágenes sonoras? ¿Puede afirmarse que el individuo «sinistrohemisférico» olvida simplemente los sonidos familiares aunque se muestra capaz de percibirlos? Es ésta una hipótesis que puede comprobarse.

En nuestros experimentos se grabaron cintas magnetofónicas con pares de frases musicales muy breves (cuatro notas cada una). En algunos de esos pares las frases eran idénticas mientras en otras eran ligeramente diferentes. Se pidió al sujeto que declarara si el par de frases eran idénticas o no. Esto permite estudiar hasta qué punto puede distinguir entre sí formas musicales muy próximas. El sujeto no necesita recordar lo que ya sabía antes. Pues bien, las personas «sinistrohemisféricas» pasan más difícilmente este examen que los individuos normales.

Aquellas se muestran prácticamente incapaces de reconocer las diferencias: todos los sonidos les parecen iguales. No se trata pues de una cuestión de memoria, sino de particularidades de la percepción auditiva.



## VIAJE AL FONDO DEL CEREBRO

Los métodos científicos actuales permiten investigar de manera minuciosa el funcionamiento del cerebro. Uno de ellos es la encefalografía, utilizada para estudiar sus diversas actividades eléctricas. Los electrodos implantados en el cuero cabelludo de este bebé nacido prematuramente (a la izquierda) se encargan de registrar las variaciones de actividad eléctrica de las células cerebrales. Abajo a la izquierda, imagen de una cabeza de hombre obtenida mediante la termografía, técnica de registro electrónico de las variaciones de temperatura; en la imagen se observan las distintas zonas del cerebro, «calientes o frías», según la actividad cerebral, la cual puede resultar modificada por lesiones o tumores que es posible detectar así. Abajo, una máquina para «radiografiar por planos» inventada por ingenieros británicos, gracias a la cual puede establecerse en pocos minutos una especie de «levantamiento topográfico» del cerebro en todos los niveles; 28.000 imágenes son tratadas por una computadora y su registro gráfico permite, por ejemplo, localizar exactamente una anomalía cerebral.

Foto © Paul Almasy, Paris



Foto USIS, Paris



Foto © Parimage, Paris

► ¿Cómo explicar esas particularidades? ¿Se ha producido tal vez una cierta modificación global de la audición? No hay tal: la acuidad de la audición sigue siendo la misma que cuando funcionaban las dos mitades del cerebro. Sin embargo, recordemos todas las deficiencias auditivas del individuo «sinistrohemisférico»: lo difícil que le resulta identificar los sonidos, musicales o de otro tipo, y distinguir las voces masculinas de las femeninas, su incapacidad total para captar las entonaciones. Ello equivale a decir que su percepción de las imágenes sonoras se halla deteriorada en todos sus aspectos. Es ésta sin duda alguna una situación muy particular: nos hallamos ante una deterioración selectiva y especializada de la percepción de las imágenes (como ya hemos visto, la percepción de las palabras mismas se halla en realidad mejorada).

El mismo defecto de percepción de las imágenes se observa también en la vista. Si a una persona «sinistrohemisférica» se le pide que designe pares de figuras geométricas idénticas —por ejemplo, triángulos y cuadrados divididos en sectores coloreados o rayados—, resulta incapaz de hacerlo al no poder captar simultáneamente la distribución de los sectores, sus colores y sus rayas. Se pasa el tiempo clasificando todas las figuras, las compara a menudo, pero es incapaz de emparejarlas correctamente. Tampoco sabe descubrir el detalle que falta en una imagen incompleta —por ejemplo, un cerdo sin rabo o unas gafas sin patillas. En consecuencia, se muestra totalmente incapaz de realizar determinadas tareas si para ello tiene que reconocer las formas específicas de objetos presentes en su campo visual.

Particularmente interesantes son las situaciones en que el sujeto ha de decidir libremente si aplica criterios visuales o abstractos.

Presentémosle, por ejemplo, cuatro cartas. En una de ellas está escrito el número árabe 5 y en otra el 10; en las otras dos cartas aparecen los dos mismos números, pero en cifras romanas: V y X. Se pide al sujeto que divida las cartas en dos grupos de cifras semejantes. Evidentemente, tal clasificación puede realizarse de dos maneras: bien considerando el signo como un número, una abstracción, en cuyo caso se separarán los cinco de los diez, bien basándose en la apariencia formal del símbolo, en cuyo caso las cifras árabes formarán un grupo y las romanas el otro.

En situación normal, una persona suele mostrar cierta perplejidad, señalando la posibilidad de utilizar dos métodos de clasificación igualmente válidos. En cambio, la persona «sinistrohemisférica» elige sin vacilar el criterio del símbolo abstracto, colocando los cinco en un grupo y los diez en otro, independientemente de la apariencia exterior de las cifras.

De lo que acabamos de exponer se deduce que la actividad mental de este

tipo de individuos se halla estratificada. Su percepción de las imágenes es defectuosa, mientras que la de las palabras mejora; captan peor la apariencia exterior de los objetos y mejor los conceptos.

Tal estratificación aparece también en las investigaciones sobre la memoria. Las personas «sinistrohemisféricas» recuerdan los conocimientos teóricos aprendidos en la escuela; dicho de otro modo, el saber obtenido por intermedio de las palabras no resulta afectado en ellas. Conservan también la capacidad de memorizar palabras aprendidas recientemente; en cuanto han oído una serie de ellas, son capaces de repetir las, y pueden además recordarlas durante largo tiempo. Dos o tres horas después del experimento, los sujetos, vueltos a su estado normal, son capaces de distinguir entre un grupo numeroso de palabras las que se les habían dado antes para que las aprendieran de memoria. En cambio, si se les pide que conserven en la memoria no palabras sino figuras de formas irregulares a las que no puede asociarse ninguna palabra descriptiva, se mostrarán incapaces de hacerlo.

En su comportamiento y su actividad mental, tales individuos presentan otra característica importante, y es la relativa a su captación del contorno, a su orientación espacial y temporal. Si juzgamos sólo por sus respuestas, parecen orientarse bien: dan el nombre de su hospital, el número de la sala, la fecha y el día de la semana... Pero, si se les hacen preguntas más precisas, se ve claramente que, aunque puedan indicar correctamente donde se encuentran y sepan que están en el hospital, no reconocen habitaciones o salas concretas. Así, en la sala de consultas, adonde ha ido repetidas veces, el paciente se siente desorientado y declara que nunca antes había entrado en ella. O bien, aunque haya dado la fecha exacta, es in-

capaz de apoyar su respuesta con observaciones prácticas.

Ocurre incluso que el individuo «sinistrohemisférico» contemple por la ventana los árboles sin hojas y los copos de nieve que caen y, sin embargo, sea incapaz de afirmar inmediatamente si es invierno o verano. Y si responde que «enero es un mes de invierno», ello representa más bien una referencia abstracta que el resultado de una impresión visual. Así pues, la orientación verbal no se altera, pero la orientación visual en el espacio y en el tiempo aparece gravemente perturbada.

Una de las modificaciones más notables es la que concierne a la esfera de las emociones. El estado de ánimo mejora, el sujeto se vuelve más «vivable», más sociable y alegre. La transformación es particularmente manifiesta en los individuos depresivos, patológicamente pesimistas. Los pacientes «sinistrohemisféricos» pierden su taciturnidad característica y su falta de entusiasmo. En lugar de preocuparse por sus síntomas, comienzan a interesarse por temas no relacionados con su enfermedad y se tornan más optimistas en lo que atañe a su propia situación, a creer que se curarán y a ver el futuro con una perspectiva más halagüeña. Se les ve sonreír frecuentemente y se vuelven amigos de bromear.

Resumamos ahora lo que acabamos de decir sobre los procesos mentales en el individuo «sinistrohemisférico». ¿Qué le falta? ¿Qué defectos presenta? ¿Cuáles de sus facultades se mantienen o se refuerzan? La deterioración se produce en él en aquellos aspectos de su actividad mental que conciernen al pensamiento concreto y a la imaginación. En cambio, los aspectos que interesan al pensamiento abstracto o conceptual se conservan e incluso mejoran. Esta estratificación de la psique va acompañada por una perspectiva emocional optimista.

## EL CEREBRO Y EL HABLA

Una de las primeras demostraciones indiscutibles de la distribución de tareas entre los dos hemisferios cerebrales se obtuvo mediante una serie de notables experimentos efectuados por un equipo de investigadores norteamericanos bajo la dirección de Roger W. Sperry, hace unos quince años. Tras una operación quirúrgica en la que se cortaron las fibras nerviosas o cuerpo calloso que une los dos hemisferios (en un epiléptico que no reaccionaba a ningún otro tratamiento) fue posible estudiar por separado cada uno de los dos hemisferios. Pudo así observarse no sólo sus formas intelectivas particulares sino que además se demostró que, al ser «desconectados» quirúrgicamente, los hemisferios actúan como personas distintas. Este dibujo esquemático de un cerebro en el que se han cortado las «conexiones» entre los dos hemisferios (a la derecha), muestra cómo se transmiten los mensajes visuales al cerebro. Un mensaje del campo visual derecho (la palabra «Taxi») es transmitido al hemisferio izquierdo. La imagen de la llave (en el campo visual izquierdo) va al hemisferio derecho. En experimentos con pacientes cuyos hemisferios cerebrales habían sido desconectados, las imágenes eran proyectadas en una pantalla, ya a la derecha o a la izquierda del campo visual, de modo que la información se transmitía solamente a un hemisferio. Los pacientes no podían hacer una descripción verbal correcta de las imágenes que percibían en su campo visual derecho, ya que éstas eran recibidas por su hemisferio izquierdo, el único que gobierna el lenguaje. Tampoco podían describir las imágenes de su campo visual izquierdo, ya que eran transmitidas al hemisferio derecho, que en la mayoría de las personas no es el que gobierna el habla. En el dibujo se observa también que los movimientos de la mano derecha son controlados por el hemisferio izquierdo y viceversa. En los hemisferios están indicadas otras funciones que de ellos dependen.

# 3 En el hemisferio derecho, las imágenes de la realidad concreta

**C**ONSIDEREMOS ahora la antítesis de la persona que hemos denominado «sinistrohemisférica» y a la que llamaremos «dextrohemisférica». Se trata de un mismo tipo de individuo, pero con la particularidad de que es su hemisferio izquierdo el que ha quedado «desconectado». Sólo tiene en funcionamiento el hemisferio derecho.

Al contrario que la «sinistrohemisférica», la persona «dextrohemisférica» tiene la facultad de elocución, el habla, muy disminuida. Su vocabulario se ha empobrecido mucho; de él han desaparecido las palabras que designan conceptos abstractos. Tiene además dificultades para recordar los nombres de los objetos, sobre todo de aquellos que no son de uso corriente. No obstante, es capaz de indicar la función de cualquier objeto y de explicar la manera de servirse de él, lo que demuestra que lo reconoce.

Comprende mal el lenguaje hablado. Para lograr hacernos entender por él hemos de emplear frases muy cortas y elementalmente construidas. El mismo habla de idéntica manera, e incluso llega a expresarse mediante palabras aisladas. De hecho, suele ser poco hablador y taciturno. Cuando se le interroga prefiere responder, antes que con palabras, con actitudes mi-

micas y gesticulaciones. De ahí que sea difícil mantener con él una conversación, ya que después de responder lacónicamente a una o dos preguntas se encierra en un mutismo absoluto.

También parecen estar reducidas su atención y su curiosidad por las palabras, pues no es difícil descubrir en él escasa preocupación por lo que se le dice. Cuando se le habla es preciso estar pendiente de él para que no se distraiga. Su umbral de sensibilidad para percibir la voz de su interlocutor es alto, circunstancia por la cual sólo las voces fuertes logran hacerle reaccionar. Es más, con frecuencia se muestra incapaz de escuchar y de repetir incluso palabras pronunciadas con voz fuerte. No obstante, esta escasa sensibilidad para captar palabras no tiene nada que ver con una posible deterioración del oído.

La voz del «dextrohemisférico» sigue siendo, en cambio, la misma que antes, y, aunque el sujeto resulte muy poco comunicativo, sus entonaciones no experimentan modificación alguna. De idéntica manera, percibe perfectamente los elementos prosódicos del discurso; distingue la voz masculina de la femenina mejor aun que en estado normal, e interpreta de manera más sutil y precisa las entonaciones de las

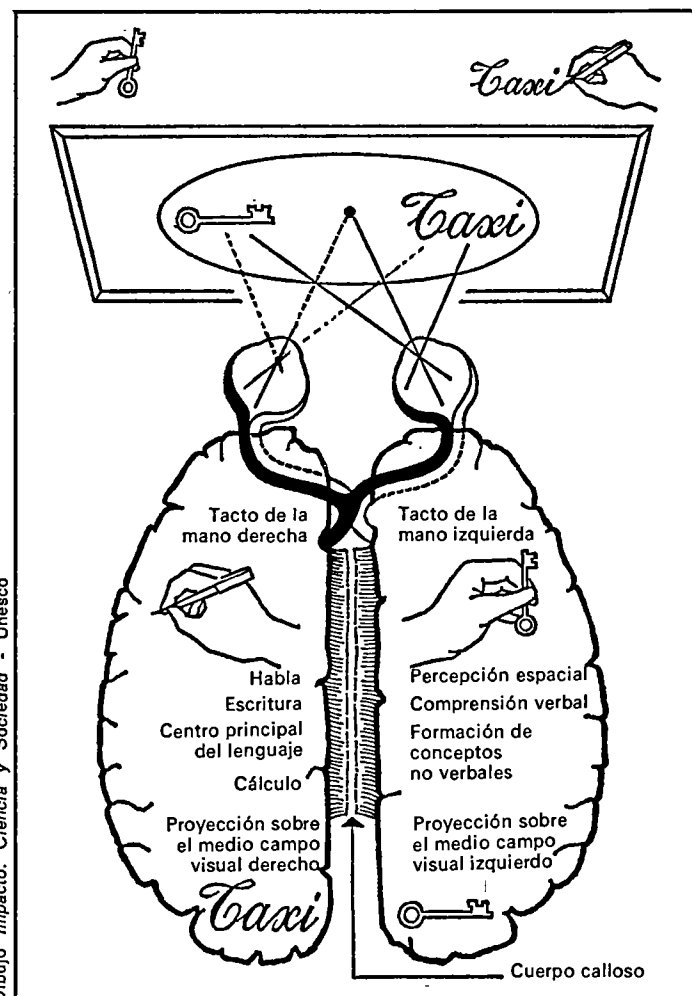
personas a quienes oye hablar.

La persona «dextrohemisférica» se muestra, pues, menos atenta a las palabras. En cambio, reacciona con mayor atención y energía frente a los sonidos no verbales e identifica estas sonoridades más fácilmente e incluso más de prisa que en estado normal.

Un sonido como el de las olas rompiéndose contra las rocas resulta difícil de reconocer por personas normales, que sólo con dificultades y mucha atención logran identificarlo. Sin embargo, el «dextrohemisférico» lo reconoce casi automáticamente. Al escuchar la melodía de una canción, el «dextrohemisférico» la distingue con mayor rapidez que lo habitual. Es más: se siente impulsado a tararear la música que escucha sin necesidad de que se lo pidan.

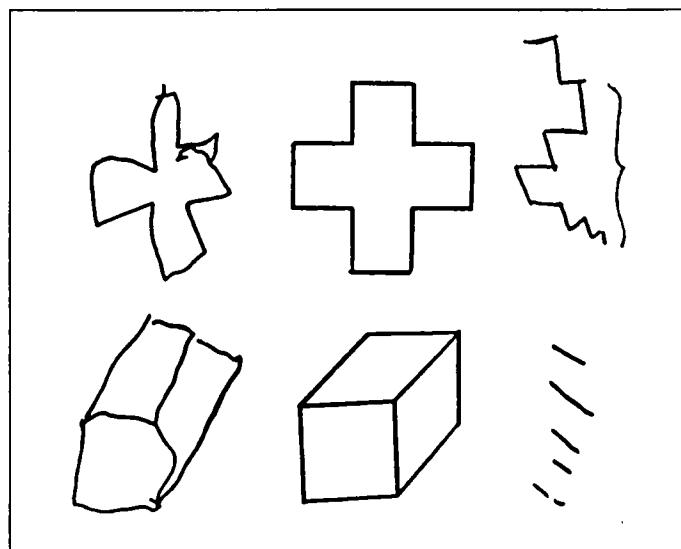
Al contrario de la impotencia que, en este aspecto, presentaba el «sinistrohemisférico», el «dextrohemisférico» es capaz de imitar con gran precisión los ritmos y melodías musicales. En cambio, si se le pide que clasifique los diferentes tipos de sonidos, descubriremos que la tarea es superior a sus fuerzas.

Todo esto pone en evidencia que, en las personas de estas características, la percepción ha sufrido una rees-



## NO ES PRECISO SER ZURDO...

Estos dibujos los realizó un paciente cuyo hemisferio cerebral izquierdo había sido separado del derecho. Se le pidió que reprodujera la cruz y el cubo del centro, primero con la mano izquierda y luego con la derecha. Aunque el paciente no era zurdo, puede advertirse que los dibujos trazados con la mano izquierda (gobernada por el hemisferio derecho que es el que controla la percepción espacial) son mucho mejores que los que corresponden a la mano derecha (gobernada por el hemisferio izquierdo que está totalmente desprovisto de ese tipo de percepción).



▶ tructuración. Efectivamente, el sujeto no encuentra ninguna dificultad para seleccionar las parejas de triángulos o cuadrados divididos en sectores coloreados o rayados. Los clasifica incluso más velozmente que lo hubiera hecho en estado normal. No tiene dificultades para encontrar los dibujos inacabados que se le presentan ni para descubrir cuáles son los detalles que les faltan.

Pero su mayor capacidad para la percepción de imágenes se manifiesta sobre todo en aquellas situaciones en que se deja al sujeto entera libertad para elegir los símbolos. En las cuatro tarjetas que llevan escritas cifras árabes y romanas selecciona los números en función de su aspecto visual y no de su valor numérico, y agrupa, por una parte, las cifras romanas y, por otra, las cifras árabes. Reconoce todos los números, pero los clasifica inspirándose en un sistema de notación y no en razón del sentido de las cifras.

La memoria de este tipo de individuos adquiere caracteres inversos a los que podemos observar en el individuo «sinistrohemisférico». El conjunto de los conocimientos teóricos adquiridos en las aulas mediante los canales verbales se pierde en gran parte y la capacidad de recordar las palabras se encuentra también deteriorada. El sujeto se muestra incapaz de repetir una serie de palabras inmediatamente después de haberlas oído. Y, aunque sea capaz de retener estas palabras durante algún tiempo, acaba olvidándolas en un período máximo de dos horas, al final del cual no sabe distinguirlas de otras. Sin embargo, su memoria no verbal, su memoria de las imágenes, no se halla disminuida; puede, en consecuencia, memorizar figuras con las formas más infrecuen-

tes y distinguirlas, al cabo de varias horas, de otras que le sometían.

Su orientación en el tiempo y en el espacio ha quedado también afectada, pero de manera distinta que el «sinistrohemisférico». No puede decir dónde se encuentra, pero, en cambio, advierte los detalles de cuanto le rodea, y sus observaciones le permiten saber que se halla en un hospital, aunque ciertamente le sería imposible afirmar cuál. Reconoce la sala de consulta en la que se encuentra, aunque ignore su función. Es incapaz de enunciar en qué día, mes o año estamos, pero, en cambio, le es posible, mirando por la ventana, saber la estación del año. Es decir, aunque privado de orientación verbal, conserva intacta su orientación visual.

Al igual que el «sinistrohemisférico», el «dextrohemisférico» cambia de humor. Pero esta transformación emocional le inclina hacia la vertiente opuesta, es decir, hacia las emociones negativas. Su tono vital descende, se hace taciturno, manifiesta pesimismo tanto hacia su situación actual como respecto al futuro.

Resumamos ahora nuestros conocimientos acerca de la personalidad «dextrohemisférica». También aquí nos encontramos ante una psique desorganizada. Pero aquí el sujeto presenta una deterioración de los sectores de la actividad mental que constituyen el soporte del pensamiento abstracto, conceptual. Por el contrario, todo cuanto atañe al pensamiento concreto y a la imaginación, no sólo se conserva intacto, sino que incluso mejora. Por otra parte, este tipo de estratificación va acompañado de un estado emocional negativo.

## NUESTROS DOS CEREBROS

### 4 El «artista» y el «pensador»: los dos hemisferios rivales pero complementarios

**A**CABAMOS, pues, de describir dos personas muy diferentes entre sí por su estructura psíquica: el individuo «sinistrohemisférico» cuyo pensamiento es marcadamente abstracto pero que se halla incapacitado para pensar en imágenes; y el individuo «dextrohemisférico», poseedor de una mente poderosa para el pensamiento en imágenes pero cuyo discurrir abstracto es defectuoso.

Ambos individuos forman una misma persona. Única diferencia: en el primer caso, el hemisferio cerebral derecho ha sido «desactivado» y los pensamientos y emociones se forman exclusivamente con el hemisferio izquierdo, mientras que en el segundo caso ocurre exactamente lo contrario.

Podemos extraer de esto una conclusión sólida: que la asimetría del cerebro encubre un principio perfectamente claro; según el cual el hemisfe-

rio izquierdo gobierna el pensamiento lógico y abstracto, mientras que el hemisferio derecho es depositario del pensamiento concreto e imaginativo.

Podemos, pues, afirmar que cada hemisferio, cada conjunto de mecanismos cerebrales, posee su propia serie de instrumentos: su propio lenguaje, su propia memoria y su propio ambiente emocional.

Comparemos ahora los instrumentos de que dispone cada uno de los hemisferios.

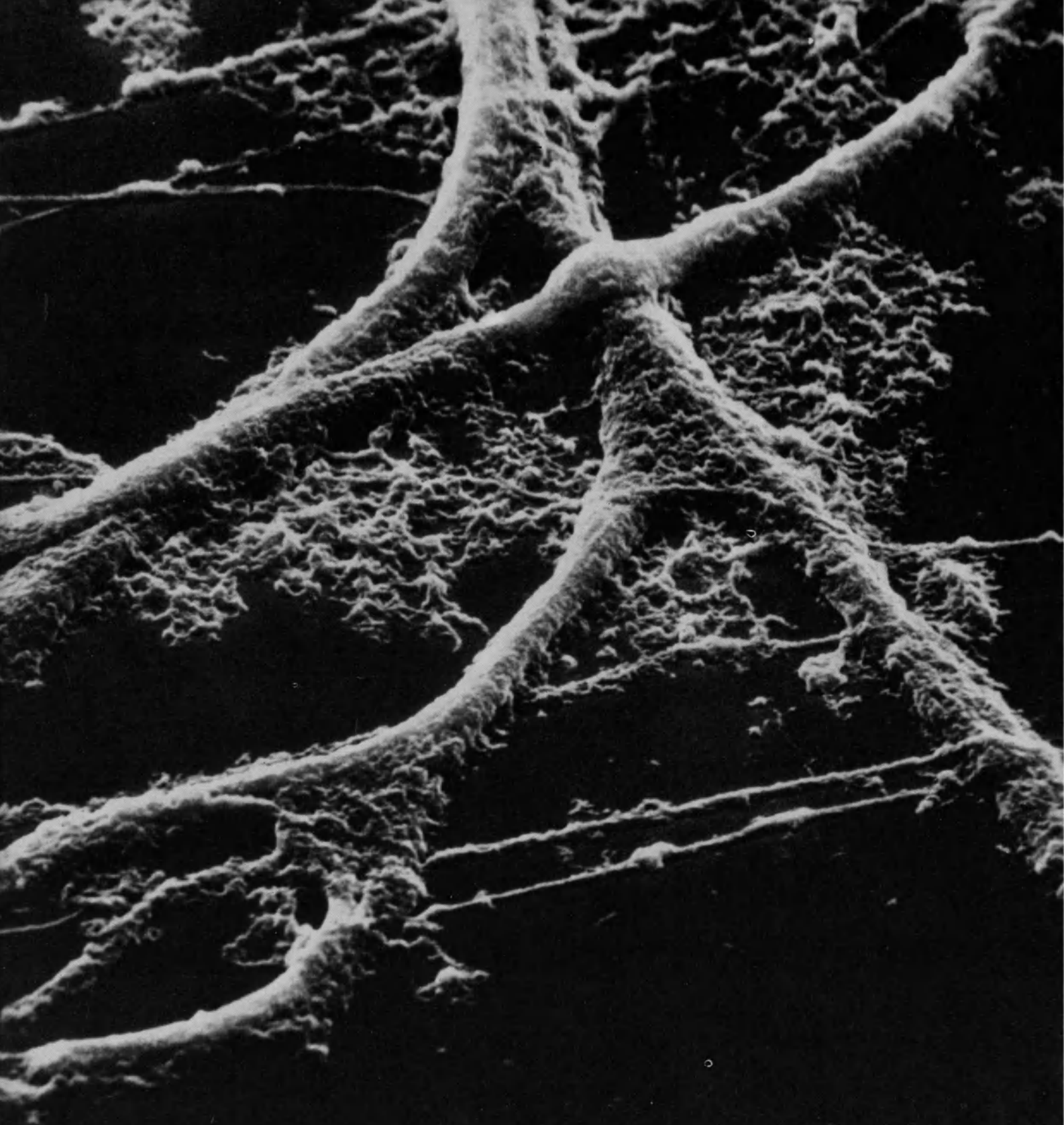
Como ya hemos visto, el descubrimiento de la función que el hemisferio izquierdo ejerce en lo que atañe al habla representó el paso decisivo para comprender la asimetría funcional. Todavía hoy los investigadores siguen empleando como sinónimos las expresiones «hemisferio izquierdo» y «hemisferio del lenguaje».

# POR LOS SECRETOS CAMINOS DEL CEREBRO

*En esta y en las cuatro páginas que siguen, así como en la 36, presentamos una serie de extraordinarias fotografías de diversos elementos del cerebro y de su entorno realizadas por el fotógrafo sueco Lennart Nilsson, en colaboración con médicos e investigadores de los laboratorios de Estocolmo. Son estas imágenes como un repotaje gráfico impresionante de un viaje por los secretos caminos del cerebro.*



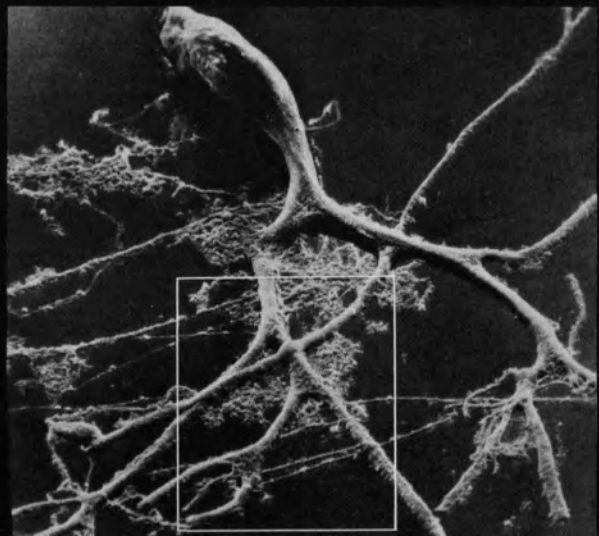
Fotos Lennart Nilsson. Life © Time Inc., Nueva York



## LA NEURONA : EL MAS PEQUEÑO "ENGRANAJE" DEL CEREBRO

La célula nerviosa, o neurona, es la más pequeña de las unidades gracias a las cuales funciona el cerebro humano, que cuenta nada menos que once mil millones de ellas. La foto de la derecha nos muestra una neurona fotografiada con un potente microscopio electrónico. En la parte superior de la ramificación se observa un sector más grueso : es el cuerpo mismo de la célula. Las ramas que de él se derivan (detalle ampliado en la foto de arriba) son las antenas receptoras de la neurona, las llamadas dendritas. A la izquierda, otra neurona de aspecto diferente. El cuerpo central de la neurona presenta a menudo formas geométricas, como la pirámide, la estrella y el rombo. Otras veces, como aquí, es de forma alargada.

SIGUE EN LA PAGINA 16



▶ Pero la observación de individuos con un solo hemisferio pone de manifiesto que la realidad resulta más compleja e interesante. Es innegable que las actividades relacionadas con el habla, con la formación y percepción de vocablos dependen por entero del hemisferio izquierdo. La razón de ello es clara; un sistema de palabras es, pura y simplemente, un sistema de símbolos y de generalizaciones que se superpone a los fenómenos perceptibles. La capacidad de abstracción y el pensamiento teórico sólo pueden tener como fundamento ese sistema simbólico o, para emplear términos más de moda, no pueden basarse más que en un sistema de signos.

Pero lo que llamamos habla es algo que abarca también otros medios de comunicación no verbales, como son la entonación y las características de la voz. La complejidad del problema se deriva de la circunstancia de que tanto la entonación propia como la percepción de la entonación de la palabra de los otros configuran un sistema de comunicación dependiente por entero del hemisferio derecho. Y sólo a través de un sistema de entonaciones adquieren las palabras y las frases el sentido apropiado.

De igual manera, la voz es también una característica individual del discurso. El sentido de lo que se dice no es el mismo cuando proviene de una mujer que cuando proviene de un hombre, de una persona conocida que de otra desconocida, de un amigo que de un enemigo. Por ello, es difícil comprender la relación existente entre la entonación, las componentes vocales del discurso y el hemisferio derecho, ya que es este hemisferio el que controla el mundo de los fenómenos concretos e individuales.

Desde el punto de vista de la evolución, la expresión o habla «sinistrohemisférica» es anterior a su complementaria «dextrohemisférica». Los animales superiores que viven en conjuntos biológico-sociales primarios se transmiten los unos a los otros señales —por ejemplo, de peligro— a través de la voz o por medio de cambios de entonación.

La gran antigüedad de esta comunicación se comprueba igualmente en la forma como aparece el lenguaje en el niño. Es sobradamente conocida la ley biológica según la cual el desarrollo físico del organismo individual (ortogénesis) recapitula el desarrollo evolutivo de su línea en el mundo animal (filogénesis). El orden según el cual aparecen las diversas funciones en la ortogénesis nos facilita, pues, un medio de conocer la edad de tales funciones en la historia de la vida. Según las investigaciones de R. Tonkovaya-Yampolskaya, la entonación que más adelante caracterizará al adulto está ya presente en el balbuceo del bebé, mucho antes incluso de que éste comience a hablar. Por otro lado, sabido es que el niño comienza a comprender las entonaciones mucho antes que las palabras.

SIGUE EN LA PAG. 31



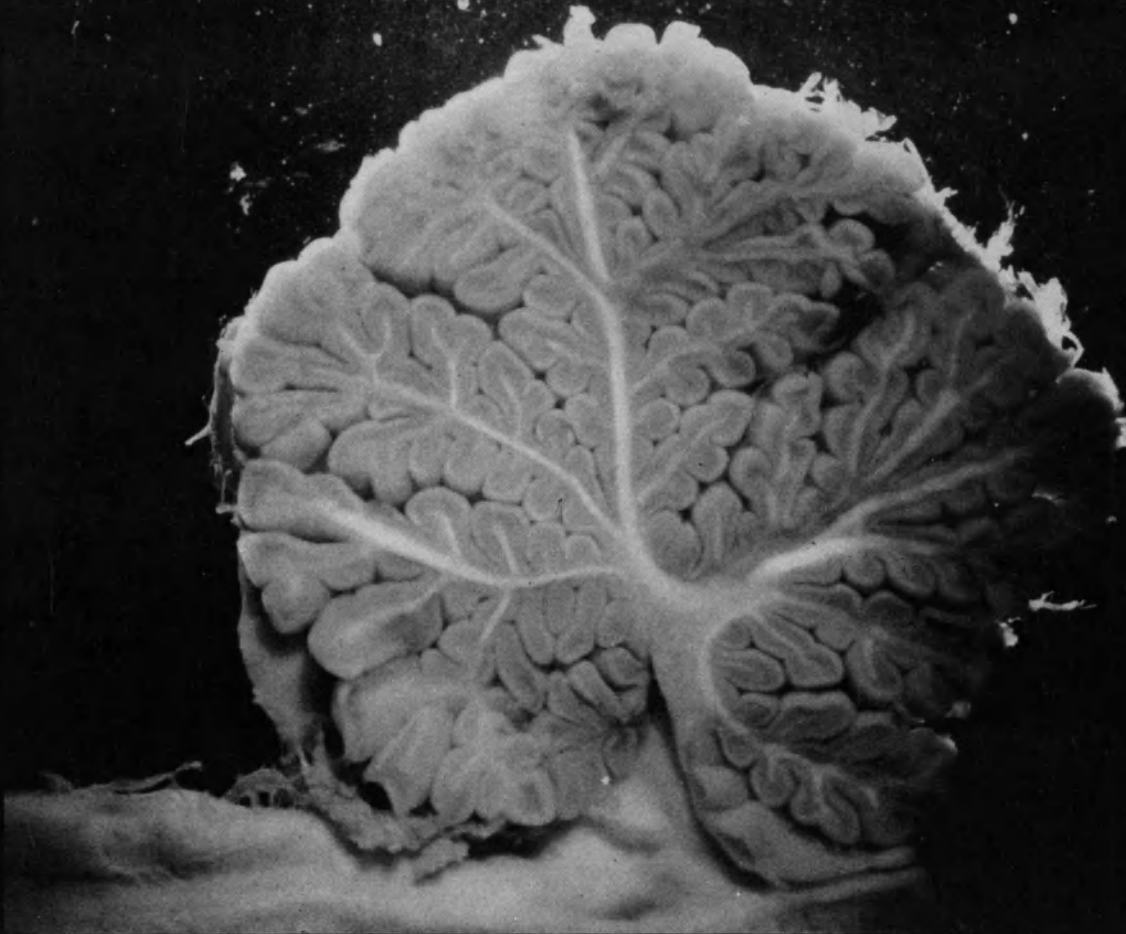
**MATERIA GRIS.** En esta foto de la masa principal del cerebro puede verse, a la izquierda, el comienzo de la ancha fisura longitudinal que separa los dos hemisferios cerebrales.

## **POR LOS SECRETOS CAMINOS DEL CEREBRO** (continuación)

**RELIEVE DE LA CORTEZA.** Aunque la forma de la corteza cerebral es similar en todos los cerebros humanos, la superficie de la misma, con sus pliegues y arrugas, es tan característica de cada individuo como lo son sus huellas digitales.



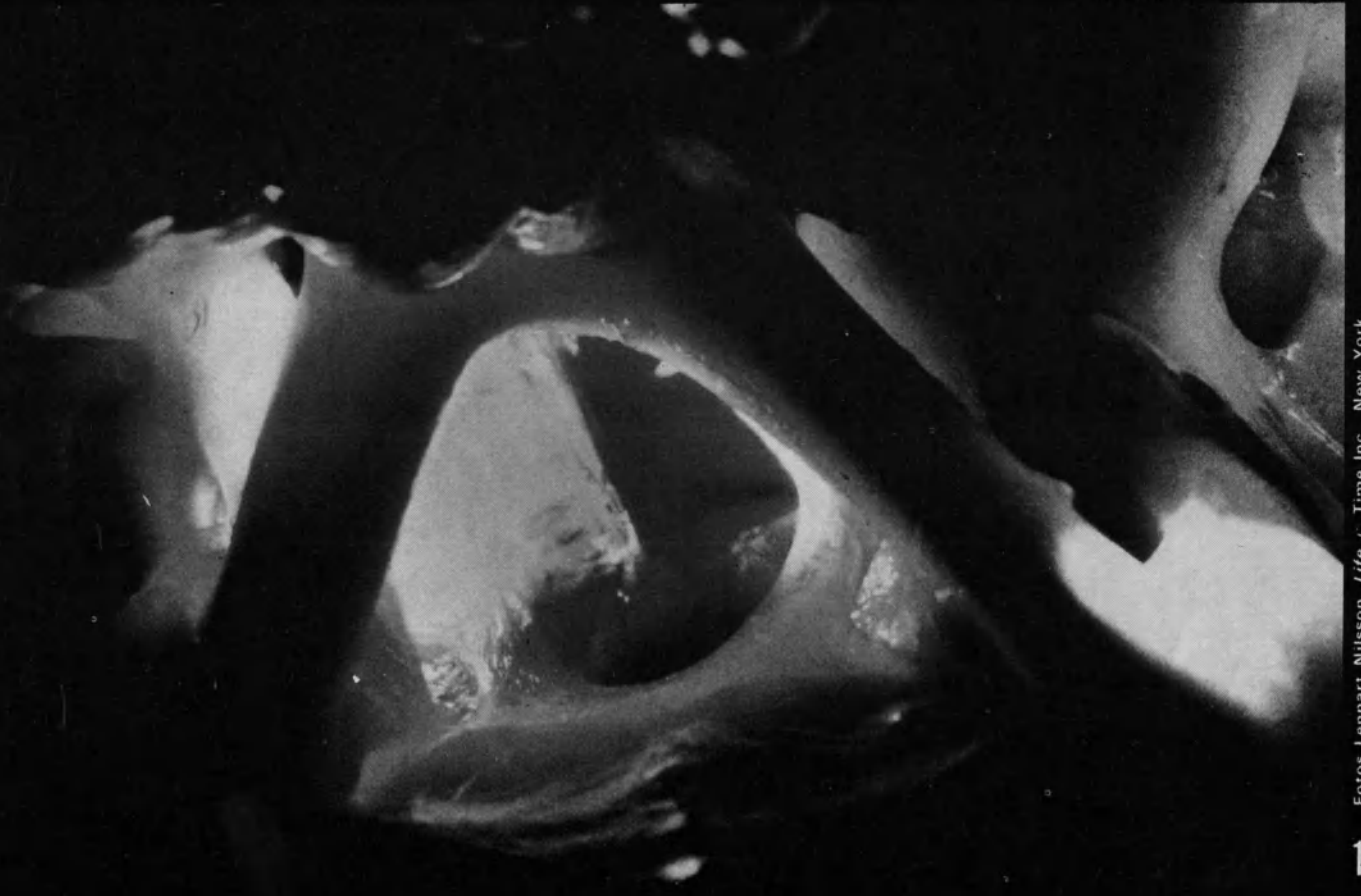


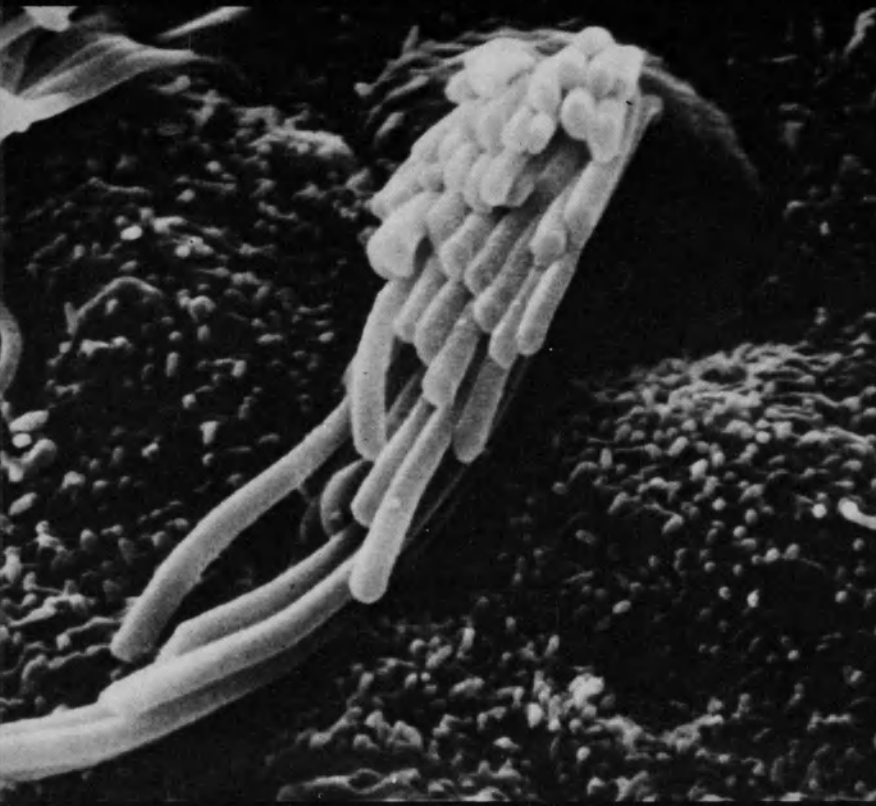


**CEREBELO.** Corte transversal del cerebelo, parte del cerebro que se halla situada detrás de los hemisferios cerebrales y gobierna la coordinación de la actividad motora. Es del grosor de un puño, tiene aun más circunvoluciones que el cerebro y posee su propia corteza.

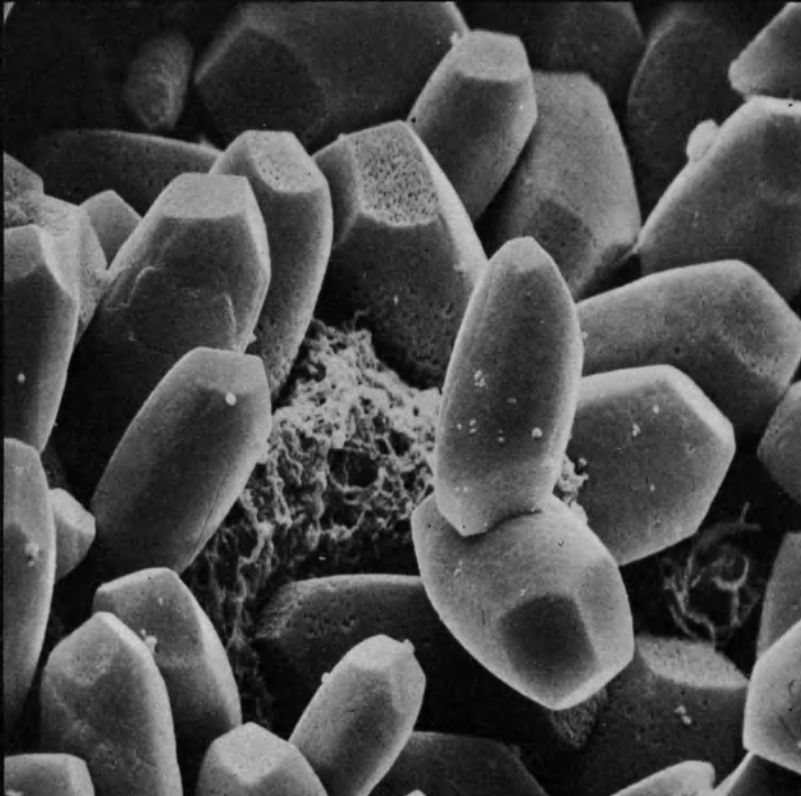
**NERVIOS OPTICOS.** Las dos columnas diagonales que se elevan a ambos lados de la foto son los nervios ópticos que, procedentes de los ojos, se cruzan y se dirigen cada uno al hemisferio cerebral opuesto.

SIGUE EN LA PAGINA 18





**LAS AVANZADAS DEL CEREBRO.** A la derecha, fotografiados con un aumento aproximado de 4.500 veces, segmentos interiores de las células de la retina del ojo. Estos segmentos, sensibles a la luz, reciben el nombre de bastoncillos y conos, según su forma. Cada retina contiene unos 120 millones de bastoncillos y unos 7 millones de conos. El equilibrio del cuerpo humano depende del llamado sistema vestibular del oído interno. Los haces de fibras sensibles, elementos de ese sistema (detalle en la foto de arriba), intervienen en el registro de los movimientos del cuerpo. Dentro del sistema de equilibrio corporal hay otro factor que mide los efectos de la gravedad y que consiste en minúsculos cristales de carbonato de calcio (abajo), los cuales se desplazan siguiendo los movimientos del cuerpo y estimulan así las células perceptivas. Todo este delicado dispositivo se halla unido directamente con el cerebro.



Fotos Lennart Nilsson. Life © Time Inc., Nueva York



# EL CEREBRO HAMBRIENTO

## La malnutrición crónica de la madre puede provocar graves deficiencias mentales en el niño

por *Elie A. Shneour*

**E**L crecimiento del cerebro humano durante el período de gestación es uno de los fenómenos más precoces, rápidos y completos de todo el organismo.

El cerebro del hombre adulto contiene unos once mil millones de células nerviosas o neuronas, alojadas en una matriz de células subalternas, llamadas neuroglías, cuyo número supera los cien mil millones. Las neuronas desempeñan las funciones que asociamos con la inteligencia, la conciencia, la memoria y la integración y el control biológicos. La proliferación de esas células nerviosas ha llegado ya a su término en el momento de nacer y ninguna de ellas es sustituida ulteriormente.

Uno de los tejidos básicos que primero pueden reconocerse en el embrión humano es la placa neural, manifestación inicial del desarrollo del cerebro, la cual aparece hacia el décimo octavo día del embarazo. Esto quiere decir que, para crear once mil millones de células nerviosas, se requiere la producción y la diferenciación de un promedio de 20.000 células nerviosas por minuto durante el período de gestación.

Después de nacer, el cerebro sigue

---

**ELIE A. SHNEOUR**; neuroquímico norteamericano, ha dedicado largos años a la investigación del cerebro y al estudio de las consecuencias de la malnutrición en el desarrollo mental, tema justamente del presente artículo. En su obra *The Malnourished Mind* (La mente malnutrida), publicada en 1974, hace un análisis exhaustivo de esos problemas. A pedido de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos preparó una importante antología de estudios sobre la exploración de Marte y la biología, y es coautor del libro *Life Beyond the Earth* (La vida más allá de la Tierra).

creciendo a un ritmo mucho más rápido que el resto del cuerpo, hasta el punto de que, cuando el niño cumple los cuatro años de edad, su cerebro pesa ya el 90 por ciento del de un adulto, mientras que el resto de su cuerpo alcanza apenas la proporción del 20 por ciento. En ese período decisivo de rápido crecimiento se produce algo más que un simple aumento de peso. Las estructuras que componen el cerebro experimentan complejos y profundos cambios anatómicos, químicos y fisiológicos.

En el siguiente cuadro puede verse el extraordinario crecimiento del cerebro humano:

EDAD	PESO DEL CEREBRO EN GRAMOS
Recién nacido .....	340
6 meses .....	750
1 año .....	970
2 años .....	1.150
3 años .....	1.200
6 años .....	1.250
9 años .....	1.300
12 años .....	1.350
20 años .....	1.400

El cuadro nos indica que, si bien el ritmo prenatal de crecimiento del cerebro alcanza el punto álgido antes del nacimiento, su peso se triplica casi en el primer año de vida. Este muy notable índice de crecimiento, que no se da en ningún otro mamífero, pone de manifiesto el importante papel que desempeña la nutrición en ese período inicial.

Cabe llegar, pues, a la conclusión ineludible de que el cerebro humano se muestra muy vulnerable a una nutrición inadecuada en los primeros años de la vida. Por otra parte, los

Texto © copyright. Prohibida la reproducción

datos disponibles sobre el particular parecen indicar que la existencia humana toda puede quedar determinada en gran medida por la alimentación recibida durante ese período.

Los problemas logísticos que plantean las necesidades de la nutrición surgen poco después de la concepción y culminan en el desarrollo de la placenta.

La nutrición prenatal del embrión, que al cabo de seis semanas se convierte en feto al adquirir un semblante humano, se lleva a cabo por intermedio de la placenta, que es un órgano temporal en forma de disco en el que los vasos sanguíneos del feto y los de la madre confluyen formando una masa entrelazada, aunque sin unirse. Los elementos nutrientes, el oxígeno, las hormonas y los desechos pasan de un sistema sanguíneo al otro.

Una madre malnutrida puede no estar en condiciones de satisfacer las necesidades del feto en lo que respecta a los elementos nutrientes esenciales. En su obra clásica, los doctores R. A. McCance y E. M. Widdowson han demostrado que un organismo en crecimiento es muy sensible a las variaciones de la nutrición y que, por ejemplo, unas ratas malnutridas quedarán atrofiadas de modo permanente aunque más tarde reciban una alimentación adecuada. En cambio, la sobrealimentación trae siempre como resultado animales de mayor tamaño. Los doctores norteamericanos J. K. Stephan, B. F. Chow y M. Winick han comprobado que esto repercute en la placenta. Las madres malnutridas producen una placenta más pequeña y ligera que las madres debidamente alimentadas.

Por su parte, el Dr. S. Zamenhof fue



el primero en evidenciar que, cuando se priva de proteínas a una rata gestante, sus crías tienen un número menor de células cerebrales. Confirmó tal resultado el Dr. Winick, quien hizo la notable observación de que los animales recién nacidos de placentas deficientes poseían también menos células cerebrales.

Por otro lado, el Dr. Zamenhof pudo criar ratas muy inteligentes, a las que llamaba «ratas Einstein», proporcionándoles comida abundante y bien equilibrada. Su observación más interesante fue quizá que las ratas hembras nacidas de madres malnutridas no podían producir placentas adecuadas, aunque estuvieran bien alimentadas durante toda su vida adulta. Su progenitura presentaba los síntomas clásicos de la malnutrición, entre ellos una reducción del número de células cerebrales.

Esto confirma los resultados obtenidos en Sudáfrica por los doctores J.J. Cowley y R. D. Griesel en el sentido de que las consecuencias de una malnutrición prenatal en el desarrollo mental de las ratas pueden afectar el crecimiento y el desarrollo hasta la segunda generación. Así, pues, la malnutrición, que es un factor externo o ambiental, puede producir efectos muy similares a los de la herencia biológica. Por razones obvias, esos experimentos se llevaron a cabo con animales, y no con seres humanos, pero

a juzgar por numerosas observaciones clínicas tales conclusiones son igualmente aplicables a los niños.

El profesor norteamericano J. A. Churchill, tras examinar a un corto número de mujeres embarazadas de raza negra y pobres y a sus hijos, pudo constatar una clara relación entre la cantidad de aminoácidos existentes en la corriente sanguínea de las madres durante el embarazo y el peso y el volumen cerebral de sus hijos en el momento de nacer.

Las madres cuya sangre contenía una cantidad reducida de esas sustancias a consecuencia de un régimen alimentario pobre en proteínas dieron a luz niños que pesaban menos y que tenían un cráneo considerablemente más pequeño, en comparación con los niños de madres cuya sangre contenía una cantidad superior de aminoácidos. La duración del embarazo fue aproximadamente la misma en todas las mujeres examinadas, es decir que los partos prematuros no influyeron para nada en esos resultados.

La relación entre un peso reducido al nacer y el atraso mental es algo que se conoce desde hace mucho tiempo pero que solía interpretarse en el sentido de que los partos prematuros son una causa importante de retraso mental. Aun siendo probablemente cierta en parte, esta explicación no tenía debidamente en cuenta los efectos de la malnutrición en el atraso

**El hambre y la malnutrición desempeñan un papel decisivo en el desarrollo del cerebro humano. El niño que nace de madre gravemente subalimentada corre el riesgo de presentar deficiencias cerebrales irreversibles. Durante la primera infancia la malnutrición impide también el crecimiento del cerebro y compromete el ulterior desarrollo de éste. Y justamente hoy existen en el mundo más de 350 millones de niños malnutridos. Imagine el lector la inmensidad de casos de retraso mental, de inteligencia aniquilada, que de ello resultan.**

mental subsiguiente. Y, en efecto, varios investigadores han demostrado que en ocasiones los niños mentalmente más atrasados eran los menos prematuros.

El profesor canadiense L.C. Eaves ha expuesto los resultados obtenidos por niños que pesaban poco al nacer en la prueba del cociente de inteligencia (C.I.). Un estudio realizado durante año y medio con 502 niños puso de manifiesto que los de peso reducido al nacer conseguían puntuaciones inferiores a las de los niños normales. Las condiciones socioeconómicas desempeñaban un papel importante en esos resultados y su influencia era aún más patente al aumentar la edad.

En efecto, a los seis meses de edad,  
SIGUE EN LA PAG. 24

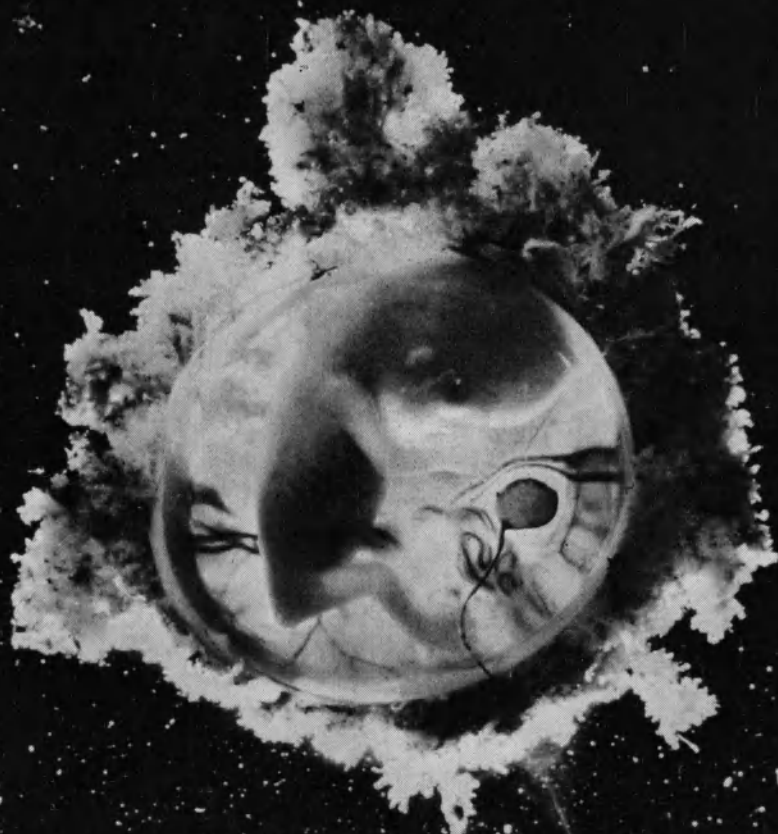
## LOS CUATRO PRIMEROS MESES DE LA VIDA

En estas fotos verdaderamente sorprendentes podemos observar tres etapas del desarrollo del ser humano antes de su nacimiento.

1. Once semanas después de la concepción, el feto flota en el líquido amniótico. Está unido a la placenta por medio del cordón umbilical por el que circulan diariamente hasta 300 litros de sangre. La placenta es un órgano en el cual los vasos sanguíneos del feto y los de la madre se entrelazan sin unirse. Los elementos nutritivos, el oxígeno y las hormonas que pasan de un sistema sanguíneo al otro son indispensables para el desarrollo del esqueleto y del sistema nervioso y cerebral del ser en gestación.

2. Cinco semanas más tarde, el tamaño del feto se ha duplicado; ahora mide 13 cm de largo, aproximadamente. Su rostro está ya completamente formado: con los ojos cerrados, diríase que duerme. Bajo su piel sumamente fina pueden verse las venas.

3. A la «edad» de 18 semanas (4 meses) el feto mide más de 15 cm. Puede mover las piernas y con sus uñas, ya formadas, se rasca a veces. También se chupa el pulgar. La multiplicación de sus células cerebrales o neuronas va a continuar todavía durante dos semanas, para reanudarse más tarde, hacia la 25a. semana (6º mes). A la largo de la vida prenatal el cerebro se habrá formado a la velocidad prodigiosa de 20.000 neuronas por minuto hasta alcanzar un total de 11.000 millones. Si la madre padece de malnutrición, el cerebro del niño corre el riesgo de desarrollarse de manera incompleta, reduciéndose tanto su tamaño como el número de células cerebrales. Resultado: un bajo «cociente intelectual».

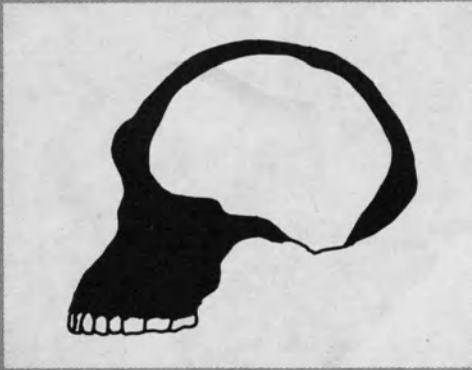


1

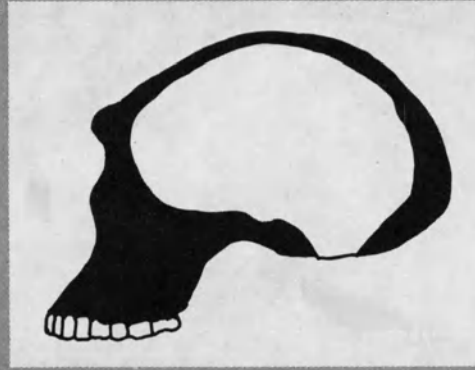


2

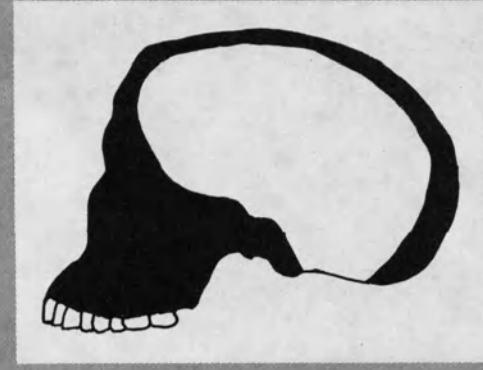




**AUSTRALOPITECO**  
entre 500.000 y 2 millones  
de años antes de nosotros



**HOMO ERECTUS**  
entre 200.000  
y 700.000 años



**HOMBRE DE NEANDERTAL**  
entre 35.000  
y 80.000 años

► la diferencia de C.I. entre los niños normales y los malnutridos era tan sólo de 5 puntos; a los cuatro años era de 17. Ahora bien, al comparar niños de poco peso en el momento de nacer con otros normales, de antecedentes socioeconómicos similares, éstos seguían obteniendo una puntuación superior a la de aquéllos.

Esta observación, confirmada por otros investigadores, tiene una importancia capital, indicándonos que las condiciones socioeconómicas no explican por sí solas la actuación de tales niños en las pruebas de inteligencia, por lo que su ambiente prenatal tiene que haber desempeñado un papel importante. Los niños prematuros o los de poco peso en el momento de nacer no parecen realizar su pleno potencial biológico por muy bien que se les alimente ulteriormente.

Investigadores como el profesor inglés C. M. Drillien han demostrado que las deficiencias mentales y físicas son más numerosas entre esos niños y que las dificultades se agravan en función de la disminución del peso inicial. Se ha podido observar que menos del uno por ciento de los niños normales padecían de deficiencias mentales. En cambio, se enfrentaban con tales problemas nada menos que el 54 por ciento de los que habían pesado menos de kilo y medio al nacer.

Se ha estudiado también ampliamente el caso de los gemelos. Está ya abundantemente probado que los elementos nutrientes no suelen llegar a los dos gemelos por igual durante el periodo prenatal y que el más pequeño de ellos tiene siempre un potencial mental inferior, como demuestran las pruebas de C.I.

Entre todos los datos que demuestran la relación entre malnutrición y desarrollo del cerebro, resulta especialmente significativo un informe de los doctores M. Winick y P. Rosso, quienes, tras examinar 19 cerebros de niños de Santiago de Chile muertos accidentalmente, pudieron comprobar que los de los niños chilenos bien

nutridos contenían el mismo número de células que los de los niños estadounidenses bien nutridos, mientras que los que habían sufrido de malnutrición grave y pesaban menos de dos kilos al nacer poseían hasta un 60 por ciento menos de células cerebrales.

Numerosos estudios han demostrado que existe una relación entre la malnutrición crónica inicial y los resultados obtenidos en las pruebas de C.I. Debemos subrayar el adjetivo «crónica», ya que también parece comprobado que incluso una malnutrición accidental grave durante la gestación y los primeros años de la vida puede no producir daños persistentes a las facultades mentales. A la larga, las víctimas más probables de la malnutrición crónica, con todas sus trágicas consecuencias, son esencialmente los eternos pobres del mundo, las minorías desfavorecidas.

Los investigadores llevan años discutiendo sobre el papel respectivo que la herencia y el medio ambiente desempeñan en relación con la inteligencia humana. Ambos bandos dan muestra a veces, en su argumentación, de una especie de pasión religiosa que les lleva a cometer los mayores absurdos. Los tres casos siguientes ponen de relieve por qué tales argumentos son lógicamente contradictorios:

1. Un niño nace con una anomalía metabólica congénita, la fenilcetonuria, que tiene manifiestamente un origen genético. Si no se la trata, la fenilcetonuria provoca un atraso mental irreversible en el niño. En cambio, si se somete a éste a un régimen alimentario exento del aminoácido fenilalanina, sus probabilidades de llegar a la edad adulta con un rendimiento mental normal son muy grandes.

2. Un feto provisto de un potencial genético normal de desarrollo crece en el útero de su madre. Al tercer mes de embarazo, ésta cae enferma de rubéola. El niño nacerá con deficiencias graves y permanentes.

3. Un adulto de tez clara emigra a

## CALENDARIO DE LA

**E**L cerebro humano es la culminación de casi tres mil millones de años de evolución. Se trata de la estructura más compleja del universo, y en ella radica la supremacía del hombre dentro del reino animal.

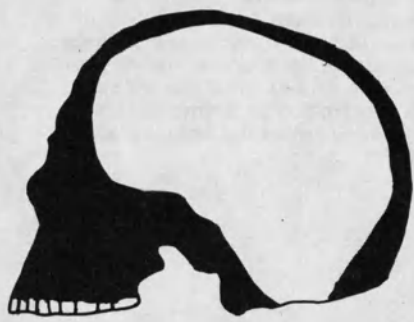
Por los fósiles conocidos sabemos que el aumento de tamaño del cerebro ha sido el rasgo constante más notable de la evolución de los homínidos (esto es, la familia del hombre y sus antepasados). Un cerebro grande entrañaba ciertamente una gran ventaja. A lo largo de los milenios, este atributo brindó sin duda mayores oportunidades de supervivencia que un cerebro pequeño. A primera vista podría haber resultado difícil distinguir a un *Australopithecus* de un simio coetáneo, ya que ambos andaban en posición erecta sobre sus dos pies, tenían pulgares oponible y una visión estereoscópica. Sin embargo, se diferenciaban al menos por esa característica fundamental.

El *Australopithecus* y sus descendientes tenían, en efecto, un cerebro

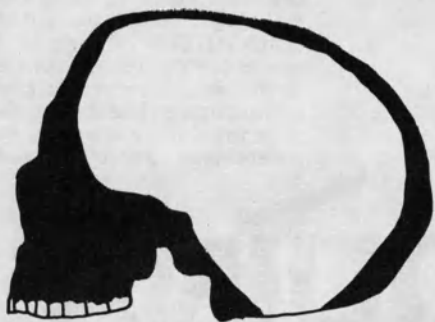
un país meridional de clima cálido donde trabaja al aire libre. Su piel se oscurece considerablemente. Otra persona, de piel morena, se va a vivir a un país nórdico y ejerce en él una profesión sedentaria. Con el tiempo, su tez resultará no más oscura que la del individuo anterior antes de emigrar hacia el sur.

¿Cómo evaluar correctamente la influencia relativa de la herencia y del medio ambiente en estos tres casos? Este es el dilema con el que se enfrentan quienes abordan el tema, tan controvertido, de las relaciones entre raza e inteligencia. Es evidente que en este punto hay que tener en cuenta muchas más variables que en cualquiera de los tres casos anteriores. Si consideramos la cuestión globalmente, parece claro que la malnutri-

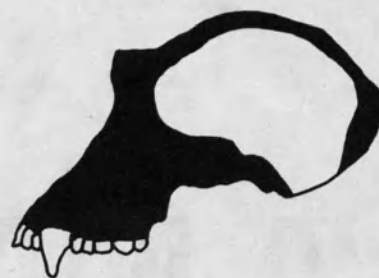




**HOMBRE DE CRO-MAGNON**  
entre 10.000  
y 35.000 años



**HOMBRE ACTUAL**



**MONO ANTROPOIDE**  
chimpancé

Dibujos © tomados de *Le cerveau et la faim*, por Elie Shneur, ediciones Stock, Paris 1975

## EVOLUCION DEL CRANEO

más grande y una inteligencia muy superior a los de los simios de su tiempo. La capacidad craneal media del chimpancé adulto actual es de menos de 400 centímetros cúbicos, la del orangután algo superior a los 400 y la del gorila rebasa los 500; la del *Australopithecus* era de unos 500, la del *Homo erectus* de más de 900 y la del hombre moderno (*Homo sapiens*) es de 1.400, por término medio.

Estas notables características aparecen gráficamente en las siluetas de esta página. Ahora bien, hay que interpretar tales datos con cierta prudencia; la capacidad craneal no es sinónima de volumen del cerebro sino que constituye sólo una aproximación del tamaño de éste. Actualmente, el peso del cerebro oscila dentro de límites muy amplios, y no cabe ya recurrir al tamaño para determinar la inteligencia. Hay personas muy estúpidas que tienen un cerebro grande, y otras muy despiertas que lo tienen pequeño.

E.A.S.

ción crónica es un factor ambiental que tiene una importancia capital. El problema surge cuando se trata de determinar qué se entiende por «raza» y qué por «inteligencia».

La palabra «raza» se ha empleado casi siempre para definir a un grupo de seres humanos sociológicamente relacionados entre sí. Actualmente, se tiende a definir la raza en términos biológicos. Ambas interpretaciones coinciden a menudo pero no son sinónimas. La definición biológica de la raza nos dice que los miembros de un grupo humano dado tienen unas características biológicas comunes que los diferencian de otros grupos. Pero esto no quiere decir que quepa considerar a uno de esos grupos como superior a los demás en razón de esas características.

Todos los hombres han sido creados iguales, pero no todos ellos son semejantes. En la raíz misma de esta diversidad está la garantía de la supervivencia humana. Ahora bien, a menudo se confunde la diversidad con la desigualdad. Lo esencial es tener presente que la humanidad pertenece a una misma especie que tiene un origen común. Las diferencias biológicas de que dan muestra los seres humanos se deben a una combinación de factores genéticos y ambientales. No hay grupo humano al que pueda adscribirse el atributo de «raza pura». La hibridación humana es ya muy antigua y ningún hombre hoy vivo existiría si sus padres no hubieran mezclado sus genes para engendrarlo.

La inteligencia resulta aún más difícil de definir. El psicólogo Harold J. Butcher ha señalado que la palabra «inteligencia» es un sustantivo y que los sustantivos se refieren siempre a cosas. Ahora bien, la inteligencia no es una «cosa» sino más bien una abstracción bastante compleja utilizada para designar un modo de comportarse de la gente.

La inteligencia está integrada por una amplia serie de atributos que los individuos poseen en diverso grado. Ciertas personas tienen la capacidad de visualizar los conceptos en tres dimensiones y pueden llegar a ser grandes escultores o arquitectos, a pesar de lo cual quizá se muestren incapaces de manejar las abstracciones matemáticas. Otras tendrán una gran facilidad de palabra pero no sabrán expresarse claramente por escrito.

Todos cuantos han elaborado pruebas de inteligencia, empezando por el psicólogo francés Alfred Binet, han tenido presente este problema y han intentado, con éxito variable, determinar una serie de factores que guardaran relación con lo que en su opinión eran las facultades intelectuales.

La engañosa sencillez de las pruebas de inteligencia y su eficacia predictiva a la hora de estimar las posi-

bilidades de un individuo en materia educativa o profesional suscitaron muy pronto un entusiasmo tal que quedaron relegadas a un segundo plano las graves limitaciones que ya habían señalado psicólogos eminentes.

El Dr. W.M. Littell ha subrayado que esas pruebas no tienen un fundamento racional y que carecen todavía de sólida base teórica. A su vez, el Dr. Arthur Jensen afirma que, al igual que la electricidad, la inteligencia resulta más fácil de medir que de definir, y añade que todos los estudios importantes en ese campo se han basado en la observación de poblaciones europeas y norteamericanas blancas y que, en cambio, se desconoce cuanto atañe a la inteligencia en diferentes subgrupos raciales y culturales de esas poblaciones (por ejemplo, los negros de los Estados Unidos).

Aunque las pruebas de inteligencia no evalúan necesariamente la inteligencia de un modo exacto, bien empleadas pueden ser un útil instrumento de investigación que merece ser estudiado y desarrollado. Las puntuaciones obtenidas en esas pruebas pueden ser aplicables a un determinado grupo humano en un momento y en un lugar dados. Pero no existe una determinación universal del C.I.; no cabe, pues, utilizar tales puntuaciones para medir la inteligencia de las personas de una vez para siempre.

Por último, aunque no cabe hacer caso omiso de la cuestión de la raza y la inteligencia, lo cierto es que la mayoría de las conclusiones a que han llegado los hombres de ciencia, o quienes no lo son, sobre el particular carecen de rigor científico o de validez en el plano de la educación. Mucho más fecundo es examinar los factores controlables que pueden incidir en el potencial intelectual. Pues bien, la malnutrición inicial crónica, causa probable de deficiencias mentales, es uno de esos factores y, como tal, merece la máxima atención.

Elie A. Shneur

**TOREO ELECTRONICO.** En las fotos de la derecha el Dr. José Manuel Rodríguez Delgado, autor del artículo que aquí publicamos, detiene a un toro en plena embestida utilizando para ello la radioestimulación de su cerebro. El espectacular experimento tuvo lugar en una plaza de toros de la provincia de Córdoba (España). El Dr. Rodríguez Delgado, solo en el ruedo, espera hasta que el toro arremete contra él y, cuando se halla cerca, aprieta un botón en un aparato de control por radio que envía al cerebro del animal una corriente a través de los electrodos en él implantados. La estimulación eléctrica de determinadas zonas del cerebro obliga a detenerse al toro en plena carrera.

# LA MAQUINA PARA EXPLORAR EL CEREBRO

por José M. R. Delgado

## una serie de espectaculares resultados obtenidos gracias a la estimulación eléctrica del cerebro

**S**ERIA ingenuo tratar de comprender las razones de una asonada mediante el procedimiento de registrar la actividad eléctrica cerebral de quienes en ella participan. Pero no menos ingenuo sería ignorar que cada persona posee un cerebro y que determinadas constelaciones de neuronas reaccionan a excitaciones sensoriales produciendo posteriormente los comportamientos violentos.

Hay que tener presentes y evaluar tanto los factores neurofisiológicos como los ambientales, para cuyo estudio combinado disponemos actualmente de métodos adecuados. La investigación experimental de las estructuras cerebrales de las que depende el comportamiento individual y social en general, y particularmente las actitudes agresivas, constituye un complemento esencial de la investigación sociológica. Y esto lo deben reconocer tanto los sociólogos como los biólogos.

Gracias a los métodos recientemente elaborados, se ha podido demostrar

---

**JOSE MANUEL RODRIGUEZ DELGADO,** neurofisiólogo español de renombre internacional, es director de investigación del Centro Nacional «Ramón y Cajal» de la Seguridad Social y catedrático de ciencias fisiológicas de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Madrid. En los veinticinco años últimos ha adquirido una reputación mundial por sus investigaciones sobre el empleo de la estimulación eléctrica del cerebro, técnica que describe en el artículo que publicamos en estas páginas. Durante más de veinte años trabajó en la Universidad de Yale (Estados Unidos) donde fue, desde 1966, catedrático de fisiología y director del Laboratorio Neurobiológico. Actualmente está organizando en Madrid un vasto equipo internacional de investigadores en neurofisiología. Es miembro de diversas sociedades internacionales, como la New York Academy of Sciences y la European Brain and Behaviour Society. Ha publicado numerosos trabajos sobre el tema de su especialidad y es autor del libro *Control físico de la mente* (Espasa-Calpe S.A., Madrid, 1972), que ha sido traducido ya a seis lenguas.

la posibilidad de investigar los mecanismos neurológicos que dirigen las funciones motoras, mentales y de comportamiento y de influir en ellas utilizando medios físicos y químicos. Un grupo importante de esos métodos se basan en la implantación de diminutos electrodos en el sistema nervioso con objeto de activar determinadas estructuras mediante la estimulación eléctrica.

**Exploración del cerebro despierto.** Para explorar sistemáticamente el cerebro y establecer una «cartografía» detallada de sus funciones se han utilizado guías que se fijan estereotáxicamente al cráneo. Estas guías son finos tubos de acero inoxidable de unos 15 mm de largo que atraviesan el cráneo en puntos predeterminados y que terminan fuera del cuero cabelludo.

Pocos días después de la intervención quirúrgica necesaria para la implantación de estas guías, el animal se recobra de los efectos de la anestesia y desde ese momento puede establecerse contacto directamente y sin dolor con su cerebro plenamente despierto. En un experimento con un gibón utilizamos un total de 30 guías implantadas en el cráneo a una distancia de 3 mm unas de otras. A través de cada guía se introducen electrodos que se suceden cada milímetro, lo cual permite estudiar sistemáticamente más de 1.000 puntos cerebrales.

En caso necesario, pueden fijarse permanentemente los electrodos en los centros o puntos del cerebro más interesantes para poder llevar a cabo experimentos más minuciosos. Si al animal se le sujeta a una silla, nos es posible analizar las respuestas motoras (voluntarias) y autonómicas (involuntarias) sencillas, aunque la falta de libertad de movimientos puede influir

en esas reacciones e impide todo comportamiento de relación social con otros animales.

Una vez conocidos los puntos o centros cerebrales que se desea estudiar, pueden implantarse permanentemente los electrodos, fijando el contacto terminal fuera del cráneo y estableciendo conexiones eléctricas para el registro y la estimulación por medio de largos cables, lo que permite estudiar al animal sujeto en la silla (foto nº 2, página 28) o bien libre en su plataforma de observación (fotos nos 1 y 2, página 28). Estos experimentos pueden repetirse indefinidamente: algunos de los animales utilizados por nosotros han tenido electrodos implantados durante más de cuatro años con buen grado de tolerancia y excelentes resultados.

En otro experimento se durmió a un mono por estimulación eléctrica de la región septal del cerebro. Tras unos 30 segundos, el animal se calmó y cerró lentamente los ojos, bajando la cabeza. En esta postura de relajación, el animal se quedó dormido al cabo de un minuto, aproximadamente. Mientras dormía, respondía a los ruidos fuertes o cuando se le tocaba, despertándose durante unos segundos para caer de nuevo dormido en tanto se le siguiera aplicando la estimulación. Este experimento nos muestra la posibilidad de emplear la estimulación en la región septal para el tratamiento del insomnio crónico, pero es éste un procedimiento que habrá que seguir estudiando.

Junto a las zonas cerebrales de las que depende el sueño, existen otros puntos cuya estimulación inhibe la agresión espontánea en los monos Rhesus (macacos). Como puede verse en la foto nº 1 (página 28), este feroz



Fotos © J.M. Rodríguez Delgado, Madrid

animal suele atacar, atrapar y morder todo objeto que se le acerque, incluida la mano del observador. No obstante, si se estimulan las zonas inhibitoras, el mono se vuelve pacífico sin que se sienta provocado por la proximidad del investigador, que puede tocarle incluso la boca y acariciarle (foto nº 2, página 28).

El animal se da cuenta de lo que pasa a su alrededor y alarga su mano para tocar la del investigador sin dar señales de hostilidad. Este experimento demuestra que la agresividad puede inhibirse por medio de la estimulación eléctrica de determinados puntos del cerebro sin producir sueño ni depresión.

La excitación de otras estructuras cerebrales, especialmente de la corteza motora, puede producir respuestas consistentes en comportamientos

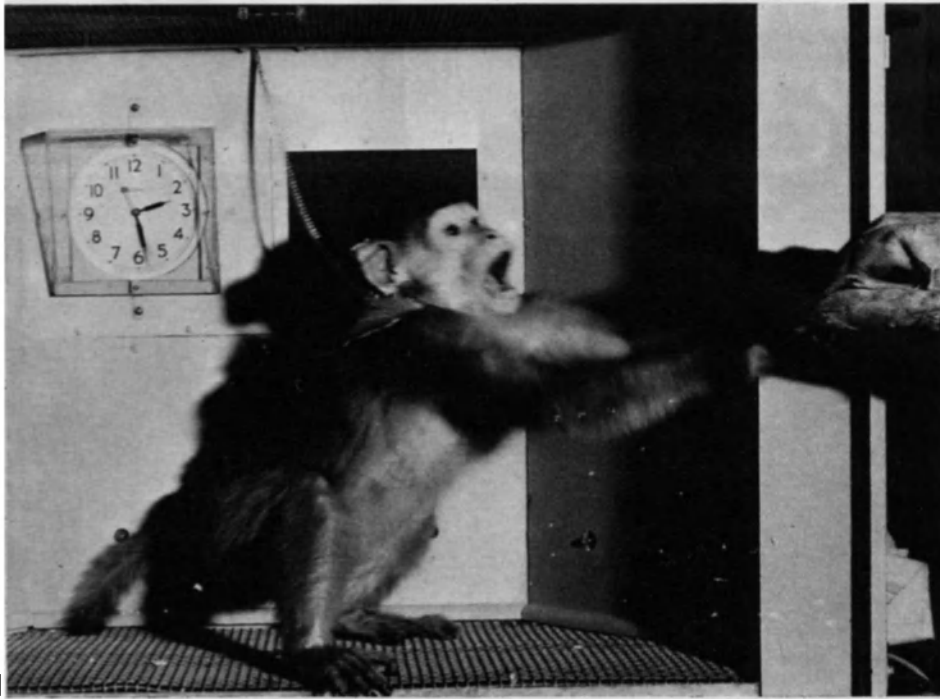
activos. La foto nº 3 (página 29) nos muestra un caso típico de efecto motor producido en un gato. En este experimento se obtuvo una acusada flexión de la pata trasera derecha mediante la estimulación del punto del cerebro conocido con el nombre de «sulcus cruciatus» izquierdo sin provocar ningún trastorno emocional en el animal (que ronroneaba tranquilamente) ni alterar su equilibrio (perfectamente mantenido sobre tres patas).

Según cual sea el punto motor estimulado, puede obtenerse del animal sometido a la experiencia que flexione o extienda las patas, que vuelva la cabeza o el cuerpo, que lama, que bostece y otros muchos y muy variados efectos motores.

En general, el animal integra la respuesta artificial con su comportamiento normal; por ejemplo, el gesto de lamer

provocado eléctricamente puede ser provechosamente dirigido hacia el alimento que se ofrece al animal, o hacia la mano del experimentador, o hacia el cuerpo del animal, o hacia las paredes de la plataforma de observación. La integración de las actividades espontáneas con las inducidas demuestra que la estimulación eléctrica del cerebro activa unos mecanismos fisiológicos preexistentes.

**Comunicación por radio con el cerebro.** Para estudiar las estructuras cerebrales que intervienen en el comportamiento social no pueden utilizarse cables de conexión sino que se requiere una tecnología más avanzada de control por radio. El «estimoceptor», un nuevo instrumento creado en nuestro laboratorio, es suficientemente pequeño para poder colocarlo en el cuello del animal. Se puede así esta- ▶



1



2

El mono Rhesus, animal habitualmente feroz, se vuelve pacífico cuando se estimula su cerebro mediante una corriente eléctrica transmitida a través de electrodos implantados. En la foto superior, el mono ataca al experimentador y trata de morderle la mano (protegida por un grueso guante). En la inferior, tomada pocos minutos después, mientras se estimula el cerebro del mono (compárese la hora que marca el reloj en ambas fotos), el animal se muestra dócil y no se advierte en él ninguna reacción de hostilidad.

► blecer una comunicación de ida y vuelta con el cerebro de sujetos en completa libertad.

Gracias a esta técnica se ha demostrado que las relaciones sociales pueden ser alteradas mediante la estimulación eléctrica de determinadas estructuras cerebrales, según puede verse en las fotos nº 4 y 5 (página 29).

Al excitarse el hipotálamo lateral de un gato habitualmente tranquilo, se provocó una reacción de rabia con manifestaciones agresivas claramente dirigidas contra otro gato que reaccionó adecuadamente haciendo frente a la amenaza. Durante la radioestimulación, el animal comenzó a dar vueltas amenazando a los miembros inferiores del grupo, al mismo tiempo que evitaba la proximidad de otro gato fuerte.

El experimento demostró que la estimulación del cerebro habla incrementado la agresividad del animal sin alterar su percepción ni perturbar su memoria de experiencias pasadas, ya que el gato orientó inteligentemente su hostilidad, escogiendo sus enemigos y el momento para atacarlos y modificando su táctica según las reacciones de sus adversarios. La estimulación había provocado un estado emocional de hostilidad pero sin alterar las características ni las capacidades del animal sometido a experimento.

Fuera de nuestro laboratorio hemos realizado otras investigaciones en una colonia de gibones situada en la isla de Hall, en las Bermudas. Pudimos así comparar los resultados experimentales obtenidos con animales estimulados eléctricamente primero en la colonia del laboratorio y luego en una situación «normal» de libertad. La radioestimulación de la substancia reticular provocó una reacción de huida y miedo con cambios duraderos del comportamiento, entre ellos una disminución de la sociabilidad, mientras que la jerarquía social basada en la supremacía para obtener alimentos disminuyó con la estimulación del núcleo caudado.

En los primates se ha conseguido el intercambio de información cerebro-computadora-cerebro mediante enlaces por radio (foto 6, página 30). En uno de nuestros experimentos la actividad eléctrica espontánea de los núcleos amigdalinos derecho e izquierdo era registrada y enviada por telemetría desde un mono en libertad. Las señales eran recibidas e identificadas por una computadora analógica en línea, programada para que cada vez que aparecieran las ondas en aguja del núcleo amigdalino suscitara la radioestimulación de un punto de la substancia reticular. Este proceso de retroalimentación dio como resultado la desaparición de las ondas en aguja y un cambio en el comportamiento del animal, que se volvió más tranquilo y menos interesado por la comida.

**Aplicaciones clínicas de los electrodos intracerebrales.** Hay enfermos que padecen de epilepsia originada por descargas del lóbulo temporal y que

Fotos © I.M. Rodríguez Delgado, Madrid

no responden a la terapia usual a base de medicamentos. En estos casos queda el recurso de emplear la cirugía cerebral, la cual requiere un estudio sumamente cuidadoso de la localización y de la reactividad de los centros cerebrales anormales. Tal información puede obtenerse mediante la implantación de electrodos implantados en la profundidad del cerebro; las estimulaciones y los registros se efectúan por medio de enlaces radioeléctricos.

Otros pacientes pueden necesitar una estimulación cerebral programada a largo plazo, por ejemplo en el tratamiento de los dolores tenaces. La experiencia quirúrgica ha demostrado que la zona de implantación de los electrodos en el cerebro suele cicatrizar sin complicaciones, pero el paso de los electrodos a través de la piel entraña un riesgo potencial. Además, la presencia de los conectores terminales entre el cabello del paciente resulta incómoda. Con el fin de obviar estos problemas, pero conservando siempre las ventajas de la comunicación de doble dirección con las profundidades del cerebro, se ha concebido la novísima técnica de la comunicación transdérmica (es decir a través de la piel).

**Comunicación transdérmica.** Para estimular las zonas profundas del cerebro y enviar y recibir registros por radio a través de la piel intacta, hemos desarrollado un instrumento microminiaturizado, el «estimoceptor transdérmico», que puede implantarse íntegramente bajo los tegumentos. (En la foto nº 8, página 30, aparece una cabra con un estimoceptor subcutáneo). Tiene cuatro canales para la estimulación y tres para los registros. Carece de baterías, por lo cual puede operar indefinidamente y ser empleado en cualquier momento para la transmisión de la energía y la información mediante inducción modulada transdérmica. La técnica de la instrumentación subcutánea ofrece la ventaja de que no utiliza conductores que perforen la piel, es eficiente, segura y bien tolerada, lo que permite su empleo prolongado.

Entre las aplicaciones de esta técnica transdérmica puede señalarse el registro prolongado de la actividad eléctrica de las profundidades del cerebro para observar los estados fisiológicos, las reacciones emocionales, la actividad epiléptica anormal y los efectos de la administración de medicamentos. La estimulación programada a largo plazo del cerebro puede utilizarse con múltiples fines para inducir respuestas autonómicas, somáticas y del comportamiento, para modificar la «sintonización» funcional de determinadas zonas cerebrales y para influir en los sistemas inhibitorios.

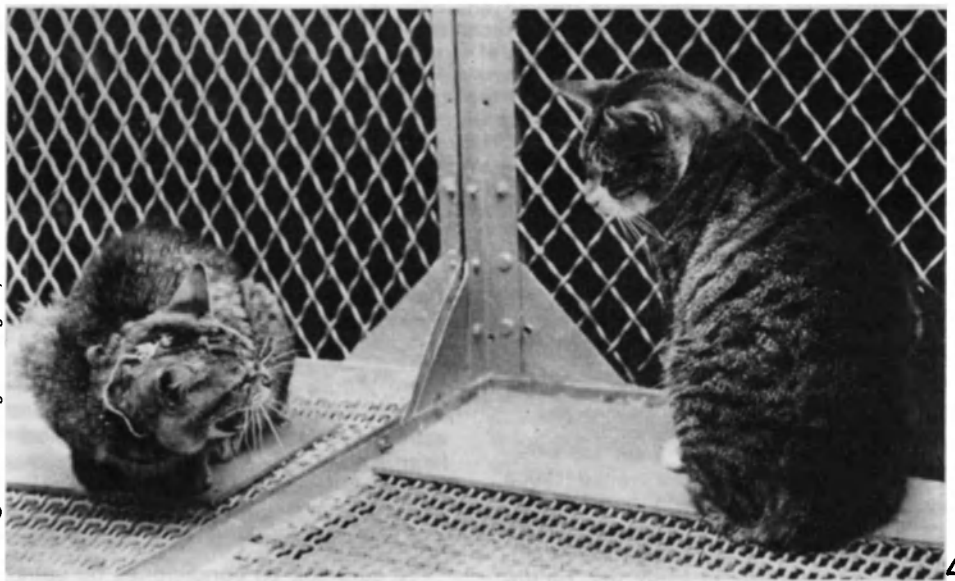
Este último procedimiento ha demostrado ser útil en el tratamiento de dolores agudos, como en el caso del paciente que aparece en la foto nº 7 (página 30). Es éste un método mucho más adecuado y eficaz que la cirugía cerebral, ya que evita la destrucción de centros cerebrales, y ha sido



3

Los experimentos con gatos y monos muestran que, gracias a la estimulación eléctrica de su cerebro, se puede conseguir de un animal que mueva diferentes partes de su cuerpo. Arriba, la estimulación eléctrica de la corteza motora izquierda de un gato da por resultado la flexión de la pata trasera derecha.

Abajo, la estimulación del hipotálamo lateral del cerebro hace que un gato apacible (a la izquierda en la foto superior) se vuelva violento y agresivo y ataque a los demás gatos que se hallan en la jaula (foto inferior).



4



5

Fotos © J. M. Rodríguez Delgado, Madrid



6

Fotos © J.M. Rodríguez Delgado, Madrid

Gracias a los dispositivos miniaturizados creados recientemente por el Dr. Rodríguez Delgado y su equipo, se han ampliado considerablemente las aplicaciones de la estimulación eléctrica del cerebro con fines de investigación científica y de tratamiento médico. Este chimpancé (6) tiene implantado en el cráneo un minúsculo transmisor-receptor de radio, el «estimoceptor» (invisible en la foto), el cual permite una comunicación en ambos sentidos entre el cerebro del animal y una computadora. (8) Estimoceptor implantado bajo la piel de una cabra: gracias a una bobina externa especial (instrumento en forma de anillo sujeto al cuerno) puede transmitirse una corriente eléctrica y una información en ambos sentidos a través de la piel intacta. (7) Paciente sometido a una prueba psicológica, con un estimoceptor implantado bajo el cuero cabelludo. La radioestimulación transdérmica (a través de la piel) de determinados puntos del cerebro ha demostrado ser eficaz en el tratamiento de los dolores intolerables.



7



8

► empleado con éxito en casos de dolor tenaz.

**Mirando al futuro.** Una de las posibilidades de la tecnología transdérmica que hasta ahora ha sido poco explorada es el envío de información directamente a las vías o a las zonas receptoras del cerebro cuando los receptores sensoriales periféricos se hallan dañados. Entre las aplicaciones pre-visibles de la bioelectrónica actual figuran las de dar la vista a los ciegos y el oído a los sordos, aunque seguiría siendo difícil proporcionarles una información sensorial adecuada.

Los estimoceptores transdérmicos permiten el registro y la estimulación simultáneos de las funciones cerebrales, posibilitando el establecimiento de procesos de retroalimentación y de programas de excitación a voluntad con la ayuda de una computadora. Una hipótesis razonable es la de que pueden transmitirse señales directamente del cerebro de una persona al de otra sin que intervengan sus órganos sensoriales.

El reconocimiento de un tipo determinado de ondas cerebrales utilizado

como medio para provocar la estimulación automática de determinadas estructuras cerebrales permitiría modificar la actividad cerebral, así como los comportamientos que ella determina, ofreciendo grandes posibilidades a la terapéutica y a la investigación.

Ya estamos en condiciones de construir una computadora microscópica que puede ser implantada subcutáneamente, capaz de recibir, analizar y devolver la información al cerebro para establecer así conexiones artificiales entre determinadas zonas del sistema nervioso.

**Limitaciones del control del cerebro.** A pesar de sus logros espectaculares, la aplicación de la electrónica al cerebro tiene importantes limitaciones que hacen prácticamente imposible el temido control remoto del comportamiento. La excitación eléctrica es un estímulo uniforme e indiferenciado que activa las funciones cerebrales preexistentes pero no es capaz de crearlas. La aplicación de una corriente eléctrica a través de electrodos no puede compararse con la codificación de la información que se lleva a cabo en los receptores sensoriales del cerebro.

En general, aceptamos la influencia de los medios modernos de comunicación, de la educación y de la enseñanza como parte de la vida «normal» sin percatarnos de que, como han demostrado recientes investigaciones, las excitaciones sensoriales circulan como señales codificadas dentro de las vías cerebrales y ejercen una influencia decisiva en la conformación anatómica de las neuronas, en la química cerebral y en la estructuración del cerebro, de la mente y de la personalidad. El lenguaje, los sistemas de respuestas emocionales y de comportamiento, las creencias y la cultura se aprenden por medio de la vista y del oído, pero no pueden ser introducidos en el cerebro por medio de electrodos y de computadoras.

En todo caso, la investigación sobre el cerebro nos lanza un desafío comparable al de la exploración del átomo o del Universo, ya que la posibilidad de comprender los mecanismos mentales y de influir sobre ellos nos permitiría gobernar de manera inteligente y razonable la fuente de todas las actividades humanas.

*José M. R. Delgado*

# NUESTROS DOS CEREBROS *(Viene de la página 16)*

De ahí que hayamos de distinguir dos formas de comunicación en el discurso humano: la comunicación verbal, puramente humana, cuya aparición es reciente en el marco de la evolución y que está gobernada por el hemisferio izquierdo; y los elementos prosódicos, que compartimos con los animales, cuyo origen es más antiguo y que dependen del funcionamiento del hemisferio derecho.

Nuestro estudio ha demostrado que la actividad de cada hemisferio aislado va asociada con una gama particular de estados emocionales, correspondiendo los positivos al hemisferio izquierdo y los negativos al derecho. Es éste un fenómeno inesperado, sobremanera difícil de explicar. Lo más que podemos decir por ahora es que esta «divergencia» de las emociones se halla probablemente ligada más estrechamente al pensamiento abstracto, es decir, a una tonalidad negativa inherente al pensamiento mediante imágenes.

La causa de tal relación entre estados emocionales, formas de pensamiento y actividad de los hemisferios cerebrales podría encontrarse en la evolución, en la manera como se desarrolló la actividad mental. El científico soviético N.N. Traugott, que ha estudiado los principios generales de la debilitación y la restauración de las funciones mentales en los estados patológicos agudos del cerebro, ha logrado demostrar que los sectores más primitivos, en sentido evolutivo, de la actividad mental, tardan en debilitarse más que los otros y se restauran antes. Se ha observado también que, cuando la actividad mental se deprime, las reacciones emocionales que primero desaparecen son las positivas, siendo, en cambio, las negativas las últimas que se desvanecen. Cuando se restaura la actividad cerebral, el proceso es el inverso. Hay, pues, razones para pensar que, en la cronología de la evolución las emociones negativas precedieron a las positivas. Contribuye a corroborar esta idea la siguiente observación: los niños pequeños expresan emociones negativas antes de que surjan en ellos las positivas.

Hemos visto que los componentes más antiguos de cuantos intervienen en la palabra hablada están asociados al funcionamiento del hemisferio derecho. Ahora constatamos que las emociones más primitivas se hallan también asociadas a la actividad de este hemisferio. Y no debe creerse que los mecanismos de las emociones estén localizados en la corteza, es decir, en la parte más superficial de los hemisferios cerebrales. Por el contrario, las reacciones emocionales se vinculan con la actividad de los tejidos cerebrales profundos: los núcleos subcorticales.

El estudio de personas en las que sólo un hemisferio se halla en actividad

permite comprender que cada hemisferio tiene su memoria particular y posee sus «archivos» propios. Tanto los fisiólogos como los psicólogos son conscientes de que la memoria no es esencialmente un depósito pasivo, en el que los materiales usados quedan almacenados durante largo tiempo. Tenemos la convicción de que cada tipo de pensamiento utiliza archivos particulares situados en su propia «demarcación». Evidentemente, los archivos del hemisferio derecho contienen la memoria específica de los fenómenos individuales y proceden de una etapa evolutiva anterior a la propia de sus homónimos del hemisferio izquierdo, que son los archivos verbales.

Los niños poseen ya una memoria de las imágenes antes de que comiencen a hablar. Cuando la actividad del cerebro experimenta una fuerte depresión, la memoria verbal queda afectada con anterioridad a la de las imágenes y se recupera posteriormente, circunstancia que contribuye a dar solidez a la idea de que la memoria de las imágenes es anterior a la memoria verbal en el plano de la evolución.

Así, pues, los componentes más antiguos de las funciones mentales complejas —lenguaje, memoria y emociones— se hallan asociados al hemisferio derecho. Pero el pensamiento a base de imágenes es anterior al pensamiento verbal abstracto.

Nos asemejamos a nuestros hermanos animales por la percepción exacta y compleja que tenemos de los fenómenos concretos que constituyen nuestro entorno.

En cambio, lo que nos sitúa por encima de todas las criaturas vivientes es nuestra capacidad para el pensamiento abstracto. Son, pues, las funciones ejercidas por el hemisferio izquierdo las que han izado a la humanidad hasta su posición predominante en la escala de la evolución. Podríamos decir, muy aproximativamente, que los animales poseen dos hemisferios derechos. Lo que, naturalmente, no quiere decir que situemos al mismo nivel el hemisferio derecho del cerebro humano y los hemisferios cerebrales de los animales, incluidos los superiores.

Y así pasamos a una de las cuestiones más fascinantes de todas cuantas pueden plantearse en un estudio como éste: ¿Cómo pudo producirse el funcionamiento asimétrico del cerebro humano? ¿Cómo se las arregló el cerebro animal, anatómica y funcionalmente simétrico, para transformarse en un cerebro humano, funcionalmente asimétrico? Digamos, ante todo, que no existe una respuesta categórica a tan gran interrogante. El surgimiento de la asimetría funcional sigue siendo cuestión de conjeturas. El problema presenta dos aspectos.

En primer lugar, podemos preguntarnos por qué esas funciones nuevas y específicamente humanas, como son el lenguaje y el pensamiento abstracto, tienen por base exclusivamente el hemisferio izquierdo. Según la opinión más generalizada, el desarrollo de las nuevas funciones en el hemisferio izquierdo tiene su explicación en la primacía de la mano derecha (controlada por el hemisferio izquierdo) para el trabajo. Se ha señalado, en este sentido, que los monos superiores, nuestros parientes más cercanos en el mundo animal, destinan una de sus extremidades superiores a una función más importante que la otra en la ejecución de acciones motrices complejas.

Ciertamente, esta hipótesis necesita otras apoyaturas. Hay pues que esperar a que se efectúen algunas investigaciones complementarias. Un investigador norteamericano, R. Duthy, descubrió hace poco que en el mono Rhesus existe ya una pequeña disparidad en lo relativo al control de ciertos comportamientos complejos por parte de los hemisferios cerebrales. Si es así, podemos suponer razonablemente que las condiciones previas a la especialización funcional de los hemisferios se daban ya en nuestros lejanos antepasados primates. Con toda probabilidad, una evolución selectiva del hemisferio izquierdo tuvo lugar durante las primeras etapas del desarrollo humano. Por las razones que fueran, la comunicación verbal estuvo asociada desde sus comienzos a la actividad de este hemisferio.

En su segundo aspecto el problema puede formularse así: ¿Cuáles han podido ser las consecuencias de la vinculación entre el hemisferio izquierdo y la aparición del lenguaje? Contamos con un hecho demostrado: cuando un sector particular del cerebro adquiere nuevas y más complejas funciones, las funciones antiguas, antes características de ese sector, quedan suprimidas y se tornan rudimentarias. Este fenómeno debió de producirse evidentemente al surgir la comunicación verbal. Las funciones asociadas a las imágenes en el hemisferio izquierdo, herencia de nuestros antepasados animales, dejaron de ejercitarse y, en consecuencia, se atrofiaron. El hemisferio derecho evolucionó paralelamente, pero su evolución no hizo otra cosa que perpetuar, mejorándolas, las funciones heredadas de los antepasados animales. El pensamiento en imágenes se hizo más complejo y evolucionado.

Es interesante anotar que el proceso en virtud del cual las funciones se repartieron progresivamente entre los dos hemisferios puede observarse en el niño de corta edad. Como hemos visto, el desarrollo individual de un organismo es una especie de «drama» histórico, una repetición acelerada de toda la evolución animal. El último acto del drama se interpreta ante nues-

►tros ojos, tras el nacimiento. Cuando el niño viene al mundo, posee en cierto modo dos hemisferios derechos, pues carece todavía de hemisferio verbal. Los biólogos canadienses Wilder Penfield y Lamar Roberts han demostrado que es durante los dos primeros años de la vida cuando ambos hemisferios se diferencian entre sí. Sólo con la edad se produce en el niño, si goza de buena salud, este reparto de «zonas de influencia». Sin embargo, no siempre ocurre así, ya que casi una persona de cada tres posee hemisferios cerebrales que no han logrado adquirir una especialización funcional perfectamente marcada.

Lo más frecuente es, pues, que la especialización de los hemisferios se efectúe tras el nacimiento; poco a poco, una línea de demarcación se va estableciendo entre el mecanismo de pensamiento por imágenes y el del pensamiento abstracto. Además, se ha constatado que la personalidad y la estructura psicológica están en función del mecanismo que se erige en predominante. Pavlov hablaba ya de estos dos tipos de personalidad: «La experiencia nos muestra claramente que existen dos categorías de individuos: los artistas y los pensadores, que se diferencian de manera tajante. Los artistas abarcan la realidad en su conjunto, como una entidad viviente, completa e indivisible. Por su parte, los pensadores disecan la realidad, reduciéndola temporalmente a un esqueleto. Después reúnen progresivamente los pedazos e intentan volver a insuflarles vida.»

En tiempos de Pavlov, los científicos carecían de información sobre la especialización funcional de los hemisferios cerebrales. Hoy, en cambio, contamos con la información necesaria. Los «artistas» son personas en las que el hemisferio derecho, el que gobierna el pensamiento por imágenes, es más activo y poderoso y, por tanto, predominante. Por su parte, los «pensadores» son aquellas personas en quienes prevalece el hemisferio izquierdo, que gobierna el pensamiento abstracto.

Hasta aquí hemos venido considerando la actividad de cada hemisferio aisladamente, como si el hombre poseyera dos cerebros separados, inconexos. En realidad, toda actividad mental normal supone que los dos hemisferios trabajan juntos. De ahí que los neurofisiólogos hablen de interacción entre ambos hemisferios. ¿Qué significa esto?

El individuo «dextrohemisférico» percibe el mundo en toda su riqueza y diversidad. Pero, al ser incapaz de pensar teóricamente, no le es posible analizar sus impresiones, establecer entre ellas relaciones lógicas ni clasificarlas en categorías especiales. De ahí que la riqueza de sus impresiones sea infructuosa. Cuando el hemisferio izquierdo es el único que funciona, el mismo individuo conserva su poder analítico, es capaz de generalizar y, en consecuencia, domina los concep-

tos lógicos; en cambio, es incapaz de utilizar estas facultades, puesto que carece de impresiones que analizar y de las que partir para alcanzar generalizaciones. Evidentemente, sólo cuando los dos hemisferios funcionan simultáneamente, es decir cuando los mecanismos del pensamiento por imágenes y el pensamiento abstracto se encuentran conectados de una manera o de otra, resulta posible una plena captación concreta y conceptual, al mismo tiempo, de los fenómenos que constituyen el mundo circundante.

Pero nuestras observaciones han puesto también de manifiesto otro aspecto del problema: cuando el hemisferio derecho está inactivo, la actividad verbal se vuelve más fluida y fácil, es decir aumenta la actividad del hemisferio izquierdo.

Si este último, en cambio, es el que permanece inactivo, el aumento de actividad se produce en el hemisferio derecho y, por consiguiente, la percepción de las imágenes se fortalece. De lo cual debemos sacar la siguiente conclusión; en estado normal, cada hemisferio inhibe en cierta manera la actividad del otro.

No podemos, pues, considerar cada uno de los dos hemisferios con independencia del otro. Entre ambos existen relaciones complejas y paradójicas. Por un lado, cooperan en el trabajo cerebral y, cada uno de acuerdo con sus capacidades, se complementan reciprocamente. Pero, por otro lado, rivalizan de tal manera que parece como si intentasen impedirse trabajar recíprocamente. Pero así como es fácil comprender la cooperación y la complementariedad, resulta en cambio oscuro el sentido de esa rivalidad. Intentaremos aclarar el problema.

En el sistema nervioso, toda estimulación va acompañada de una inhibición. El proceso inhibitorio impide al estímulo alcanzar sectores que no deben ser activados. Para lograrlo, reduce su intensidad, dejándole sólo la fuerza precisa para provocar el efecto deseado y reprimiéndole cuando este efecto ya no es necesario. Si no se produjera el proceso inhibitorio, la actividad del sistema nervioso se convertiría en un caos, carecería de todo control y acabaría destruyéndose a sí misma.

De ahí que, cuanto más complejas sean la estructura y las funciones de un sector dado del cerebro, tanto más complejos serán los mecanismos inhibitorios. Es evidente que esos mecanismos poseen una singular importancia para los sectores «nobles» del cerebro humano. De hecho, cada hemisferio cerebral cuenta con sus propios mecanismos de inhibición, formados por cadenas de neuronas especializadas. Además, se halla sometido a la influencia inhibitoria de los núcleos subcorticales. Y, por último, hoy sabemos que cada hemisferio está sujeto a las acciones inhibitorias del otro.

Pero la acción inhibitoria mutua de ambos hemisferios tiene otra función

más, ésta de carácter específico. Para que el individuo reaccione de manera apropiada a las circunstancias cambiantes y diversas de la vida cotidiana, las actitudes de los dos hemisferios han de combinarse, de tal forma que unas veces empleen al máximo las capacidades de uno y otras las del otro.

Cuando un matemático maneja conceptos tales como un espacio de varias dimensiones o un número imaginario, su pensamiento recorre un camino sobremano abstracto. En cambio, cuando ese mismo hombre ha de afrontar una situación de urgencia mientras conduce su automóvil, es capaz de reaccionar inmediatamente ante el espacio real y los objetos reales y, en consecuencia, evitar un accidente elevando al máximo su capacidad de percepción de las imágenes. La interacción de los hemisferios es una garantía de que siempre contaremos con recursos en reserva, porque nos permite mantener un delicado y precioso equilibrio entre sus actividades.

Esto quizá nos permita responder a otra cuestión irritante, acerca del papel de la asimetría funcional y de las ventajas que el cerebro obtiene de ella. La naturaleza se desembaraza implacablemente de todo cuanto no es ventajoso para el organismo; en cambio, selecciona y preserva celosamente todo lo que resulta beneficioso para él. Para poder utilizar los dos mecanismos individualmente, es indispensable que estén separados y situados en partes distintas del cerebro. De esta manera, la intensificación de determinadas facultades no acarreará la de las restantes.

La interacción complementaria de los dos hemisferios tiene por objeto asociar sus capacidades. Su recíproco control permite mantener el equilibrio entre capacidades diferentes y hacer subir o bajar, según los casos, uno de los platillos de la balanza, de acuerdo con las necesidades de un momento dado.

Es, pues, un error hablar de hemisferio dominante y hemisferio subsidiario. No hay un hemisferio cerebral «mayor» ni otro «menor». El hemisferio derecho sirve de base al pensamiento por imágenes y capta el mundo de los fenómenos en toda su riqueza y variedad. El hemisferio izquierdo es la base del pensamiento abstracto, que investiga y descubre en ese mundo una armoniosa red de causas y efectos. Un ser humano sólo puede utilizar plenamente sus facultades mentales cuando los dos hemisferios de su cerebro operan a la par, en un equilibrio perfecto y sin altibajos.

Vadim L. Deglin



## LIBROS RECIBIDOS

- **Historias de amor**  
por Adolfo Bioy Casares  
Alianza Editorial, Madrid, 1975
  - **Cuentos completos**  
de Ezequiel Martínez Estrada  
Alianza Editorial, Madrid, 1975
  - **Introducción a la ecología**  
por Philippe Dreux  
Alianza Editorial, Madrid, 1975
  - **La teoría económica del imperialismo**  
por Michael Barratt Brown  
Alianza Editorial, Madrid, 1975
  - **Economía del urbanismo**  
por Harry W. Richardson  
Alianza Editorial, Madrid, 1975
  - **Comercio y especialización**  
por Ronald Findlay  
Alianza Editorial, Madrid, 1975
  - **Política de balanza de pagos**  
por B. J. Cohen  
Alianza Editorial, Madrid, 1975
  - **La nueva contabilidad**  
por Enrique Ballester  
Alianza Editorial, Madrid, 1975
  - **Conocimiento y dialéctica**  
por Bruno Liebrucks  
Revista de Occidente, Madrid, 1975
  - **La burguesía en la Francia del siglo XVIII**  
por Elinor G. Barber  
Revista de Occidente, Madrid, 1975
  - **Gandhi: verdad y no-violencia**  
Edición a cargo de T. K. Mahadevan  
Edición original: Unesco, 1970  
Edición española: Ediciones Sigueme  
y Sociedad de Educación Atenas,  
Madrid, 1975
  - **Don Pedro el Cruel**  
por Gonzalo Moya  
Ediciones Júcar, Madrid, 1975
  - **Voltaire y el siglo XVIII**  
por Antonio Espina  
Ediciones Júcar, Madrid, 1975
- PREMIOS «CASA DE LAS AMERICAS» 1975**  
La Habana, Cuba
- **La canción de nosotros**  
por Eduardo Galeano
  - **Mascaró, el cazador americano**  
por Haroldo Conti
  - **Definición del olvido**  
por Leonardo Carvajal Barrios
  - **Las raíces de la ira**  
por Carlos Bastidas Padilla
  - **Oh buenas maneras**  
por Omar Lara
  - **Dar la cara**  
por Manuel Orestes Nieto
  - **Relevo 1923**  
por Jorge Goldenberg
  - **Pequeños animales abatidos**  
por Alejandro Sieveking
  - **Por estos santos latifundios**  
por Guillermo Maldonado Pérez
  - **El ideario literario y estético de José Martí**  
por Hans-Otto Dill
  - **Aquí se habla de combatientes y de bandidos**  
por Raúl González de Cascorro

# LATITUDES Y LONGITUDES

## FALLECIMIENTO DEL SEÑOR RENE MAHEU

El señor René Maheu, quien fuera director general de la Unesco de 1962 a 1974, falleció en París el 19 de diciembre de 1975. De nacionalidad francesa, el ex director general ingresó en la secretaría de la Organización en 1946. « Con profundo pesar me he enterado de la muerte del señor René Maheu », declaró el señor Amadou-Mahtar M'Bow, director general de la Unesco, ante el anuncio del fallecimiento de su predecesor.

«Habiendo trabajado junto a él como subdirector general, pude apreciar sus elevadas cualidades intelectuales y el extraordinario dinamismo que puso al servicio de la Unesco y de la comunidad internacional.

«Su muerte constituye una pérdida para la Organización y para todo el sistema de las Naciones Unidas.

«Profundamente consciente de la evolución del mundo moderno, movido por un afán de justicia y de dignidad humana, no escatimó esfuerzo alguno para que la Unesco aportase, en las esferas de su competencia, la más activa contribución a los pueblos hasta entonces oprimidos que alcanzaban su independencia. Su filosofía humanista que aplicó con fervor jamás desmentido, se orientaba al advenimiento de una civilización que, respetando la particularidad de cada pueblo, fuera —según una expresión que le era cara— una «civilización de lo universal».

«Querría, por último, rendir homenaje al valor de un hombre que, aun sabiendo desde hace algunos años que estaba afectado por una grave enfermedad, jamás abandonó su combate.»



Foto Roger Lesage-Unesco

## Llamamiento en favor de la Universidad de las Naciones Unidas

El Consejo Ejecutivo de la Unesco, reunido en París, ha hecho un llamamiento a los gobiernos y a las organizaciones privadas de sus Estados Miembros a fin de que contribuyan a la constitución del fondo económico necesario para el funcionamiento de la Universidad de las Naciones Unidas, radicada en Tokio. El Consejo Ejecutivo declaró que la única manera de garantizar que la nueva universidad tenga un carácter realmente internacional y goce de autonomía en materia de enseñanza es poner a su disposición los importantes recursos financieros que necesita. La Universidad, patrocinada conjuntamente por las Naciones Unidas y la Unesco, concentrará sus trabajos en torno a los problemas del hambre en el mundo, los recursos naturales y el desarrollo del hombre y de la sociedad.

## Nuevas contribuciones para salvar Venecia

Irán acaba de hacer un donativo de 30 millones de liras para la restauración del Arsenal de Venecia. Por su parte, Bélgica contribuye a la salvaguardia de los monumentos venecianos mediante la emisión de un sello de correos en una colección especial sobre temas culturales.

## La computadora al servicio de la arqueología

Para ensamblar los fragmentos de edificios o monumentos que el tiempo ha reducido a pedazos, los arqueólogos han empleado hasta ahora un procedimiento parecido al de armar un rompecabezas. Actualmente, un experto de la Unesco, el arqueólogo belga Raymond Lemaire, espera poder reducir el tiempo que requiere ese minucioso proceso sirviéndose de una computadora para acelerar la reconstrucción de la antigua ciudad romana de Jerash, en Jordania.



## Calendario de la Unesco para 1976

El calendario de la Unesco para 1976 está dedicado al «Hábitat», tema de la gran conferencia internacional de las Naciones Unidas sobre los asentamientos humanos que se celebrará en Vancouver (Canadá) del 31 de mayo al 11 de junio de 1976. Publicado por la Unesco en colaboración con la Comisión Nacional de Polonia, el calendario es obra del artista polaco Josef Mroszczak, profesor de la Academia de Bellas Artes de Varsovia. (Para cualquier pedido o información, puede escribirse a: Oficina de Información Pública, Unesco, Place de Fontenoy, 75700 París.)

## Nuevo presupuesto para Borobudur

Actualmente se estima en 11.870.000 dólares el costo de los trabajos necesarios para salvar Borobudur, el gran templo budista de Indonesia, lo que supone un aumento del 53% en relación con los cálculos iniciales hechos en 1972. El Director General de la Unesco, señor Amadou-Mahtar M'Bow, ha pedido a los Estados Miembros que hagan contribuciones hasta que puedan reunirse los 800.000 dólares que aun faltan para completar los cinco millones que se comprometió a entregar la Organización.

# Los lectores nos escriben

## EN DEFENSA

### DE LOS ANIMALES SALVAJES

Soy lector de *El Correo de la Unesco* desde hace algunos años y, dado el aprecio que me merecen la excelencia y la variedad de sus artículos, me agradecería que volvieran a ocuparse de la situación de los animales salvajes (véase *El Correo de febrero de 1965*).

Se trata de un problema urgente. La revista podría contribuir a hacer que el mundo tomara conciencia de la destrucción de los animales salvajes —ya sea para el comercio y la industria, o para las exposiciones pseudocientíficas de los parques zoológicos, o para la satisfacción del «placer» primario y sangriento de la caza, etc.—, problema que reviste un carácter dramático y, en algunos casos, irreversible.

Pascal Giral  
Nancy, Francia

### LOS MICROBIOS Y NOSOTROS

Hace ya muchos años que leo regularmente *El Correo de la Unesco* y he sentido el deseo de hacerles llegar mis observaciones, generalmente elogiosas e incluso entusiastas.

Acabo de leer con particular satisfacción el número de julio de 1975 («Al microbio, la ciencia agradecida») en el que la revista trata de un tema que no es fácil ver en otras publicaciones, a saber, la función que desempeñan los microbios en la economía del mundo orgánico.

Prof. Ernest Kahane  
La Ferté-Allais, Francia

### DEMOGRAFIA Y EXPLOTACION

Soy asiduo lector de *El Correo de la Unesco* y he leído desde la primera hasta la última página de los números correspondientes a mayo y a julio-agosto de 1974, dedicados al «Año Mundial de la Población».

Pienso al respecto que la expresión «explosión demográfica» ha sido y es utilizada para justificar el hambre, la miseria, la mortalidad infantil y, en resumen, el subdesarrollo.

La insistencia con que se habla de los altos índices de natalidad y de la multiplicación rápida de la humanidad, tiende a suscitar la inquietud por la alimentación de cada uno de los seres que nacerán dentro de unos años. Pero esa propaganda no dice que por cada vida nueva hay dos brazos más para la producción de bienes materiales y para garantizar el sustento de la población.

La solución del problema demográfico de los países subdesarrollados entraña, en el fondo, la ineludible necesidad de una transformación social que los haga dueños de sus recursos naturales y que los libere de la explotación económica y de la dominación política.

Considero que el artículo «La hora de la verdad», de Boris Ulanis, es el que mejor plantea el problema. Al respecto, el demógrafo soviético afirma que en algunos países es necesario reducir la natalidad, pero luego agrega: «Al progresar la cultura, aumentar la importancia de la mano de obra femenina, reducirse la mortalidad infantil, ampliarse

el sistema de seguros sociales y desaparecer los vestigios del pasado, los matrimonios se orientarán hacia un tipo de familia reducida».

Cabe, pues, decir en resumen que la miseria, el raquitismo y la crisis de alimentos no han sido ni serán jamás la causa fundamental del crecimiento de la población sino que constituyen, sin duda, el resultado de la explotación que asfixia a los países subdesarrollados.

Hernán Toledo Sosa  
Zaza del Medio, Cuba

### EL SAHEL EN LA ESCUELA

Les felicito por el número de abril de 1975, dedicado íntegramente al problema del hambre en El Sahel. Lo leí con suma atención y tuve la idea de redactar una exposición sobre ese tema, bien acogida por mi profesor.

Jocelyne Lespert  
(13 años)  
Chaudron, Francia

### UNA DECLARACION

#### DE DERECHOS DE LA VEJEZ

Les agradecería mucho que dedicaran un número de su revista a los seres humanos que están envejeciendo y que en gran parte de nuestro mundo viven solos, aislados y abandonados. Basándome en el informe de la reunión del grupo de expertos sobre el envejecimiento, celebrada en la sede de las Naciones Unidas del 6 al 17 de mayo de 1974, me parece que sería necesaria una nueva Declaración de Derechos Humanos a favor de estas personas en vista de que la Declaración de las Naciones Unidas del día 10 de diciembre de 1948 no tomó en cuenta el incremento demográfico de las personas de edad.

José Stern  
México, D.F.

### LA MUJER, SI, PERO...

Me parece lógico que con ocasión del Año Internacional de la Mujer *El Correo de la Unesco* se interese por lo que su celebración podría representar para el sexo femenino y por las consecuencias que puede acarrear. Creo que para ello bastaba el número de marzo de 1975. De ahí que me haya disgustado que también el número de agosto-septiembre se dedicara al mismo tema.

Con ello no quiero en modo alguno afirmar que no merezca la pena ocuparse de la situación de las mujeres en el mundo entero, sino que este «Año Internacional de la Mujer» ha adquirido un carácter demasiado «publicitario» en beneficio no sé de qué ni de quién, pero en ningún caso de las mujeres: a la mayor parte de las entrevistadas al respecto no les parece que en 1975 se haya producido cambio alguno en su vida respecto a 1974.

Si a partir del momento en que se estudia la condición de la mujer se considera igualmente la del hombre, ¿por qué no hacer entonces una encuesta sobre la condición humana?

Richard Gaty  
Bonne, Francia

### ¿ MASCULINO, FEMENINO O NEUTRO?

Al excelente número de *El Correo* titulado «Hacia la liberación de la mujer» (agosto-septiembre de 1975) sólo puede reprochársele el artículo «¿Masculino, femenino o neutro?» de Aron Belkin, quien se cree con derecho a afirmar cuáles son las funciones propias de los varones y las de las mujeres, y a darnos una imagen del padre «fuerte, audaz, severo, resuelto», como corresponde al hombre, mientras la madre ha de ser, como mujer, «dulce, acariciadora y sensible».

El autor comete además la atrocidad psicológica de poner al mismo nivel el alcoholismo y el uso indebido de estupefacientes (que son nocivos) y la homosexualidad (que no lo es).

Por mi parte, considero que cualquier tipo de liberación, ya sea política o sexual, se basa en la posibilidad de que los individuos disfruten de la mayor libertad posible, y que, por tanto, puedan existir tanto hombres tiernos como mujeres fuertes, heterosexuales y homosexuales.

Stan Kohls  
Riverside, California

### UNA «FEMINISTA» POCO RECOMENDABLE

Soy feminista convencido, por lo cual no puedo menos de sentirme orgulloso e identificado con *El Correo de la Unesco* de agosto-septiembre de 1975, dedicado al problema de la emancipación de la mujer.

Pero tampoco puedo dejar de hacer notar la falta que en él se observa de, al menos, una alusión al «pensamiento» de esa fabulosa feminista que se llama Esther Vilar.

Moisés  
León, España

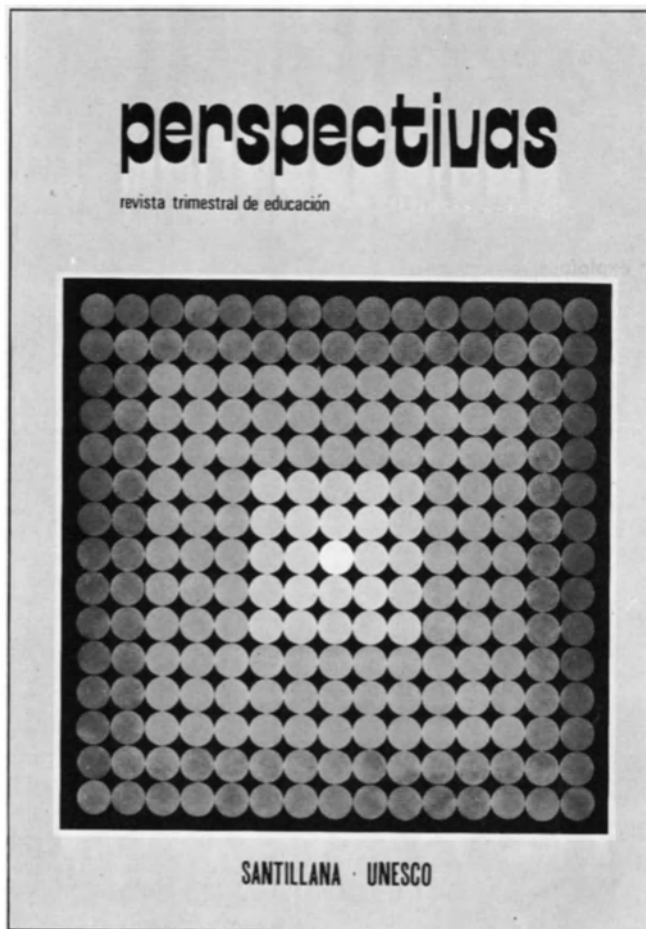
### LA CULTURA Y LA LENGUA DE LOS GITANOS

He leído con particular satisfacción el artículo de Arthur R. Ivatts sobre las nuevas perspectivas que la educación brinda a los gitanos en el mundo moderno (*El Correo de la Unesco* de noviembre de 1974).

El Consejo Nacional de Educación de los Gitanos, que es el organismo del Reino Unido que refleja las opiniones de los maestros y padres de familia de ese pueblo, viene sosteniendo desde 1970 que «la cultura gitana posee una rica tradición y puede contribuir eficazmente a la vida y al trabajo en la escuela».

¿No podría la Unesco cooperar a la producción en escala internacional de libros y materiales pedagógicos para la educación de los gitanos y de los nómadas y a estimular la obra prometedora de los novelistas y poetas que han comenzado a aparecer en las capas recientemente educadas de la sociedad gitana?

T. A. Acton  
Secretario Honorario del  
Consejo Nacional para la  
Educación de los Gitanos  
Londres



Los lectores que se interesen por la revista deben dirigirse a: Santillana S.A., calle Elfo 32, Madrid 27, España.

Suscripción anual: 350 pesetas  
Número suelto: 100 pesetas

## La reforma de la educación en China vista por los chinos

**Número especial de PERSPECTIVAS, revista de educación de la Unesco**

En su último número (vol. V, nº 4, 1975) *Perspectivas* ofrece a sus lectores, en nueve artículos inéditos escritos todos por autores chinos, un panorama completo de la reforma de la educación en China.

En los diversos artículos se estudian los aspectos de la educación que los chinos consideran esenciales, presentándose datos nuevos, y de primera mano, sobre la manera como se ha llevado a cabo la escolarización fuera de la escuela, en las fábricas y en los campos.

Cada número de *Perspectivas* ofrece un amplio panorama de los problemas actuales de la educación en todo el mundo y, en particular, de las innovaciones y reformas en la materia. Así, en números recientes se han abordado temas tales como "la educación en los países menos desarrollados", "la enseñanza en la sociedad", "la educación femenina", etc.

La revista, de carácter trimestral, aparece en español, inglés, francés y árabe. La edición castellana se publica conjuntamente por la Unesco y la editorial madrileña Santillana.

## Para renovar su suscripción y pedir otras publicaciones de la Unesco

Pueden pedirse las publicaciones de la Unesco en todas las librerías o directamente al agente general de ésta. Los nombres de los agentes que no figuren en esta lista se comunicarán al que los pida por escrito. Los pagos pueden efectuarse en la moneda de cada país

★

**ANTILLAS HOLANDESAS.** C.G.T. Van Dorp & C<sup>o</sup>. (Ned. Ant.) N.V. Willemstad, Curaçao. — **ARGENTINA.** Editorial Losada, S.A., Alsina 1131, Buenos Aires. — **REP. FED. DE ALEMANIA.** Todas las publicaciones: Verlag Dokumentation, Pörsenbacher Strasse 2, 8000 München 71 (Prinz Ludwigshöhe). Para « UNESCO KÜRIER » (edición alemana) únicamente: Vertrieb Bahrenfelder Chaussee 160, Hamburg-Bahrenfeld, C.C.P. 276650. — **BOLIVIA.** Los Amigos del Libro, Casilla postal 4415, La Paz; Casilla postal 450, Cochabamba. — **BRASIL.** Fundação Getúlio Vargas, Serviço de Publicações, caixa postal 21120, Praia de Botafogo 188, Rio de Janeiro, GB. — **COLOMBIA.** Librería Buchholz Galería, avenida Jiménez de Quesada 8-40, apartado aéreo 53.750, Bogotá; Distrilibros Ltda., Pro Alfonso García, carrera 4a, Nos. 36-119 y 36-125, Cartagena. J. Germán Rodríguez N., calle 17, Nos. 6-59, apartado nacional 83,

Girardot, Cundinamarca; Editorial Losada, calle 18 A Nos. 7-37, apartado aéreo 5829, apartado nacional 931, Bogotá; y sucursales: Edificio La Ceiba, Oficina 804, Medellín; calle 37 Nos 14-73, oficina 305, Bucaramanga; Edificio Zaccour, oficina 736, Cali. — **COSTA RICA.** Librería Trejos S.A., Apartado 1313, San José. — **CUBA.** Instituto Cubano del Libro, Centro de Importación, Obispo 461, La Habana. — **CHILE.** Editorial Universitaria S.A., casilla 10.220, Santiago. — **REPUBLICA DOMINICANA.** Librería Dominicana, calle Mercedes 45-47-49, apartado de correos 656, Santo Domingo. — **ECUADOR.** Casa de la Cultura Ecuatoriana, Núcleo del Guayas, Pedro Moncayo y 9 de Octubre, casilla de correo 3542, Guayaquil. — **EL SALVADOR.** Librería Cultural Salvadoreña, S.A., Calle Delgado No. 117, San Salvador. — **ESPAÑA.** DEISA - Distribuidora de Ediciones Iberoamericanas, S.A., calle de Oñate 15, Madrid 20; Distribución de Publicaciones del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Vitrubio 8, Madrid 6; Librería del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Egiptacas 15, Barcelona; Ediciones Liber, apartado 17, Ondárroa (Vizcaya). — **ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA.** Unipub, P.O. Box 433, Murray Hill Station, Nueva York N.Y. 10016; Publicaciones en español: Santillana Publishing Company Inc., 575 Lexington Avenue, Nueva

York, N.Y. 10022. — **FILIPINAS.** The Modern Book Co., 926 Rizal Avenue, P.O. Box 632, Manila. D-404. — **FRANCIA.** Librairie de l'Unesco, 7-9, place de Fontenoy, 75700 Paris (C.C.P. Paris 12.598-48). — **GUATEMALA.** Comisión Nacional de la Unesco, 6a. calle 9.27, Zona 1, apartado postal 244, Guatemala. — **HONDURAS.** Librería de la Escuela Superior del Profesorado, Avenida Colón No. 1114, Tegucigalpa, D.C.; Librería Navarro, Calle Real, Comayagua, Tegucigalpa. — **JAMAICA.** Sangster's Book Stores Ltd., P.O. Box 366; 101, Water Lane, Kingston. — **MARRUECOS.** Librairie « Aux Belles Images », 281, avenue Mohammed-V, Rabat. « El Correo de la Unesco » para el personal docente: Comisión Marroquí para la Unesco, 20, Zenkat Mourabidine, Rabat (C.C.P. 324-45). — **MEXICO.** CILA (Centro Interamericano de Libros Académicos), Sullivan 31-bis, México 4 D.F. — **MOZAMBIQUE.** Salema & Carvalho Ltda., caixa postal 192, Beira. — **PERU.** Editorial Losada Peruana, apartado 472, Lima. — **PORTUGAL.** Dias & Andrade Ltda., Livraria Portugal, rua do Carmo 70, Lisboa. — **REINO UNIDO.** H.M. Stationary Office, P.O. Box 569, Londres S.E. 1. — **URUGUAY.** Editorial Losada Uruguay S.A. Librería Losada, Maldonado 1092, Montevideo. — **VE-NEZUELA.** Librería del Este, Av. Francisco de Miranda, 52-Edificio Galipán, apartado 60337, Caracas.

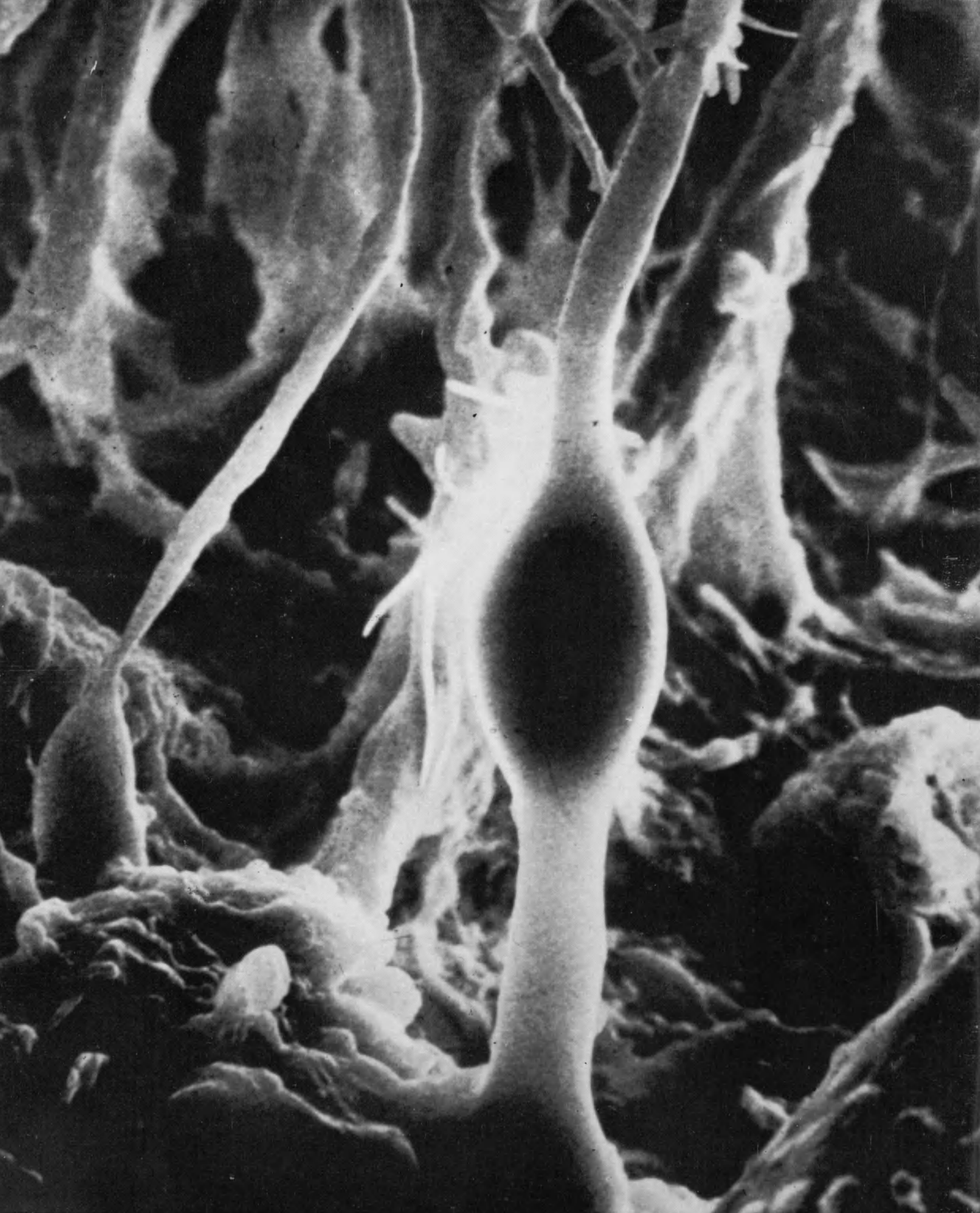


Foto Lennart Nilsson. *Life* © Time Inc., Nueva York

## EN LA SELVA DEL CEREBRO

La utilización de los potentes microscopios electrónicos modernos nos permite descubrir en el cerebro humano «paisajes» tan fantásticos como el de la fotografía aquí reproducida, tomada a través de una minúscula fisura del tejido cerebral. La dificultad mayor con que los investigadores tropiezan en el estudio del cerebro radica en la extrema complejidad de sus mecanismos: baste decir que lo forman unos once mil millones de células nerviosas, las neuronas, que son como los engranajes de nuestra inteligencia. El solo hecho de leer estas líneas provoca millones de impulsos eléctricos en la red de neuronas del cerebro del lector. (Véanse las páginas 14 a 19.)