

HERNÁN ROMERO

LOS PRODIGIOS DEL CEREBRO HUMANO

Superioridad del hombre.

EN CUANTO a físico, el hombre está, más bien, pobremente dotado. En fuerza lo supera la mayoría de los animales de su tamaño; camina torpemente, si se le compara con el gato, por ejemplo; en velocidad no puede competir con el perro o con el ciervo y, como se anotará más adelante, su visión, su audición y su olfato son inferiores a los de muchas criaturas. En una oportunidad creo haber demostrado que es un ser reconstruido y que, desde que adoptó la postura erecta, no ha logrado superar muchos de los inconvenientes que ella implica para el esqueleto y para otras formaciones anatómicas. Lo mortifican así las sinusitis, los desplazamientos de los discos vertebrales, las hernias, el pie plano y otras alteraciones que aparecen como privilegios suyos y como consecuencias de esa aventura. Estas limitaciones quedan más de manifiesto si se considera la perfección evolutiva de otros organismos: la elegante eficiencia para nadar del pez y las acrobacias que ejecutan los pájaros en el aire, la admirable adaptabilidad de los insectos y la sencillez eficiente de un virus. Frente a ellos aparecemos torpes y como si hubiera concebido un modelo bastante defectuoso el escultor o el arquitecto que nos proyectó. Estaríamos bastante mal apercibidos para la lucha con los individuos que ocupan cualquiera de los nichos biológicos del planeta. Hemos logrado señorío sobre toda la naturaleza, sin embargo, gracias a la especialización absolutamente singular que representa el cerebro.

No obstante ser la estructura más compleja del mundo conocido, el cerebro humano ha sido descrito como una masa desaliñada de unos 1.500 gramos que se halla aprisionada en un sitio oscuro y caliente. De color ligeramente rosado y húmedo, da al tacto una sensación co-

mo de goma. La masa, que se califica de encefálica o encéfalo, es enteramente insensible, lo que facilita muchísimo los trabajos experimentales y algunas intervenciones quirúrgicas. Desde el nacimiento hasta la edad adulta crece hasta cuadruplicarse. Rodean al órgano líquidos que lo defienden, en cierta medida, contra los choques y los golpes. Lo envuelven tres membranas de las cuales la más externa es particularmente resistente y queda bien acomodada en una caja de huesos.

El cerebro del chimpancé o del orangután pesa menos de 400 gramos y en el gorila, alrededor de 540, no obstante ser bastante más grande y corpulento que nosotros. En el hombre moderno representa aproximadamente un 50 avo del peso total, frente a un 500 avo para ese orangután. Equivale a decir que cada gramo del cerebro está a cargo de 50 gramos de cuerpo. En los elefantes mayores alcanza a 6 kilogramos y en las ballenas mayores, a 9; pero en ésta constituye un diezmilésimo de su anatomía. Tenemos, eso sí, rivales dignos de considerar. Así los delfines y los puercos de mar o marsopas (del latín *mare* y *sus*, que significan mar y cerdo), que son miembros menores de la familia de las ballenas, poseen encéfalos más grandes (alrededor de 1.700 gramos) y de estructura más elaborada que los humanos. Si bien se dice que esa prominencia tiene poco significado, porque el órgano está orientado en dirección de sus "funciones más inferiores", algunos investigadores y, en especial, John C. Lilly creen haber probado que estos cetáceos poseen modelos de lenguaje tan complicados como los nuestros y que podría haber alguna vez comunicaciones entre ellos y nosotros. Imaginativamente cabría apuntar que cometieron un error trágico al readaptarse a la vida en el mar. En él no se puede usar el fuego cuyo descubrimiento exaltó, por primera vez, al hombre. Más fundamentalmente todavía, la locomoción veloz en un medio tan viscoso como el agua salada requirió una forma escueta y los obligó a renunciar a los brazos y a las manos con que nosotros exploramos y manipulamos el ambiente y las cosas.

En una figura que, probablemente, resulta mejor en alemán, Goethe comparó al encéfalo con una flor que corona un tallo muy largo. Alcanza éste a cerca de un metro y su extensión menor queda dentro del cráneo y colocada entre los dos hemisferios. La porción mayor descende a lo largo del conducto raquídeo, que perfora las vértebras. De ese tallo salen, como caminos que derivan de una avenida mayor, 86 nervios de los cuales un par de docenas corresponden a los craneanos. La mitad sirve a cada lado y las ramas, que se van subdividiendo, se distribuyen por todo el cuerpo, desde la raíz de los pelos y de los dientes hasta los dedos de los pies.

El sistema nervioso.

Toda célula reacciona a cualquier cambio del ambiente —que denominamos estímulo— mediante una respuesta, vale decir una reacción. Aun una ameba extenderá pseudopodios para acercarse a una gota de azúcar o para alejarse de una ácida. Este mecanismo automático funciona bien a nivel tan elemental; pero acarrearía un verdadero caos en un organismo multicelular, que debe poseer, por tanto, mecanismos coordinadores. Después veremos que son, en ciencia, dos: el sistema endocrino y, particularmente, el nervioso.

Constituyen el sistema nervioso una enorme cantidad de células o neuronas de las formas más variadas: ovaladas, piramidales, como bulbos o burbujas irregulares. Aun una unidad del cerebro, con sus ramificaciones menores o dendritos puede verse, en el microscopio, como la corona de un árbol y las más grandes alcanzan a un milésimo de centímetro de diámetro. La red de fibras puede extenderse desde unos cuantos milímetros hasta más de un metro. De ellas emanan fibrillas cada vez más tenues hasta rematar en el órgano o tejido a que sirven.

El cerebro mismo estaría formado por unos 13.000 millones de células, vale decir son unas cuatro veces más numerosas que la humanidad entera. Aristóteles (384-322 a. C.) lo supuso una especie de aparato acondicionador de aire: enfriaría la sangre recalentada. De poco sirvió que Herófilo de Chacedón, que trabajaba en Alejandría, lo reconociera como asiento de la inteligencia, porque prevalecieron las opiniones del filósofo. Hace unos 2.300 años, Hipócrates (cerca 460-370 a. C.) advirtió ya que en él y nada más que en él residen las alegrías, las penas, las lamentaciones; el conocimiento y la sabiduría; gracias a él vemos y oímos, sabemos lo que es dulce y amargo, grato e ingrato al paladar; por su efectos enloquecemos y nos acoge el delirio; experimentamos zozobras y temores, algunos de día y otros de noche. La aseveración conserva validez hasta hoy.

Reconocemos actualmente que es el gran órgano de adaptación, el que nos permite acomodarnos a los acontecimientos imprevisibles del mundo exterior y nos capacita para conservar nuestra identidad en un ambiente de cambios químicos y de todo orden, rápidos e incesantes. Hay partes de nosotros mismos que están muriendo y naciendo continuamente. Así unos tres millones de glóbulos rojos perecen cada segundo y son reemplazados por otros tantos, porque el organismo echa mano de reservas nuevas para mantener el recuento sanguíneo al mismo nivel. De estos equilibrios se encarga el cerebro y estas rela-

ciones básicas gozan de prelación alta, porque pagamos un precio muy subido, si se altera el equilibrio en cualquier parte vital. Por ejemplo, el azúcar representa una de las sustancias más importantes entre las que procuran energía. Debemos tener una cantidad fija, ni más ni menos. A este respecto, caminamos por una cuerda biológica —como la cuerda floja de los volatineros— entre el coma y las convulsiones, que provienen, a su vez, de ascensos y descensos pequeños en el nivel de la glicemia.

El cerebro recibe información pronta de cualquiera perturbación inminente y ordena los ajustes con tanta precisión y eficiencia como un piloto que guía su nave en medio de una tormenta. Si la glucosa se hace excesiva, ordena quemarla o excretarla; si escasea, instruye al hígado para que la entregue en mayor abundancia. Obsérvese que la cantidad correcta es del orden de medio gramo por litro de sangre. Igual cosa ocurre con el ritmo de la respiración o del pulso, que es del orden de 17 a 20 y alrededor de 70 por minuto, respectivamente, y con la regulación de la temperatura corporal alrededor de 36,8 grados.

Se mantiene en relación permanente con todo el organismo mediante el sistema más complejo de comunicaciones que se haya organizado jamás. Cada célula nerviosa es un alambre que produce y conduce impulsos eléctricos rápidos. Se podría decir que se halla siempre cargada y pronta para la acción con ayuda de una batería intrínseca que funciona mediante una mezcla de oxígeno y azúcar y se recarga automáticamente. Emite varios cientos de impulsos por segundo, cuando recibe la orden de los órganos de los sentidos y de otras partes. Cada célula tiene fibras que ingresan y otras que salen (aférentes y eférentes) y, de ordinario, se conexionan con otras 50 células; pero las hay que aceptan mensajes emanados de más de mil. La velocidad de transcurso o de cruce de cada señal depende del diámetro de la fibra, de modo que las más gruesas son rutas expresas de alta velocidad. Por el contrario las más delgadas, de un micromilésimo o micrón, transcurren con rapidez limitada a unos cuantos decímetros por segundo y a un kilómetro por hora, frente a 500 kilómetros para otras. Están aquéllas destinadas a actuar en la vecindad y éstas en los puntos distantes.

Se podrían clasificar sus actividades en tres rubros: 1) ingresos a modo de mensajes, de los órganos de los sentidos; 2) organización de estas sensaciones a base de la experiencia anterior, de los acontecimientos actuales y de los planes futuros, y 3) selección y producción de egresos adecuados, que se pueden traducir en un acto o en una se-

rie de actos. Ocurre así que el cerebro es suscitado por la luz, los sonidos, los olores y otros componentes del medio. Cada sensación genera impulsos eléctricos, que avanzan hacia los centros superiores, de célula en célula, mediante una serie de reacciones en cadena. Algunos cauces aceptan tránsito en un sentido: sus fibras sólo llevan mensajes del sensorio propiamente tal: del ojo o del oído, por ejemplo.

Sensaciones.

Desde el dedo chico del pie le llegan sensaciones de calor o frío, tensión muscular, contacto y dolor. Se juntan con las que provienen del pie mismo, de la pierna, la rodilla, el muslo, etc. A la altura de la médula espinal forman un cable voluminoso y que se sigue engrosando a medida que asciende y se incorporan progresivamente en él millones de fibras. Esta parte sensorial del sistema nervioso está hostigando constantemente al cerebro. Si bien las líneas están menos ocupadas durante el sueño, cumplen entonces diversas funciones, como regular el corazón y los pulmones y conformar las imágenes de una pesadilla y aun escuchar, aunque con menor vigilancia. Mientras el sujeto esté vivo, el cerebro no descansa un instante.

Sus informantes son los órganos de los sentidos: centinelas localizados en puntos estratégicos. Incorporados en la piel hay entre 3 y 4 millones de estructuras sensibles al dolor, medio millón que lo son al tacto y permiten advertir las presiones y unas 200.000 que responden a la temperatura. Otras muchas informan de la tensión muscular, el hambre, la sed y la náusea. A diferencia de lo que cree la gente, los órganos de los sentidos no son cinco, sino probablemente alrededor de 20. Además de los cinco clásicos —vista, oído, olfato, gusto y tacto— se reconocen, entre otros, calor y frío, presión y dolor, hambre y sed, equilibrio y kinestesia; algunos agregan las náuseas.

Cada sentido posee sus propias fibras, que conducen recados muy exclusivos y si bien se incorporan al mismo cable ascendente, se disocian nuevamente y rematan, como manojos más pequeños y de elementos paralelos, en regiones diferentes y precisas de la capa exterior de la masa encefálica. Se calcula que el ojo dispone de unos 100 millones de nervios que poseen sensibilidad a la luz e informan a otro millón en la parte que contiene las imágenes. Ignoramos cómo se conectan entre sí para que hagamos lo que somos capaces de hacer. El principal escollo en el progreso del conocimiento reside en que no podemos observar la estructura detallada de un cerebro humano o de otro cualquiera que se halle en acción sin dañarlo o matarlo. Por lo

demás, no es posible estudiarlo en el tubo de ensayo y entrevistarlo al mismo tiempo.

De unos 2 ó 3 milímetros de espesor, esa capa exterior posee unos 20.000 cuerpos celulares por centímetro cúbico. Con propiedad se la llama corteza y también sustancia gris. Debe su color al enorme cúmulo de células que contrasta con la sustancia blanca, a la que envuelve y que está constituida por una masa de innumerables fibras. Es el centro verdaderamente superior, no sólo porque recubre a esa masa como la cúpula de una catedral, sino porque se encarga de los procesos mentales más avanzados. Presenta gran cantidad de rugosidades y de pliegues —las circunvoluciones— y si se la estirara, abarcaría una superficie triple, al menos y casi tan grande como una página de "El Mercurio".

Partes de la corteza están reservadas a mapas de una variedad especial. Así, cuando la persona escucha música, los impulsos nerviosos que representan las notas alcanzan a una faja horizontal que se sitúa lateralmente en la cabeza. Si se expusiera esta región y se colocaran alambres muy delgados en muchos puntos y se les conectara con un equipo electrónico, se registrarían las señales eléctricas que generan las distintas notas. Experimentos similares se han practicado en pacientes sometidos a intervención quirúrgica y en los animales de laboratorio. Revelan que esa faja es una suerte de teclado natural, en que las notas más altas que puede percibir el individuo arriban a la parte posterior, en tanto que las más bajas a la anterior. Las octavas están marcadas a intervalos regulares de un cuarto de centímetro, aproximadamente. Estas fajas son, naturalmente, dos —para el oído derecho y para el izquierdo— a ambos costados de la cabeza. Si se excita artificialmente un sitio preciso de este "mapa auditivo" con terminales eléctricos, por ejemplo, el sujeto oye claramente cierto sonido y existe así la posibilidad teórica, procediendo en orden adecuado, de tocar una música subjetiva, aunque haya completo silencio en el mundo exterior.

Para el propósito no precisa establecer contacto físico: se puede recurrir al control remoto mediante ondas de radio. Por este procedimiento José M. R. Delgado, de la Universidad de Yale, logró que los animales bostezaran y cayeran en sopor, caminaran y treparan, cambiaran de emociones y copularan, dándoles, por decir así, las órdenes respectivas. Mucho más espectacularmente, detuvo toros que estaban en medio de una embestida feroz e hizo que trotaran pacíficamente en dirección distinta.

El Dr. Alejandro del Río acostumbraba comentar que el mejor

termómetro para apreciar la temperatura del agua en el baño de tina en que se iba a sumergir es el dedo gordo del pie. Cuando se le emplea, las señales se desplazan hacia la parte superior de otra faja que se coloca en el sector izquierdo para la extremidad derecha y en la recíproca. Cuando se toca la rodilla, el estímulo remata más abajo y así, sucesivamente, hasta formar otro mapa —que, como se advierte, se halla invertido— de toda la superficie de la piel. Curiosamente las representaciones del tronco están más cerca de las que provienen de la frente que del mentón. De la misma manera anterior se puede provocar en el sujeto una sensación de adormecimiento o de cosquilleo. Parecidas a las otras, hay, hacia la nuca, dos pantallas formadas por un mosaico de células donde se conforman las imágenes de los objetos que se miran. Las sensaciones olfativas llegan a áreas pequeñas que se encuentran profundamente sumergidas entre los hemisferios. Gracias a estos recursos el cerebro discierne las informaciones en que se basan las actividades.

Los mensajes se transmiten a modo de códigos telegráficos —de puntos y rayas, por decir así— que deben desembocar necesariamente en el sitio a que están destinados. De esta condición depende, ante todo, la posibilidad de percibirlos, o sea, de interpretarlos. Supongamos que una excitación auditiva, un trozo de música vertiginosa de *jazz* desembocara en las áreas visuales de la corteza: la persona vería la melodía a modo de una vorágine de luces centelleantes, formas movedizas y colores vivos. Al igual que en el teléfono, sobrevienen escurrimientos eléctricos en nuestro sistema y, figuradamente, se podría anotar que entonces se escucha también una conversación ajena. No es excepcional que se oiga ruido considerable cuando se golpea el codo en la eminencia que la gente llama “huesito de la alegría” y, en la expresión popular y auténtica, se ven estrellas si le dan un bofetón en un ojo. Naturalmente éste es —como se explicó— fenómeno de otro orden. Algunas drogas y algunas lesiones nerviosas abultan estas conversaciones cruzadas e investigaciones recientes parecen indicar que a ellas debemos normalmente nuestra aptitud tan peculiar para conjugar las señales de ambos nervios ópticos y lograr imágenes estereoscópicas, esto es, en tres dimensiones.

Mapa del cerebro.

Un tanto arbitrariamente se divide cada uno de los dos hemisferios en lóbulos frontal, temporal, parietal y occipital, por cuanto existen innumerables fibras de asociación. Constituyen modelos funcionales

más que anatómicos, puesto que cambian. Si delineáramos aquéllas en la cabeza de un niño menor, el homúnculo se vería formado por una gran boca y una lengua que succionan y una enorme nariz, rodeada cabalmente por las dos manos. Después estas regiones se repliegan, a medida que crecen las correspondientes a los ojos, oídos y pies. Cualitativamente la criatura se parece entonces al mono y al ratón.

No puede menos que intrigar la comprobación de que las primeras células especializadas, cuyo porvenir cabe predecir que aparecen en el embrión, sean las que formarán la circulación y la sangre, por un lado, y por otro, el sistema nervioso. En la tercera semana de vida intrauterina se forma en el disco embrionario —lo único que existe del nuevo ser— un engrosamiento de forma ovalada que los embriólogos reconocen como placa neural. Sus bordes se levantan y se funden en un tubo redondo que se sitúa en la mitad de lo que será el dorso y cuyos extremos frontal y posterior se desarrollarán hasta constituir el cerebro y la médula, respectivamente. De él surgen también dos pequeños sacos laterales que se convertirán en ojos. Entonces el individuo mide más de unos 25 milímetros.

En el segundo mes del período prenatal, la criatura, que posee, al mismo tiempo, una cola perfectamente observable, es marcadamente cerebral, en cuanto el órgano ocupa la mayor parte de la cabeza y ésta, a su vez, representa, al menos, la mitad de la anatomía. Pasarán muchos años antes de que decline este predominio y se conforme la cara del adulto. Hacia el tercer mes se distinguen el engrosamiento del cerebelo, que recibe preferentemente fibras provenientes del oído y dos bolsillos que se transforman en hemisferios. Si el niño nace de unos siete meses, la posibilidad de que sobreviva el prematuro está condicionada principalmente por el grado de maduración del sistema nervioso. De él depende que se conserve constante el ritmo respiratorio, se sucedan adecuadamente las contracciones musculares que participan en la deglución y funcione el mecanismo complejo que regula la temperatura corporal. Aunque sensible a la luz, el ojo es incapaz de enfocar y el recién nacido suele ser turnio transitoriamente; como tampoco han madurado sus glándulas lacrimales, llora sin lágrimas.

A lo largo de los milenios de evolución, se extendieron, en nuestra especie, el lóbulo occipital para acomodar el área visual que se expandió; el temporal y el frontal, que representan centros elevados y participan en la introspección, la memoria y los impulsos instintivos, relacionándolos entre sí, como también un área en la parte baja del parietal, que juega papel importante en el lenguaje y en el uso de símbolos en general. No sólo el incremento de tamaño, sino también el desa-

rollo selectivo de ciertas zonas en relación con el resto son definidamente humanos. A este mecanismo ha de atribuirse que la separación entre nosotros y nuestros antepasados prehumanos más inmediatos sea mayor que entre ellos y los mamíferos inferiores. Al cerebro se debe esta distancia mucho más que a la visión binocular, la adopción de la postura erecta y los perfeccionamientos en la estructura de la mano.

Las zonas más perturbadoras para el fisiólogo y el neurocirujano han probado ser las "silenciosas" como las que conforman la mayoría del lóbulo frontal. Se le ha solido extraer quirúrgicamente para paliar enfermedades graves o para combatir un dolor insufrible e intratable. Después el dolor propiamente tal subsiste; pero al enfermo le resulta indiferente. Parecería que esa parte del cerebro le confiere calidad perturbadora o de sufrimiento. En esos casos y cuando se daña seriamente, suelen no aparecer alteraciones orgánicas y haberlas, en cambio, en la integración de la personalidad. Se caracterizan preponderantemente por pérdida de las inhibiciones y, acaso por consecuencia, de la iniciativa y del sentido de responsabilidad. Parece asimismo capacitar a la persona normal para proyectarse más allá de sus circunstancias inmediatas en el espacio y en el tiempo y dar lugar a valores éticos y de otro tipo. De seguro conforman los rasgos que distinguen principalmente a la conciencia humana de la que poscen los monos superiores.

Orden muy distinto de fenómeno representa la analgesia por el sonido, que están utilizando muchos dentistas. El paciente se ajusta un par de auriculares y tiene que regular el volumen de modo que oiga música más allá de los ruidos del ambiente. En estas condiciones no experimenta dolor, como si sus alambres aferentes estuvieran demasiado recargados como para aceptar cualquier otro mensaje. Como en el caso del sujeto que camina sobre fuego, puede tratarse de una forma de autohipnosis, que para nosotros requiere el empleo de un aparato. Como apunta Arthur C. Clarke, puede que, algún día, realicemos dicha proeza sin ayuda de esta especie de muleta mental.

Los mapas no están totalmente delineados ni ocupan toda la corteza. Existen regiones donde los datos de muchos orígenes se combinan y se compulsan con los muchos que almacena la memoria. Veremos cómo se juzgan ahora estas áreas de asociación, donde experimentamos emociones y concebimos ideas abstractas. De manera más sencilla, la información sensible que proviene del cuerpo mismo y del mundo exterior constituye el punto de partida de mensajes eferentes que terminan en los músculos, por ejemplo. Trascurren por las fibras que, con propiedad, se denominan motoras, son naturalmente descendentes

y se van ramificando hasta que las raicillas elementales rematan en una fibra muscular. Los impulsos se traducen en acciones. Una misma célula suele mantener bajo control más de 100 de dichas fibras musculares.

Musculatura.

Sólo en competencias atléticas muy severas ponemos probablemente a prueba nuestra musculatura. En un verano reciente se desplomó, en un pueblecito de Estados Unidos, el hemiciclo de un estadio. Entre otras personas, acudió al salvamento un acomodador de tamaño mediano y de cerca de 60 años. Para salvar un niño que estaba atrapado, levantó una enorme viga que, según se verificó después, sostenía unos 250 kilos. Los campeones que se exhiben en los circos entrenan y consiguen empinar 600 o más kilos, o sea el peso de dos pianos de cola para concierto.

Los músculos están compuestos de fibras que trabajan en equipo y el bíceps del brazo tiene así unas 600.000. Cada una de ellas es una especie de cable cuyos hilos se denominan fibrillas. Aumentándolas enormemente en un microscopio electrónico, cada una de ellas exhibe una serie de bandas muy angostas y oscuras que se disponen como los peldaños de una escala. Una fibra individual puede levantar unas mil veces su propio peso. Para ponderarlos se habla de músculos de acero. La comparación es equivocada, en cuanto aparecen más bien como jalea —el protoplasma— que es una sustancia viscosa, semilíquida y constituida, en sus tres cuartas partes, por agua. En reposo las fibras con sus fibrillas y filamentos forman una masa blanda e inerte; tan pronto se contrae la musculatura, se convierte en una sustancia elástica y recia. Puede alternar entre un estado y otro cientos de veces por minuto. Subsisten, sin embargo, en cierto grado de tensión, que los apronta para las acciones y muchos están contrayéndose y relajándose permanentemente. Gracias a este juego incesante adoptamos cierta postura y mantenemos el equilibrio. De que ocurre así tienen noticia quienes han sufrido la fractura de un hueso y son enyesados. Si no los mueven intencionadamente, los músculos inactivos se atrofian con considerable rapidez.

Permanecer simplemente de pie representa, en verdad, una proeza acrobática que no aparece menos notable por ser automática. Cuando se lo hace, se tiene una ligera oscilación, que se acentuaría y nos derribaría si fallaran los centros del equilibrio en el cerebro. De no mediar la frenación que ejerce el antagónico, un solo músculo bastaría para

que el individuo se viera obligado a doblar enérgicamente la rodilla y aplicar fuertemente la pantorrilla contra el muslo, a la vez que otro le permite conservar esa articulación rígida como un chuzo. Al cerebro acuden mensajes que le anuncian las tensiones de más de 200 pares de músculos opuestos, cada uno de los cuales debe estar adecuadamente ajustado para que uno consiga mantener la postura erecta. Las cosas se complican enormemente en la marcha, sobre todo en suelo irregular y muchísimo más, en el esquí acuático, cuando se pliegan las velas durante una tormenta y aun al lanzarse a la piscina desde el tablón.

A la deambulación contribuyen cientos de miles de transmisiones nerviosas: impulsos sensibles de las plantas, las articulaciones y los tendones, los tobillos y rodillas hasta los hombros y el cuello, los canales semicirculares del oído medio y los ojos, que, adaptados ahora a mirar a través del aire, en lugar del agua, pueden contemplar un mundo más vasto por el cual desplazarse. Todos convergen hacia el bulbo y el cerebelo para asegurar coordinación perfecta de un número igualmente grande de impulsos motores que actúan sobre millones de fibras musculares. En verdad la locomoción es un desempeño complejísimo que se logra fácil y llanamente porque no se necesita pensar en sus detalles múltiples. Cuando el sapo preguntó al ciempiés qué extremidad movía antes que otra, el pobre miriápodo quedó aturdido e inerte en una zanja.

Por simple que sea una acción, se compone de incontables contracciones y movimientos mayores, que han de sucederse en orden correcto. Gracias a ellos maniobramos con desenvoltura y no a tirones o con sacudidas. Más importante todavía, podemos realizar las actividades cotidianas, porque abrigamos una seguridad razonable de funcionar adecuadamente y porque, gracias a la cenestesia o kinestesia, conocemos nuestras posiciones en el mundo. Cuando uno resuelve mover el pie, la decisión llega a modo de señal desde una región especial de la corteza que se designa área motora. Corre paralelamente y muy próxima —en las dos vertientes de un surco— con la que acoge las sensaciones generales. Cabría hablar de una plataforma de llegada y otra de partida. En aquélla las extensiones más grandes corresponden a los segmentos más diligentes. Figuradamente se podría apuntar que, en el mapa de actividades, la porción que sirve a la Plaza de Armas ocupa territorio más grande que la correspondiente al Parque Cousiño. Sucede así que es mayor la zona que sirve a la lengua y los labios —con que usted habla tanto— que a todo el dorso y a los hombros. Los segmentos máximos están destinados a las manos, que son los elementos

más afanosos de todo el cuerpo. Para determinadas posiciones en el espacio de los dedos y de las manos, que importan acomodar las muñecas, los brazos y los hombros, el cerebro ejerce control sobre más de 30 articulaciones diferentes y sobre más de 50 músculos para cada una de las extremidades.

Hoy día se explora la corteza con fervor apasionado y esta investigación ha devenido tan compleja que ningún científico o grupo de científicos puede aspirar a entenderla por entero. Estas especializaciones extremas son objeto de mucha crítica. Entre otros inconvenientes, dan lugar a jergas técnicas que dificultan, cada vez más, el intercambio y la comprensión recíproca. Se ha renunciado a la esperanza de elaborar una cartografía total del cerebro humano o de cualquier otro animal suficientemente avanzado como para revestir interés real. Se intentó calcular cuántos caminos existirían en una corteza que contuviera sólo un millón de células nerviosas. El número es tan grande como para que carezca de significado y para que escribirlo requiriera varios volúmenes. Ocurre, sin embargo, que nuestro cerebro tiene entre 10 y 13.000 millones de dichas células y contiene doble que la corteza del mono más evolucionado.

Debajo del cerebro superior que sería responsable de la inteligencia misma, hay otro, que se califica antiguo, viejo o primitivo y regula la presión arterial, la respiración y otros mecanismos automáticos. Participa, además, en nuestros sentimientos más crudos y en nuestros impulsos primarios. Según una teoría estaría en conflicto continuo con el nuevo y así las emociones burdas competirían constantemente con el intelecto para enseñorearse del organismo. La explicación aparece demasiado simplista y en la integridad del funcionamiento las interacciones han de ser muchísimo más complejas. De todos modos el sistema nervioso central —corteza, bulbo y médula espinal— logra esa integridad, porque es esencialmente jerárquico, en cuanto lo nuevo domina a lo antiguo.

Después de una evolución que cubrió muchos milenios, constituye hoy un instrumento capaz de controles maravillosamente variados y sutiles, como también de una propiedad, que implica cambios mucho más radicales y espectaculares. Los animales superiores pueden aplazar la satisfacción de un deseo, mirar, aguardar y cavilar antes de lanzarse a la acción. En un reflejo muy simple, intervienen solamente dos células, una sensible que acarrea el impulso y otra que imprime acción al músculo respectivo. Estas cadenas de dos eslabones permiten reaccionar muy rápidas; pero el modelo es rígido. Se podría homologar

con el acto de oprimir el botón para que suene la campanilla de una casa.

Reflejos.

Si se toca una anémona de mar, se desploma como un globo al que se clava un alfiler y lo mismo acontece cada vez que se repite la maniobra. Si entre ambas células se interpone una tercera, la cadena es más larga y media cierto retraso; pero la reacción es, a la vez, menos predecible y la acción de mayor versatilidad. Se conoce la unidad agregada como internuncio, comparándola con el representante diplomático del Papa. Modifica la rutina de los reflejos, gracias a la información que acude de otras partes del sistema nervioso. Si se toma un objeto caliente, la mano se aleja precipitadamente; pero si ese objeto es una taza de porcelana, la persona se sobrepone y la retiene hasta colocarla en un sitio seguro. Debe agradecer esta aptitud a los internuncios.

En los centros superiores, como la corteza, existen en gran abundancia. Intercaladas entre las terminaciones sensibles y motoras, son células pequeñas con fibras breves de transmisión. Gracias a ellas recibimos gran cantidad de información de muchas fuentes, las analizamos las comparamos, las componemos y disponemos de suficiente tiempo como para emprender una acción deliberada. Por fortuna esas informaciones convergen con pavorosa rapidez. Se calcula que demoran dos décimos de milisegundo —que es un milésimo de segundo—, unidad muy socorrida en el reloj de las reacciones nerviosas. Por hambriento que esté un sujeto, no se sentará tal vez a la mesa antes de concluir la lectura de un informe y dar un telefonazo. Aun cuando vengan muchas señales a intervalo correcto, hay todavía un retraso de medio milisegundo durante el cual puede llegar otra orden de suspender nuevamente la acción. Resuelve entonces esperar hasta que se vaya el jefe antes de empezar el almuerzo.

Al tigre puede ladrarle el estómago, hacérsele agua la boca y temblar con anticipación al contemplar una víctima apetecible; pero la corteza está trabajando con terrible eficiencia. La bestia recuerda los rasgos de este rincón de la selva, los hábitos de huida de víctimas anteriores y decide atrasar el brinco, aun muchas horas. Nuestra escala de tiempo es diferente y solemos esperar años y años para alcanzar nuestros objetivos. En el intervalo precipitado que precede al salto final del felino están contenidas apretadamente todas las tensiones que permitieron al hombre producir, a lo largo de la historia, los misiles guiados y la planificación social.

Los nervios.

La célula nerviosa consta de un cuerpo con su núcleo y de una fibra —el axón o neuroeje— cuyo largo va desde una fracción de centímetro a más de un metro. Ese axón es un tubo increíblemente delgado. Si se fabrica un modelo con una manguera de jardín, de unos 2 cm. de grueso, resultaría de una longitud de unos 8 kilómetros. Por él se desplazan impulsos sucesivos con frecuencia de mil por segundo. Ordinariamente viajan con rapidez que oscila entre 1 y 100 metros por segundo. Por cuanto esta velocidad es enormemente inferior a los 300.000 kilómetros por segundo de la luz, procede suponer que el impulso es más bien de naturaleza química. Seguimos hablando de electricidad por mero artificio y comodidad.

A juicio de los biofísicos, y así debería bautizarse a estos especialistas, la membrana, que es excitable, está polarizada y posee carga positiva hacia el exterior y negativa en el interior. El fenómeno no se puede analogar con lo que ocurre en el alambre eléctrico, como tampoco la cola de una luciérnaga con el filamento incandescente de una linterna. El funcionamiento es bastante peculiar y el potencial no transcurre como la voz en el teléfono, sino más bien como el fuego a lo largo de un reguero de pólvora.

La sucesión de impulsos es tan ordenada que, figuradamente, se diría que pasan de mano en mano y, en todo caso, no disminuyen de intensidad a lo largo de todo su recorrido. Gracias a los progresos de la neuroquímica, estamos aprendiendo que esa membrana posee también exceso relativo de iones potasio en el interior y de sodio en el exterior y es permeable a ellos; posee asimismo una "banda de sodio" que expelle estos iones a medida que penetran. El desequilibrio explicaría la diferencia de potencial (de un décimo de voltio) que, al desaparecer, generaría el impulso. La nivelación produciría, a su vez, un instante de quietud que constituye el período refractario (de un par de milisegundos) durante el cual se vuelve a cargar la batería. La continuidad regular del fenómeno, desde un punto al siguiente, haría progresar la corriente.

La célula funciona a base de respuestas que rotulamos de "todo o nada" y se puede comparar con el gatillo de un fusil. Nada ocurre si no se le presiona con bastante fuerza como para que dispare. Del mismo modo aquélla, que tiene un umbral, queda indiferente si el estímulo es insuficiente; pero excedido ese umbral, responde y lanza un impulso que, al igual que el fusilazo, no guarda relación con la magnitud del estímulo. Entre la terminación de un nervio y el comien-

zo del próximo hay una estructura que se llama sinapsis (del griego, conjunción o unión). A través de ella el impulso discurre en una sola dirección y en un tiempo que oscila entre medio y tres milisegundos. Estas estaciones, que acostumbro denominar de recambio —como las posadas u otros lugares donde se dejaban las cabalgaduras agotadas y se las reemplazaba por frescas— probablemente actúan generando una sustancia definida que se llama acetilcolina y que influiría sobre el extremo de la fibra siguiente.

Esa demora explica la superioridad de un computador de circuito, que opera en un lapso de menos de un millón de segundo. No puede funcionar, en cambio, sino dentro de los límites de su "educación". Nosotros preparamos y almacenamos nuestros propios programas y los perfeccionamos con ayuda de la experiencia. Si funciona de manera satisfactoria, la corteza puede lesionarse en extensión considerable sin acarrear efectos apreciables en la inteligencia. Se ha demostrado que, en el adulto, fenecen diariamente unas 100.000 células. Esta merma conduce, eventualmente, a la senilidad; pero en el órgano no sobreviene el fracaso completo que experimenta un computador en que fallan unos pocos componentes. El aprendizaje consiste quizás en modificaciones de la efectividad de algunas de las sinapsis celulares.

De manera general, la información se transmite, en el ser vivo, de dos maneras, según anticipamos: hormonas y conducción nerviosa. Aquéllos sirven principalmente cuando deben influir sobre varias partes del organismo: en una emergencia la adrenalina contrae los vasos sanguíneos, especialmente de la piel y libera sangre para la tarea esencial de transportar azúcar y oxígeno a los músculos; hace que el hígado entregue glucosa en mayor cantidad y ejerce efectos múltiples que nos ponen en mejores condiciones para afrontar a un enemigo o para huir. La transmisión nerviosa es más rápida y eficaz cuando se trata de cumplir propósitos singulares.

Potencialidad inexplorada.

El cerebro está dotado de poderes y potencialidades sin explorar y, seguramente, ni siquiera vislumbradas. Una persona reflexiva no puede considerar sin melancolía que, durante 50.000 años, al menos, ha habido, con toda seguridad, individuos que pudieron conducir con brillo una orquesta sinfónica, descubrir teoremas de matemáticas puras, servir eficientemente como secretarios de NU o como pilotos de una nave espacial. Probablemente se ha derrochado el 99 por ciento de la habilidad inmanente. Aun quienes nos tildamos de edu-

cados y cultivados funcionamos, la mayor parte del tiempo, como máquinas automáticas y penetramos en las profundidades de los recessos —en los arcanos— de nuestra mente una o dos veces en la vida. Porque se halla en proceso de dilucidación, prescindo, de momento, de la parapsicología.

Se cuenta con suficientes pruebas de que no olvidamos nada; sólo no encontramos, en la oportunidad, el dato o el conocimiento que requerimos. En un mundo de libros y documentos, hemos descuidado la memoria cuya eficacia es susceptible de disciplinar y perfeccionar substancialmente. Con buenos fundamentos se afirma que si se destruyeran todos los ejemplares del Corán que existen en el planeta, se le podría reconstruir hasta con las comas y, en verdad, he conocido pakistanos y otros musulmanes que lo recitan textualmente y de corrido, como en el pasado otros recitaban fielmente a Homero. Susisten asimismo quienes recapitulan exactamente trozos grandes de la Biblia, así como del Quijote —Juvenal Hernández.

El doctor Wilder C. Penfield y colaboradores, de la Universidad McGill, en Montreal, han demostrado que se recuperan recuerdos e imágenes perdidos largo tiempo, estimulando cierta zona de la corteza —ordinariamente en el lóbulo temporal— que se etiqueta área interpretativa. Se vuelve a pasar, por decir así, la película con todos los detalles de color, olores y sonidos. Se logra también mediante técnicas hipnóticas. Cabe asimismo inyectar hechos. Es el fenómeno que se denomina *dèjà vu* y consiste en que la persona cree que ha ocurrido un acontecimiento enteramente artificial o ficticio. Si pudiéramos filtrar el vendaval de impresiones que nos asaltan constantemente, discernirlas y atesorarlas, adquiriríamos control artificial y consciente o volitivo de la memoria. No se nos permitiría escabullir responsabilidades, declarando al juez que olvidamos tal o cual hecho; pero podríamos viajar hacia el tiempo pretérito; revivir viejos placeres a la luz del saber y del refinamiento que hayamos adquirido desde entonces; mitigar antiguas penas y aprender de los errores. Cabe presumir que el beneficio y el disfrute serían mayores hacia el ocaso, cuando no se mira ya para adelante.

Si nada se pierde, ¿cómo halla espacio la memoria para acumular tantas unidades de información, que, según se colige, sumarían, en el lapso de una vida, algo así como mil billones (uno seguido de 15 ceros)? La sospecha está recayendo en el ácido ribonucleico (ARN) que, sorprendentemente, las células nerviosas contienen en cantidades mayores que cualesquiera otras del organismo. Su molécula es tan enorme y compleja que si esas unidades determinan cambios en los

modelos, son tantísimos éstos que no hay posibilidad alguna de que se agoten. Se ha creído demostrar la participación del ácido ribonucleico con experimentos increíblemente ingeniosos.

Los más sencillos consisten en inyectar a la rata enzimas que lo destruyen. Entonces el animal olvida con prontitud anormal lo que había aprendido por acondicionamiento. Disociando los dos hemisferios, se puede transportar conocimiento desde el hemiserebro educado, extrayendo de él ARN e inyectándolo en el que se dejó sin educar. Sería engorroso demostrar que esta hipótesis no excluye la explicación según la cual los recuerdos se retendrían en neuronas dispuestas en circuito. Introducidos en ellas, subsistirían como reverberaciones e indefinidamente mientras haya energía para alimentarlos. De nuevo el número de modelos posibles de conducta eléctrica es tan abrumadoramente grande como el de experiencias mentales.

Si bien pertenece todavía al reino de la especulación, urge inventar un educador mecánico. Podría ser como ese casco que se colocan las señoras para hacerse "la permanente", que no tiene de tal sino el nombre, e imprimirnos conocimientos y aptitudes o destrezas cuya adquisición demoraría una vida. Quedarían grabados como los discos de fonógrafo. Para probar que se impone la necesidad de este aparato, basta señalar que el saber se duplica, al menos, cada decenio y que se acelera la velocidad de las conquistas y del progreso. Aunque del todo improbable, se justifica imaginar que, en un día futuro, no baste la duración de la existencia individual para dominar fracción aceptable de este saber acumulado y se desmorone la cultura, porque se tornó de complejidad incomprensible.

Manipulando el cerebro, el experimentador aterroriza al gato frente al ratón o convierte en cooperador a un mono hostil y logra otros prodigios que, cuando se apliquen al hombre, revestirán mayores consecuencias sociales que el trabajo de los físicos nucleares. James Old ha descubierto, por ejemplo, el centro del placer o del premio. Implantando en determinada región del hipotálamo electrodos que pueden accionar el mono o la rata, uno y otra aprenden rápidamente a manejar el interruptor. Desde este momento se empeñan en cerrar incesantemente el circuito hasta 8.000 veces por hora y por espacio de días, prescindiendo enteramente de los alimentos, del sueño y del sexo. Parecería que todas las cosas deseables del mundo lo son en cuanto estimulan dicho centro y haciéndolo directamente, todo lo demás se torna superfluo. Se han localizado asimismo zonas de dolor o castigo cuya excitación el animal desconecta reiteradamente. Pocos ignoran que se engaña al nervio óptico por procedimientos de simpli-

cidad pueril. Permaneciendo prolongadamente en una pieza oscura y con los ojos cerrados para reponer adecuadamente los pigmentos de la retina, la compresión energética de los globos oculares provoca imágenes luminosas a modo de arabescos y fulguraciones caprichosas y ricas. Los impulsos eléctricos emanados de micrófonos aplicados en el mapa auditivo de un sordo le permiten experimentar, más bien que oír, sonidos que nunca percibió antes.

Sería largo enumerar las limitaciones de nuestros órganos de los sentidos y las posibilidades de ampliación. En esta materia —como en muchas otras— la dilucidación de nuestros parecidos con otras especies animales ha sido tan instructiva, al menos, como el estudio de las diferencias. El perro vive en un mundo de olfato y para el delfín prevalece una sinfonía de pulsaciones ultrasónicas de tanto significado como la vista. El murciélago navega y caza de noche, emitiendo ondas también ultrasónicas —que, naturalmente, no son audibles para nosotros— y recogiénolas, después que han chocado con las superficies circundantes, a modo de radar. En un día nublado la abeja se orienta gracias a que percibe el plano de vibración de las ondas de luz por difusa que sea. La víbora atrapa la presa con celeridad instantánea, guiándose por emanaciones infrarrojas de la víctima que exceden también de nuestro espectro. Sólo recientemente se comienza a imitarla con los misiles teledirigidos. Todos los peces poseen un órgano curioso, las líneas laterales, que corren a lo largo del cuerpo y les permite advertir los cambios de presión y las oscilaciones del agua que los circunda.

En cambio se sabe de sordos que leen los labios, ciegos que escriben a máquina y aun de uno que arbitra partidas internacionales de ping pong; se sabe asimismo de catadores de vinos que diagnostican la región donde se produjeron y el año de la cosecha y de expertos en perfumes que poseen aptitud para juzgar las posibilidades de utilizar para fabricarlos sustancias de olor repugnante. El clarividente que, en el escenario, adivina el lugar de objetos escondidos, se vale ordinariamente de los movimientos minúsculos e intencionados de sus ayudantes que otros no son capaces de registrar.

En la escala zoológica el ojo es más bien ineficiente hasta que alcanza tamaño considerable. En el fondo del nuestro se halla la retina, que, como se anotó, derivó del mismo tejido que el cerebro. Aquí se proyectan las imágenes del mundo exterior como en la película de una cámara fotográfica. Se compone de un mosaico de bastoncitos y conos —unos 500.000 para cada globo— cuyo diámetro excede apenas de la longitud de una onda luminosa promedio. Para distin-

guir dos objetos sus imágenes deben caer, ineludiblemente, en dos o más de esos elementos. En la rata cuyo ojo no es un modelo en minatura del nuestro, dichos elementos revisten aproximadamente igual tamaño y, por tanto, son mucho menos numerosos. De consiguiente, el roedor no puede individualizar las caras humanas a 1,5 metros de distancia. No es de lamentarlo mucho, puesto que la gran mayoría de estos bípedos son enemigos suyos. Por lo demás, muchísimos de los mamíferos son ciegos al color y su universo consta sólo de blanco y negro; otros animales disciernen apenas la luz de la oscuridad o, en el mejor de los casos, reciben una visión borrosa de objetos en movimiento.

Desgraciadamente entró en el dominio del público el empleo de mescalina, ácido lisérgico y otras drogas que excitan el cerebro, producen alucinaciones y abren un mundo misterioso de fantasías y ensañaciones. Al propósito no se ha determinado si dormir reporta beneficios ni cuáles; pero la historia relata que Edison sólo requería 2 ó 3 horas cada noche y Napoleón se reponía mediante siestas muy breves, que, en inglés, llegaron a llamarse *naps*. Algunos individuos se han mantenido en vigilia por espacios de tiempo tan largos como un año sin daños aparentes y se sabe que, con toda probabilidad, todos sueñan y muchos se olvidan comúnmente. Si fuera dispensable, habría muchos que, a diario, derrochan un tercio de su vida: incluyo solamente a los que desean estar despiertos.

Conducta innata.

En el hombre los reflejos se subordinan, en su mayor parte, a la voluntad consciente. En niveles bajos de la escala zoológica ejercen tanto control sobre el individuo y conforman modelos de conducta tan elaborados que no son fáciles de entender. La araña nace con un alambrado nervioso tan adecuadamente prefijado que teje su red sin haber visto nunca una y con admirable precisión y eficacia para la función a que la destina. Por cuanto la elabora siempre con la misma perfección y todas resultan iguales, procede aceptar que no participa la inteligencia con todas las trepidaciones y la búsqueda de diversas soluciones. Son inherentes al pensamientos reflexivo y dan lugar a variaciones e imperfecciones. A medida que aumenta dicha inteligencia, los seres se despojan de sus instintos y de sus habilidades innatas, perdiendo así algo de valor. El recién nacido que succiona automáticamente un pezón, llora de hambre y se aferra a su madre para no caer, puede hacer poco más y ésta sabe lo que cuesta ense-

ñarle los hábitos más sencillos. En cambio el niño saca partido de su inmadurez y gana en flexibilidad mucho más de lo que pierde en comodidad y seguridad.

Pavlov introdujo, en 1903, el concepto de reflejo y respuesta condicionados. A ellos se puede atribuir, en teoría, todo o casi todo el aprendizaje. Tanto ocurre así con las actividades automáticas que una mecanógrafa competente determina la posición de una letra moviendo el dedo que usaría para oprimirla en el teclado. No explican, en cambio, la intuición por medio de la cual, aparentemente por azar, se combinan dos ideas o dos acontecimientos separados y se elabora una noción nueva o se logra un descubrimiento. Para cumplir algunas tareas como accionar una palanca para abrir un cajón, el perro o el gato proceden, al principio, por tanteos, que serán tanto menos numerosos cuanto más inteligente sea el animal. Si a fuerza de repetir la maniobra tiene éxito varias veces, surgirá el recuerdo de los intentos eficaces y mediarán menos ensayos fallidos.

Para salir de la pieza no pulsamos las paredes para verificar si ceden en algún punto, sino que vamos derechamente a la puerta. Recurrimos a la experiencia de años y transformamos directamente el deseo en acción. Si hemos de llamar a esta perspicacia interior razonamiento, tendremos que reconocer que existe en otras especies. Wolfgang Koehler fue uno de los fundadores de la escuela de psicología denominada *Gestalt* que, en alemán, significa modelo, porque a él y no a los fragmentos individuales del proceso atribuyó el aprendizaje.

Inteligencia.

Aristóteles eligió la racionalidad, la capacidad de pensar como atributo definidor del hombre; él se arrogó, gratuita y jactanciosamente, el privilegio exclusivo de animal racional en los tiempos de Heráclito, o sea, unos 500 años a.C. El filósofo John Dewey simplificó el problema postulando que razonar constituye un método especial de resolver problemas. Para el propósito nos planteamos una o más hipótesis más o menos completamente formuladas y ensayamos una tras otra.

Si se coloca frente a un pulpo un vidrio transparente tras el cual hay un camarón, contorsiona los tentáculos y fuerza el cuerpo contra el obstáculo, tratando de vencerlo por el método más directo. No se le ocurre desplazarse hacia los límites, porque dejaría de ver la presa y la proeza resulta excesiva para la "mente" de un cefalópodo. Frente a la malla de alambre que la separa del maíz, la gallina cacarea

nerviosamente y emprende varias excursiones parciales, un cuando los límites de la barrera sean evidentes; la supera después de muchas indecisiones. Revela variabilidad de conducta extremadamente precaria. No parece aventurado postular que, en la evolución, esa variabilidad es precursora del raciocinio humano.

Encerrado tras un alambrado en forma de U, el perro malgasta algunos minutos procurando romperlo con los dientes y cavando la tierra para perforar un túnel. Pronto se sienta, mira a su alrededor y camina hasta rodear el impedimento y engullir el ratón. En las mismas circunstancias una niñita de 4 años recorre con la mirada la valla, encuentra la salida detrás de ella, se sonríe y va a buscar su muñeca al otro lado. Cabría concluir que el pulpo no muestra ni asomos de reflexión y casi nada, la gallina; pero que la hay en el perro y, más aún, en la niñita. Parece advertirse en los tres últimos, al menos, una forma de gradación.

Resulta arbitrario atribuir a conducta innata y negar que posean reflexión o, si se quiere, inteligencia muchos animales que resuelven problemas inusitados. Desde los tiempos de Fabre, se han practicado innumerables observaciones en las avispas cazadoras. Hay una que fabrica pequeños recipientes de greda, los llena de orugas que alimentarán las larvas y pone sobre ellas sus huevos. Una naturalista aporilló la parte baja del receptáculo y por el hueco se cayeron algunos gusanos. Al principio el insecto no lo advirtió. Después volvió a meter la presa por la misma perforación, desocupó el recipiente y lo reparó desde dentro. Len Howard enseñó a un pato a repetir el número exacto de golpecitos que ella daba con un lápiz sobre la mesa. Se puede adiestrar a los grajos a reconocer o contar los círculos que se dibujarán en las etapas y distinguir las cajas que contienen o no alimento. Si se coloca éste colgando de un hilo que hace movimiento pendular, algunos pájaros aprenden a sujetarlo con la pata y devorarlo. Se sabe que muchos animales se adjudican un determinado territorio y lo demarcan por medio de secreciones glandulares con determinado olor o de orina, como advertencia para los intrusos. Este último acto corresponde acaso a un instinto; pero el reconocimiento del territorio requiere exploración cuidadosa y aptitud latente para aprender.

El naturalista austríaco Karl von Frisch entrenó abejas que buscaron su alimento en platos colocados en ciertos puntos. Verificó así que los insectos pueden distinguir algunos colores —que incluyen el ultravioleta y excluyen el rojo— y que se comunican unas con otras, bailando de regreso a la colmena. El carácter y el vigor de la danza

traducen la dirección y la distancia de esos platos y aun la abundancia o la escasez del comestible. Con su cerebro de 2,5 mg. —o sea medio millón de veces menor que el humano— la abeja recuerda y emite también sonidos para intercambiar información. Se ha demostrado memoria de lugares y personas en las aves y, desde hace más de 40 siglos, se ha disciplinado al halcón para que recupere las presas vivas. Criados juntos con ruiseñores, los canarios aprenden a imitar sus cantos y se ha verificado que los pichones pueden contar hasta 5 y hasta 7 los cuervos y los loros, por medio de un pensamiento no verbal. A este respecto emulan al hombre y superan acaso al chimpancé. El hecho básico consiste en que el aprendizaje se perfeccionó precozmente en el curso de la evolución del cerebro y la diferencia entre los seres reside en la aptitud para percibir la relación que existe entre algunas cosas y no entre otras.

No deja duda que muchos animales exhiben inteligencia de tipo más o menos elemental para abordar y solucionar problemas, y esta observación vale especialmente para los chimpancés. Muchos de dichos problemas no pueden ser superados, echando mano de hábitos rígidamente estructurados. Tampoco cabe duda que algunas conductas adoptadas sólo se explican a base de experiencias pasadas. Importa adquirir algo nuevo o acomodar un conocimiento anterior para afrontar una situación ligeramente distinta. Experimentalmente requieren de ordinario un incentivo: comer para el hambriento o escapar de un estado de cosas nocivo. No obstante ser muy diferente la manera cómo la criatura aprende a hablar y el niño mayor, a razonar lógicamente, nuestro pensamiento debe tener sus orígenes en operaciones semejantes a las que realizan con más sencillez los animales. Algunos tipos fundamentales de aptitud humana tienen paralelos en niveles más bajos de la escala zoológica. El estudio de los niños y de los pueblos primitivos procura claves para entender lo que es importante en la formación del adulto civilizado.

Como todas las mañanas, Congo, el gorila fastidioso, fue solicitado para que se sentara cerca de la reja e iniciara unas pruebas. Había llovido y quedaban charcos de agua. Se rascó la cabeza, volvió a su dormitorio y vino trayendo un manojo de paja de la que servía de cama, la colocó en el suelo y se aposentó plácidamente. Entregaron a Sultán, un chimpancé, dos tallos de bambú ninguno de los cuales le permitía alcanzar un banano. Después de buscar otras fórmulas, royó el extremo de uno de los palos y después de afilado, lo ensartó en el extremo hueco del otro. Fabricó así una varilla eficiente. A veces sus congéneres echan mano de recursos en que no

había pensado siquiera el experimentador. Pretende, por ejemplo, que emplee un vástago para voltear el canasto que contiene frutas. Prefieren aprovechar su extraordinaria agilidad para colocarlo debajo del objeto deseado y trepar con enorme velocidad antes que caiga. El mismo Kochler relata que había desparramado unas cajas en el piso de la jaula para que, como en otras ocasiones, el mono construyera una pila y se encaramara en ella para atrapar un banano. El animal optó por tomar de la mano al experimentador, conducirlo hasta un punto preciso, saltarle sobre el hombro y conseguir su objetivo.

Nuestra inteligencia incluye el manejo de abstracciones, tales como los números, las calidades, los símbolos y, específicamente, el lenguaje. Cuando el escritor combina las 29 letras del alfabeto en una frase con significado o el matemático emplea números desde 0 al infinito, no realiza operaciones celulares que se puedan considerar singulares ni utiliza células nerviosas especializadas. Cada una es semejante a las demás y esta generalización no se circunscribe a los distintos tipos del hombre, sino que abarca a los nervios de la rata o del pulpo. Hasta adonde se sabe, ningún animal las pierde o las adquiere por efectos del aprendizaje o la experiencia y el modelo innato del sistema es de una rigidez apenas imaginable. Sin embargo, es el órgano más plástico y adaptable de todo el organismo.

Aprendizaje.

Aprender probablemente modifica el modelo de actividad en todo el cerebro o en buena parte de él y no los caminos y conexiones anatómicas. Gracias a la decena o más de miles de millones de neuronas individuales que se entrelazan, en tres dimensiones, con un número muchísimas veces mayor de circuitos potenciales, el número posible de permutaciones y combinaciones resulta inconcebible. Con justificado escepticismo, Thomas R. Lounsbury, un profesor universitario del siglo XIX, apuntó que debe considerarse con profundo respeto la capacidad infinita de nuestro cerebro para oponerse a la introducción de conocimientos útiles. Prescindiendo del sarcasmo, la observación invita a recordar que este órgano es básicamente tan conservador como cualquier otro, que trabaja por repetición y, por tanto, sólo puede aprender de este modo. En cierta manera importa un forcejeo y nuestra distinción consiste en que, en cierto grado, hemos aprendido a aprender.

William S. Beck llama a la mente *le Grand Guignol* de la biología y agrega que, en toda la historia de la ciencia, ningún problema

se mostró más fascinante y engañoso, frustráneo y escurridizo. Ningún asunto ha dado lugar a mayor número de falacias y de sofistería verbal en todas las facetas de la vida, en todos los interrogantes de la filosofía; la verdad, la memoria, la realidad, las creencias y la ética se arraigan en la estructura de la mente. Descartes fue uno de los primeros en declararla formalmente distinta de la materia, una noción de sentido común que estaba implícita, durante siglos, en los conceptos mitológicos, animistas y teológicos. Una no ocupa espacio y la otra sí, llevan existencias diferentes y son incapaces de influirse recíprocamente. Como apuntó C. E. M. Joad, un adoquín puede aplastar un huevo, porque las dos cosas son del mismo orden; pero no aniquila un deseo ni es afectado por un pensamiento.

Es imperioso tener siempre presente la naturaleza esencialmente acumulativa del desarrollo mental. Implica que quienes adquieren, en la primera edad, colección más rica de esquemas de perfección o etiquetas verbales, gozan de mejores condiciones para construir los esquemas flexibles que requiere el pensamiento conceptual. Favorecen dicha adquisición un ambiente estimulante y la ausencia de tensiones emocionales en el hogar. La pobreza emocional e intelectual de una familia contraría, incuestionablemente, el desarrollo incipiente de los niños. Desde John Dewey, aceptamos que el racionalismo no depende enteramente de la habilidad innata y que se puede acrecentar su eficiencia.

La delincuencia no proviene, por ejemplo, de un destino sino de una destinación y ésta puede ser alterada. Probablemente pocos nacen condenados a convertirse en criminales, morfinómanos o prostitutas y, con frecuencia, el medio es el que les desvía hacia un camino torcido. Precisa educarse y educar para poder entender el mundo en su proceso de cambio veloz y acelerado por efectos de la ciencia en progreso vertiginoso y con potencialidad inconmensurable. En una comunidad predominantemente secular se tiene la obligación perentoria de desarrollar un código de responsabilidad social. Incuestionablemente también, no ha de perseguirse lo que complace a Dios, sino lo que conviene al hombre.

La posesión de un cerebro bien desarrollado no confiere garantía de que la razón gobernará sobre la conducta. El raciocinio tiene enemigos y, entre ellos, los hábitos son particularmente poderosos. A éstos hay que inculpar de que, en algunas situaciones, procedamos como el pulpo cuando nos enfrentamos con un problema nuevo. Deslindan en los prejuicios, que constituyen actitudes emocionales más positivas y activas que la mera ignorancia, si bien de ella provienen

a menudo. Es erróneo juzgar las tensiones emocionales como problemas aislados: en sus raíces psicológicas son parientes próximos de la intolerancia religiosa, los conflictos raciales y otras causas de violencia. Emanan de reacciones emocionales e impulsos instintivos que no difieren básicamente de los animales. Es secreto a voces que cuando la ira, el miedo o la ansiedad entran por la puerta, la razón huye por la ventana. Resulta evidente asimismo que esas emociones no satisfacen requerimientos del hombre civilizado. En su amanecer, esto es, cuando se desprendió del mono, el temor lo puso en guardia frente a las bestias salvajes y las tribus hostiles y el enojo le imprimió combatividad para triunfar sobre ellas. Hoy esos remanentes de un período remoto de la historia racial importan fuentes de debilidad y desadaptación. A lo largo de los siglos el miedo —al Todopoderoso, a las brujas, al comunismo— ha generado las intolerancias que merman variedad potencial de nuestras experiencias. Unicamente el hombre que ha conseguido ser amo de sí mismo puede procurarse el lujo y el placer de disfrutar de los frutos de la tolerancia. Cuando se contempla la evolución de las colectividades humanas en perspectiva y se advierte que se han desarrollado civilizaciones complejas, se tiende a olvidar sus orígenes remotos y azar modesto.

Probablemente nuestras ideas abstractas son concebidas en la corteza. Actúa ésta, en cierto modo, como un consultor de alto nivel. No adopta decisiones propiamente tales, sino que formula, por decir así, las líneas mayores de la política, en consulta estrecha con el cerebro primitivo. Cuando lo encuentra empeñado en las operaciones cotidianas, la corteza espera. Es un poco el profesor de actitud académica. Si se le abandonara, especularía interminablemente y se interesaría poco por el mundo real. Ese cerebro primitivo lo está constantemente hostigando, en forma tal que, si se cortan las comunicaciones entre uno y otro, se producen cambios significativos de la personalidad.

Futuro.

El cerebro humano se ha perfeccionado prodigiosamente y, con toda probabilidad, sigue progresando. No aparece inverosímil que nuestro congénere del futuro sea más cabezón y de maduración más lenta. Un mono corre a las dos semanas de edad, en tanto que el niño requiere de 18 a 24 meses. El profesor Haldane aventuró la predicción de que nuestro sucesor remoto no hablará hasta los 5 años y continuará aprendiendo hasta los 40. Puede intervenir el buen deseo; pero

cabe suponer que crecerán más las áreas del cerebro que se educan con mayor facilidad y cuyas estructuras íntimas están menos determinadas por la herencia. Son estas áreas, que permiten variedades máximas de actividad y de ideas, las que se desarrollaron más rápidamente en el pasado, en tanto que algunos centros que se ocupan de conductas instintivas y automáticas tienden a reducirse. Si aconteciera así, las mujeres y los varones del futuro serán más reacios a la reglamentación y nada autoriza para imaginar que nuestros sucesores adoptarán sistemas parecidos a los que prevalecen entre los insectos que se denominan sociales. El cerebro de la hormiga tiene alrededor de 250 células nerviosas y la abeja unas 900 frente a nuestros 13.000 millones. De consiguiente, las fantasías como 1984 o *Brave New-World* representan lectura entretenida, pero contienen poca ciencia.

Con arreglo a otra teoría, el sistema nervioso es una suerte de parásito que engorda a expensas del resto del organismo. Consume aproximadamente el 25 por ciento del oxígeno inhalado —el doble que en el mono— y puede contrariar el funcionamiento de otros órganos. A este efecto se debería la incidencia grande de las úlceras digestivas, de la hipertensión arterial y otros males que se exacerban durante las tensiones emocionales. En el ámbito de la fantasía, cabe suponer que, algún día, nos supedite algún tipo avanzado de monos o alguno de los pro-simios como el lémur y quedemos reducidos a la categoría de parientes pobres. Puede que nos extingamos nosotros mismos, acaso “con misiles” autodirigidos que lleven cargas atómicas. En todo caso, ninguna otra especie ha sido capaz de tal portento. Puede también que seamos los animales que sobrevivan indefinidamente.

En ninguna especie —a excepción de la humana— que viva en condiciones naturales, la agresión llega al punto de ultimar o aun de inferir daño grave. Es una actividad altamente ritualista, que se ayuda de expresiones, ruidos y posturas y que suele estar exagerada por la complejidad estructural de partes especiales del cuerpo. Así ocurre en los animales, los pájaros, los peces y aun los crustáceos, como el cangrejo violinista. Sirve propósito en la distribución de las poblaciones en relación con el suministro de alimentos y la adquisición de una pareja. Podría calificarse de guerra psicológica y, en todo caso, el contrincante derrotado ordinariamente se repliega sin lesión grave. Unicamente el hombre se apropió de la distinción siniestra de inventar la guerra a muerte dentro de su misma especie.

La mayoría de las especies de antigua data que existen hoy ocupan fondos de saco o calles sin salida de la evolución y muchas en-

contraron sus nichos biológicos, se establecieron y se han estado reproduciendo de modo virtualmente invariable durante los últimos 400 millones de años. Así acontece aun con seres muy avanzados. Si un puñado de chimpancés disfruta de un pedazo apacible de jungla y de muchos bananos, se dedica a vivir amablemente. Si el hombre disfruta de un ambiente parecidamente idílico —digamos, en el Jardín del Edén— se meterá en enredos. Los conflictos constituyen el producto de nuestro genio y la gloria de la especie.

Nos hallamos en estado permanente de insatisfacción. Queremos ir donde no hemos estado, al Africa recóndita, al Polo Norte, a otros planetas. Seguimos inventando aparatos y descos que apaciguar, como también maneras de exacerbar estos deseos: radar, radiotelescopio y otros instrumentos que expanden nuestra capacidad de visión en millones de años luz. Convertimos la investigación en una profesión, se gestan anualmente más de un millón de trabajos técnicos y construimos computadores electrónicos como cerebros accesorios. Subsistimos en un estado de descontento divino y podemos constituir la primera excepción a la regla ineludible de que la naturaleza “conge-la” a sus especies o las elimina por completo.