

## La neurología del comportamiento

Dr. Julio Borges Iturriza

La neurología del comportamiento es un campo relativamente nuevo en el dominio de las neurociencias y tiene como objetivo principal, estudiar las modificaciones que en la conducta humana producen lesiones cerebrales focales bien precisadas en cuanto a localización y tamaño. El importante y rápido desarrollo alcanzado por esta especialidad se debe, en gran parte, al empleo de distintos métodos, tanto clínicos como experimentales, que han permitido correlacionar lesiones estructurales cerebrales con alteraciones conductuales para lograr un conocimiento más adecuado de las bases neurológicas del comportamiento. En cierta forma, puede afirmarse que la neurología del comportamiento es un camino cuyo último fin es tratar de resolver el problema siempre presente, de la relación mente-cerebro. El objetivo del presente trabajo es simplemente revisar algunos aspectos del desarrollo de la neurología del comportamiento que nos permita entender su ubicación dentro de las neurociencias y precisar sus objetivos.

Es justo señalar a Gall (1758-1828) (1,2) como el primero en sostener, con claridad y entusiasmo, que variaciones en las funciones psicológicas se debían a un desarrollo desigual de los distintos "centros" cerebrales y que la conducta del individuo podía ser relacionada con diferencias en la configuración cerebral, demostrables por mediciones en el cráneo. Sin embargo, el hecho de ser el fundador, en unión de su discípulo Spurzheim, de la frenología,

considerada por la mayoría como charlatanería, opacó su importante trabajo como neuroanatomista. Debe señalarse el hecho de que, mientras sus contemporáneos sólo estaban interesados en las funciones motoras y sensitivas, Gall pretendía localizar las funciones mentales. De acuerdo con Brazier (3) debe considerarse el primero en enfatizar la importancia de la sustancia gris en los procesos intelectuales, origen del concepto moderno de localización cortical.

El desarrollo de la fisiología cerebral fue posible a partir del momento en que se concibió el cerebro no como un todo amorfo, concepto aceptado desde los tiempos de Aristóteles, sino como un órgano complejo, formado por muchas estructuras distintas, cada una de ellas con una función específica. Infortunadamente, después de Gall, se produjo una reacción contraria a la tesis localista y fue Flourens (1794-1867) (2) quien más activamente contribuyó a desacreditar las ideas frenológicas y, aunque su trabajo como fisiólogo merece todo reconocimiento, representó, sin duda, un retroceso en la citada tendencia localista de las funciones cerebrales.

El concepto de que la corteza, como un todo, era responsable de las funciones intelectuales se impuso durante buena parte del siglo XIX; esta línea de pensamiento se correspondía con la noción de sincisio o "red" neural preconizada por Golgi (1843-1926) (2), quien en consecuencia defendía la unidad de acción del sistema nervioso.

En el siglo pasado, como bien lo señala Lord Adrian (1), hasta 1860, se pensaba que todas las células que constituían la corteza cerebral actuaban en conjunto, como una masa celular uniforme, sin diferencias funcionales entre una y otra parte de la corteza. Esta fecha puede considerarse decisiva porque fue cuando Broca (1) estudió, desde el punto

de vista clínico y anatomopatológico, dos pacientes con cuadro clínico similar: hemiplejía derecha e imposibilidad para hablar o escribir; en ambos pacientes la autopsia demostró una lesión en el lóbulo frontal izquierdo, donde Broca colocó el “centro del lenguaje”. Estas ideas que relacionaban lenguaje a determinadas áreas cerebrales reciben significativo apoyo cuando Wernicke (2), en 1874, demostró que lesiones situadas en la porción posterior de la circunvolución temporal superior, producían también trastornos del lenguaje, pero esta vez, lo que estaba alterado era la comprensión de las palabras, orales o escritas.

Colateralmente, pero no de poca importancia, la labor de Broca demostró el valor de las correlaciones anatomoclínicas que han constituido, desde entonces, un método que ha sido fundamental para el avance de la neurología en general.

Tomando como base los trabajos de Broca y Wernicke que revivían las ideas localistas, diversos investigadores, sin el apoyo adecuado de estudios clínicos o experimentales, se dedicaron a elaborar diagramas en los cuales se colocaban “centros cerebrales” para las más variadas funciones psíquicas; tales ideas, en la línea de la desacreditada frenología, contribuyeron a desacreditar la postura localista. En esta época, neurólogos clínicos tan relevantes como Jackson (1) entre otros, se negaban a aceptar que la conducta se pudiera correlacionar con centros cerebrales estrictamente localizados: sostenía Jackson que el comportamiento anormal observado después de lesiones cerebrales, más que la consecuencia del daño de determinadas áreas corticales, era el producto del funcionamiento del tejido cerebral que había quedado intacto y que trataba de compensar la pérdida de función causada por las lesiones.

La postura antilocalista fue cobrando fuerza y su máxima expresión la constituyó la llamada “teoría holística”, que seguía la línea de pensamiento esbozada por Flourens, según la cual todas las funciones mentales tendrían su asiento, difusamente, en la corteza cerebral. Lashley, (1890-1958) (4) su más conspicuo defensor, se distinguió por su rigurosa metodología experimental, tratando de demostrar una relación cuantitativa entre la masa total de cerebro dañado y la alteración funcional. Posiblemente, hasta mediados de nuestro siglo, la idea de la corteza cerebral como una unidad funcional prevaleció en el pensamiento científico. Además de algunas razones de orden teórico, es necesario tener

en cuenta que para lograr una adecuada comprensión de las funciones corticales y su localización, se hacía indispensable lograr un conocimiento firme en los aspectos anatómicos, histológicos y fisiológicos del sistema nervioso central.

A este respecto, cabe recordar las investigaciones de Ramón y Cajal (1852-1914) (5) que determinaron un cambio definitivo en cuanto a las ideas que se tenían sobre la estructura histológica de la corteza cerebral; es interesante recordar al aporte de Cajal en sus propias palabras: “No existen las redes nerviosas que algunos sabios, basándose en observaciones incompletas, habían imaginado entre las células; éstas representan verdaderas unidades independientes o neuronas, para servirnos de la expresión sugerida por Waldeyer y cada centro nervioso no es otra cosa que el resultado de la superposición o articulación, según reglas invariables, de un gran número de unidades nerviosas”. Al establecerse el concepto de la neurona como unidad funcional, se inició realmente la neurofisiología moderna e hizo posible que Sherrington (3,6) definiera la sinapsis, y se llevaran a cabo una serie de investigaciones básicas indispensables para la consolidación de la neurología clínica. Las investigaciones histológicas dieron como resultado un estudio detallado de la estructura y disposición de las células y de las fibras nerviosas en las diferentes regiones de la corteza, pudiéndose así delimitar áreas corticales con características anatomo-funcionales definidas. Estos trabajos que se iniciaron a comienzos del siglo dieron origen a los conocidos mapas corticales, de estos los más importantes son los elaborados por Campbell en Inglaterra y Brodmann y Vogt en Alemania (1,3).

Puede decirse que con la labor de diversos neurocientíficos, durante los años 40 y 50, se inicia la estructuración de la neurología del comportamiento.

En la primera mitad del siglo el predominio de las teorías psicodinámicas preconizadas por el psicoanálisis freudiano desalentó las investigaciones que pudieran resultar en una mejor comprensión de la relación cerebro-mente; igualmente negativa fue la influencia de la escuela psicológica de la Gestalt que propendía una posición holística en cuanto a la fisiología cortical. Un cambio decisivo se produjo al perder vigencia la escuela conductista, la cual concebía al cerebro como una “caja negra”, sin preocuparse en inquirir acerca de su funcionamiento íntimo; esta situación se modificó con el desarrollo

de la psicología cognoscitiva, como ciencia de la mente, y su progresivo acercamiento a la neurobiología, como ciencia del cerebro. Entre otros, es importante señalar dos avances científicos que han contribuido significativamente al crecimiento de la neurología del comportamiento: el avance de la neuropsicología como especialidad científica y el perfeccionamiento constante de las técnicas de neuroimagen.

Desde la primera guerra mundial, fue reconocida la utilidad de las pruebas psicológicas en la evaluación de los soldados con lesiones cerebrales. En los años 40, con motivo de la segunda guerra mundial, los psicólogos, utilizando las pruebas usadas para el estudio de los pacientes psiquiátricos, se interesaron especialmente en el diagnóstico de los trastornos de conducta explicables por un daño cerebral y que englobaban bajo el término de síndrome mental orgánico. La neuropsicología se expandió rápidamente, y en Estados Unidos figuras como Halsted en 1947 y Reitan y Benton, pocos años después, (1,4) dirigieron sus investigaciones no sólo a detectar las disfunciones de base orgánica en general, sino a la detección de lesiones circunscritas, su localización y, en algunos casos, su naturaleza y evolución. En Rusia, Luria (4,7) a partir de la década de los 60 dio a conocer sus investigaciones clínicas y sus planteamientos teóricos; consideraba Luria que el cerebro estaba integrado por sistemas o unidades funcionales interdependientes, cada una de ellas organizadas en forma jerárquica, consistiendo en un área primaria la cual estaría bajo la influencia de las áreas de asociación secundarias y terciarias; sus ideas contribuyeron, con las obligadas modificaciones impuestas por el desarrollo científico, a una mejor comprensión de la fisiología cerebral. El avance de la neuropsicología como especialidad ha permitido convertir las pruebas neuropsicológicas en instrumentos indispensables en el campo de la clínica y de la investigación y, como tal, parte obligada de la neurología del comportamiento (4,8).

Las técnicas de neuroimagen son un adelanto científico de extraordinaria importancia, porque permiten visualizar con gran fidelidad la morfología del cerebro normal y patológico, pudiéndose establecer correlaciones anatomoclínicas en el sentido estricto de la palabra (9). Además de la tomografía computarizada cerebral y la resonancia magnética, en los últimos 10 años, aproximadamente, la tomografía por emisión de positrones (TEP) y la resonancia magnética funcional han cobrado con-

siderable ímpetu al hacer posible la obtención de imágenes “dinámicas” que permiten estudiar “in vivo” el funcionamiento cerebral (10); en otras palabras han hecho posible “mirar” dentro del cráneo, al mostrar, en tiempo real, imágenes de los cambios de la fisiología cerebral asociados con procesos mentales; es posible así, demostrar que ciertas regiones corticales “entran en acción” cuando se realizan determinadas actividades, tales como operaciones matemáticas, lectura, etc. Se ha comprobado que lo que se activa no son “centros” circunscritos, como lo concebían los frenólogos, sino redes constituidas por estructuras neuronales; al decir de Reichle (10) hay que pensar en un conjunto de áreas corticales, cada una de ellas con su función particular, pero que trabajan armónicamente, para hacer realidad, entre todas una determinada manifestación conductual. A este respecto es conveniente recordar lo establecido por la neurología clásica: si una lesión, en una determinada región cortical produce un déficit de conducta, no se puede, en forma simplista, adscribir a esta región la función de regular, en condiciones normales la modalidad de conducta alterada, así por ejemplo, si una lesión produce un determinado trastorno del lenguaje, no significa que el área donde está situada la lesión es el “centro del lenguaje”; el lenguaje es, indudablemente, un proceso complejo cuya normalidad depende del funcionamiento adecuado de múltiples estructuras neuronales que intervienen en los diferentes aspectos de la “función lenguaje”, y es importante siempre, tratar de precisar clínicamente el aspecto alterado y poder establecer una correlación anatomoclínica en la forma más exacta posible.

Antes de que se desarrollaran estas técnicas y utilizaran métodos clínicos y experimentales, se produjeron una serie de investigaciones que en realidad, puede decirse, constituyen el inicio de la neurología del comportamiento. Entre ellas cabe mencionar, entre las primeras, las de Penfield (11,12), que se desarrollaron como actividad colateral de su labor neuroquirúrgica en el tratamiento de la epilepsia. Mediante estas investigaciones pudo demostrar, por primera vez en el hombre, la producción de procesos mentales por estimulación directa de la corteza cerebral. Es de hacer que en 1940, comenzó Penfield a realizar las intervenciones quirúrgicas destinadas a remover lesiones cerebrales epileptogénicas; durante estas operaciones y aprovechando el hecho de que el paciente permanecía despierto, en razón de que utilizaba anestesia local,

llevaba a cabo estimulaciones eléctricas en un intento de delimitar las áreas corticales relacionadas con las funciones motoras, sensitivas y de lenguaje. En ocasiones, cuando estimulaba el lóbulo temporal, el paciente refería coherentemente, como vivencia inmediata, experiencias del pasado. Al decir de Penfield (11) “La corteza temporal juega un papel activo en la interpretación que cada individuo hace de su experiencia presente. Al estimularle, algunas veces (el paciente) evoca experiencias pasadas y otras produce un cambio brusco en la interpretación de la experiencia presente”. Más adelante agregaba “Existe en el cerebro un registro neuronal de las experiencias pasadas que preservan las percepciones previas del individuo con sorprendentes detalles”.

Aproximadamente, en la misma época, Magound (13) se ocupaba de la sustancia reticular, estructura bien conocida por los neuroanatomistas, pero cuya función permanecía casi desconocida. Son estos investigadores los que fundamentan desde el punto de vista neurofisiológico el estado de atención o “alerta”, los ciclos de vigilia y sueño y los cambios normales y patológicos de los “niveles de conciencia”.

Definido el estado de alerta o vigilancia como el nivel en el cual el sujeto es capaz de percibir e interpretar los estímulos provenientes de sí mismo o del medio ambiente, constituye la condición indispensable para cualquiera actividad mental. El registro de la actividad eléctrica cerebral y sus características normales y patológicas, contribuyó a la mejor comprensión de las situaciones clínicas asociadas a las variaciones en el nivel de conciencia. Además de Berger (14), descubridor de la electroencefalografía como instrumento clínico, Magound considera, como antecedentes importantes a su trabajo, dos contribuciones en el campo de la neurofisiología de Rheinberger y Jasper (15) quienes en 1937, emprenden el primer estudio combinado de electroencefalografía y cambios de conducta asociados a la reacción de despertamiento producida, en el gato, por distintos estímulos sensitivos; pudieron demostrar que el patrón rápido de bajo voltaje estaba asociado al estado de vigilia o alerta y lo denominaron “patrón de activación”, que estaba presente, en forma difusa, en toda la superficie cerebral, lo cual sugería un mecanismo central común como responsable de la reacción de despertamiento. En segundo lugar, Bremer (16), que en el mismo año realizó otro descubrimiento importante: estudió la actividad eléctrica cerebral en una “preparación espinal”

utilizando el gato como animal de experimentación; demostró que cuando el corte se produce a nivel bulbo-espinal se observa, en los hemisferios cerebrales, el patrón de vigilia, mientras que cuando el corte se realizaba a nivel peduncular (a la altura de los tubérculos cuadrigéminos) se obtenía una preparación por él denominada “cerveau isolé” (cerebro aislado), en la que se registraba, en la superficie cerebral, el trazado electroencefalográfico propio del sueño. Bremer concluyó que el sueño era consecuencia de una “desconexión funcional” de los hemisferios cerebrales. Posteriormente, en 1949, Magound (13) descubre que la estimulación directa de la sustancia reticular en el tallo cerebral reproducía todos los cambios electroencefalográficos y de conducta observados en la reacción de despertamiento; al contrario, al producir una lesión destructiva en la parte central del extremo cefálico (mesencéfalo) de la formación reticular, el animal permanecía en un estado similar al sueño profundo o al coma, y el trazado electroencefalográfico estaba constituido por ondas lentas de voltaje elevado. Aunque esta lesión respetara las vías largas, motoras y sensitivas, el animal no respondía a ningún cambio ambiental ni era capaz de efectuar ninguna respuesta motora.

Al poco tiempo de estas investigaciones que hicieron posible los conceptos que actualmente tenemos sobre la atención en condiciones normales y patológicas, en el Instituto Neurológico de Montreal, el mismo sitio de trabajo de Penfield, en 1952, una psicóloga clínica, la Dra. Brenda Milner (8,17) estudió exhaustivamente a un paciente, conocido desde entonces por las iniciales HM, y sus observaciones determinaron un cambio decisivo en los conceptos que se tenían sobre la memoria y marcaron el inicio de nuestros conocimientos acerca de las bases neurológicas de la memoria. Hasta esa época la mayoría de los autores no creían que la memoria pudiera ser considerada como una función mental independiente de la percepción, la atención y el lenguaje; por mucho tiempo se dudó si a la memoria se le podía asignar una región cortical específica. El hecho importante es que al paciente HM, en un intento por mejorar una epilepsia muy severa, el neurocirujano Williams Scoville le había removido la porción media de ambos lóbulos temporales; la epilepsia mejoró, pero luego de la operación se puso en evidencia un marcado trastorno de la memoria: HM era incapaz de almacenar información nueva; a pesar de que la memoria previa a la operación se

mantenía intacta, había perdido la capacidad de aprendizaje, manteniendo, sin embargo, un índice de inteligencia normal-superior. La memoria inmediata estaba conservada siendo el defecto fundamental la incapacidad de almacenar la información recién adquirida y poderla consolidar como memoria a largo plazo.

Desde entonces se ha tratado de determinar la importancia relativa que las distintas estructuras del lóbulo temporal tienen en la “función memoria”. Las investigaciones de Mishkin y Appenzeller (18) y otros investigadores (17) sugieren que el hipocampo es un depósito transitorio de memoria: el hipocampo procesaría la información recién adquirida, pudiendo guardarla por semanas o meses, para luego transferirla a otras áreas corticales para el almacenamiento más permanente, a largo plazo. La función de las otras estructuras temporales en relación con la memoria permanece controversial; así, la amígdala se ha considerado más relacionada con la emoción y sus alteraciones que con la memoria propiamente dicha; sin embargo, recientemente, Tranel y Hyman (19) encuentran evidencia clínica en un caso de lesión bilateral de las amígdalas causada por la enfermedad de Urbach-Wiethe, que ellas sí constituyen un componente importante en el substratum neurológico de la memoria en humanos. Con seguridad, puede afirmarse que los estudios sobre la memoria han demostrado la falsedad del concepto de Lashley según el cual, lesiones de igual tamaño en diferentes partes de la corteza tenían un efecto similar sobre el proceso del aprendizaje, porque se ha demostrado que pueden existir lesiones extensas de la corteza sin ninguna repercusión sobre la memoria, mientras que lesiones pequeñas, estratégicamente localizadas, son capaces de producir efectos catastróficos.

Es interesante señalar que inicialmente, se pensó que una lesión temporal bilateral afectaría cualquier forma de aprendizaje; sin embargo la misma Milner descubrió que éste no era el caso: el paciente HM, a pesar de mostrar un déficit de memoria tan evidente como era la imposibilidad de recordar al médico que lo visitaba diariamente, era capaz no obstante, de aprender ciertas técnicas que implicaban actos motores complejos, y repetirlos cada vez con mayor precisión, a pesar de haber olvidado la finalidad de tal aprendizaje. Se puso así en evidencia que las lesiones mesiales del lóbulo temporal, alteran la memoria que requiere la participación de la conciencia, dejando intacto el aprendizaje que

depende solamente de la actividad de los sistemas motores y sensitivos. A la primera se le ha denominado memoria declarativa o explícita; a la segunda, memoria no-declarativa o implícita; en este último caso la información adquirida se pone de manifiesto al realizar una tarea (habilidades aprendidas), y no, como ocurre en el primer caso (memoria declarativa) con un recuerdo conciente. La memoria declarativa se ha subdividido, a su vez, en memoria episódica o autobiográfica, con lo cual se designa a la evocación de sucesos o episodios de la vida pasada, y memoria semántica que comprendería los conocimientos generales, el vocabulario, etc. Aunque no se han precisado las bases neurofisiológicas para esta distinción, se ha observado en algunos síndromes amnésicos una mejor conservación de la memoria semántica, con deterioro más precoz y más marcado de la memoria episódica.

Se han demostrado trastornos de memoria en lesiones diencefálicas (20) como ocurre en el síndrome de Korsakoff y las estructuras involucradas son los cuerpos mamilares y el tálamo, principalmente el núcleo dorsomediano; se considera que las lesiones aisladas de los cuerpos mamilares alteran poco la memoria, mientras que las lesiones talámicas, incluyendo el núcleo dorsomediano, producen trastornos de la memoria severos y permanentes.

Los neurocientíficos, bastante pronto, pusieron en evidencia que la memoria no podía localizarse en una sola estructura sino que dependía de una red o sistema formada por múltiples componentes. Toda la información adquirida pasa, al final, a almacenarse en forma de memoria a largo plazo; pero ésta sería poco menos que inútil si no pudiera ingresar a la conciencia y sirviera para adecuar el comportamiento de la persona a las distintas situaciones, en su variedad casi infinita. Esta memoria que puede utilizarse en forma inmediata, se ha denominado memoria de trabajo o de acción, la cual complementaría a la memoria asociativa tradicional en el sentido que hace posible la activación y “manipulación” de la información simbólica almacenada para ser utilizada ante una situación concreta, sea, por ejemplo, la planificación de una jugada de ajedrez o el tomar una decisión compleja en un tiempo perentorio.

Diversos investigadores entre los que podemos citar a Goldman-Rakir (21) y Damasio (22), a partir de 1987 se han ocupado de este tipo de memoria. Hay evidencias que señalan que las operaciones de

la memoria de trabajo se realizan en la corteza asociativa prefrontal. Pacientes con lesiones en estas áreas presentan grandes dificultades en evocar y utilizar la información conservada necesaria para orientar la conducta en situaciones cotidianas; sin embargo, en estos pacientes, las pruebas destinadas a estudiar la memoria convencional muestran resultados normales, sin deterioro de la información acumulada. Se puede concebir la memoria de trabajo como un comando ejecutivo que utiliza al mismo tiempo diversos sistemas de información, externos e internos, para elegir el comportamiento más adecuado. La corteza prefrontal actuaría como un intermediario entre la memoria y la acción; la función primordial del hipocampo es procesar las informaciones nuevas, mientras que la corteza prefrontal es esencial para evocar las memorias almacenadas en alguna región de la corteza, activarlas y hacerlas utilizables según las circunstancias lo requieran.

Alteraciones del área asociativa prefrontal se han implicado en la patogenia de diversos trastornos neurológicos y psiquiátricos de manera especial en la esquizofrenia (23). Síntomas observados en esta enfermedad, tales como los trastornos del pensamiento, las respuestas emocionales inapropiadas, la falta de iniciativa, la incapacidad de elaborar proyectos factibles con metas definidas, etc., pueden ser consecuencia de tales alteraciones prefrontales. El esquizofrénico percibía el mundo en forma diferente: la corteza prefrontal guía el comportamiento momento a momento; si falla, el cerebro registra el mundo exterior como una serie de eventos desconectados unos de otros y no, como ocurre normalmente como una serie continua, cambiante, pero manteniendo una coherencia, como sucede con las escenas de una película diferentes entre sí, pero todas respondiendo a un mismo "argumento".

Desde las iniciales investigaciones que utilizaron isótopos para la determinación del flujo sanguíneo cerebral, en la década de los 70, hasta las más modernas realizadas con el tomógrafo de emisión de positrones, se ha podido evidenciar una reducción del flujo sanguíneo en los lóbulos frontales de los pacientes esquizofrénicos, lo que demuestra una disminución de la actividad neuronal de estas áreas; se ha observado igualmente, por medio del TEP, que pruebas neuropsicológicas que implican pensamiento abstracto producen, en sujetos normales, un aumento del flujo sanguíneo en la región prefrontal; esto no se aprecia en pacientes esquizofrénicos.

Otra observación importante, que demuestra la

ocurrencia de cambios cerebrales estructurales en la esquizofrenia (23), fue realizada, al estudiar comparativamente la resonancia magnética cerebral en 15 pares de gemelos, uno de ellos sano y el otro esquizofrénico; pudo demostrarse en 12/15 de los afectados, un aumento del volumen ventricular y una disminución significativa de tamaño de la región hipocámpica, que explicaría, a lo menos en parte, síntomas de la enfermedad semejantes a los encontrados en casos de lesión del sistema límbico.

En la enfermedad de Alzheimer, la alteración y disminución progresiva de la memoria constituye un síntoma cardinal. Se ha comprobado, desde el punto de vista anatomopatológico, que las lesiones propias de la enfermedad como son, las placas seniles y los ovillos neurofibrilares, están presentes, predominantemente, en las estructuras situadas en la región ventral media del lóbulo temporal (24), poniendo en evidencia un patrón de lesión característico del sistema entorrinal-hipocámpico-amigdalario. Igualmente se han demostrado (25) lesiones en número significativo en el núcleo basalis de Meynert, cuya alteración funcional origina un trastorno en el sistema colinérgico, que va a hacer sinapsis difusamente en la corteza y que está involucrado en los mecanismos normales de la memoria. A partir de 1976 (26) se considera que la reducción de la colinaacetiltransferasa en las neuronas de la corteza cerebral es un hallazgo casi específico de la enfermedad de Alzheimer, lo que contribuye a demostrar el papel importante que juega el sistema colinérgico en los trastornos de memoria observados en la enfermedad.

En la época de los años 70, ocurrieron dos hechos de importancia en el desarrollo de la neurología del comportamiento: el primero, corresponde a las investigaciones tanto experimentales como clínicas que se realizaron con la finalidad de estudiar las modificaciones en la conducta que se producen al seccionar las fibras comisurales que unen ambos hemisferios (27). Las detalladas evaluaciones neuropsicológicas llevadas a cabo en pacientes con epilepsia intratable, a quienes se les practicó separación quirúrgica de los hemisferios al seccionar el cuerpo caloso y la comisura anterior, son especialmente valiosas. Al estudiar estos pacientes, se constató la casi invariable representación del lenguaje en el hemisferio izquierdo: no podían leer con la mitad izquierda del campo visual, pero sí reaccionaban adecuadamente a los estímulos visuales, pero sin poder explicar lo que hacían.

Aparentemente, el procesamiento de datos que ocurre en el hemisferio derecho no llega a convertirse en experiencia conciente al no poder traducirse en palabras.

El otro hecho importante a que aludimos anteriormente, fue la publicación de Geschwind (28) en la cual revisa el material publicado en la literatura médica y su propia experiencia clínica y propone que la actividad cerebral, particularmente aquella relacionada con las funciones intelectuales, es el resultado de la actividad de múltiples áreas corticales, conectadas entre sí, y que interactúan a través de conexiones bien precisas. La desconexión de estas áreas produce anomalías de conducta distintas de aquellas originadas por lesiones focales de la corteza (29).

Todos estos logros, a los que hasta ahora hemos hecho referencia al revisar el desarrollo de la neurología del comportamiento, nos inducen a pensar, como ya lo expresamos anteriormente, que el problema de fondo, encubierto a veces es el de la relación mente-cerebro. De acuerdo con Lance (30), “Comprender la mente es el problema central del hombre”. Nos parece conveniente insistir en este momento en que en la tarea del científico, destinada a investigar este problema, no deben privar posiciones ideológicas ni mucho menos religiosas; en este sentido, la posición de la Iglesia Católica es especialmente clarificadora al expresar, manteniendo la doctrina atomista, “en el hombre, el espíritu y la materia no son dos naturalezas unidas, sino que su unión constituye una única naturaleza” (Catecismo de la Iglesia Católica, 1992). La ciencia, pues, cumple su misión al tratar de investigar los diversos aspectos del ser humano y no es razonable etiquetar de “materialista” la investigación que toma como punto de partida el estudio de la actividad de la neurona como vía para lograr comprender la experiencia conciente.

Como síntesis de los conceptos actuales, Damasio (22) distingue tres estructuras cerebrales como base de la experiencia conciente:

1. Numerosos sistemas neuronales, localizados en ambos hemisferios, que hacen posible la interacción no lingüística entre el organismo y su ambiente, es decir, lo que una persona percibe, siente o piensa mientras actúa en el mundo.
2. Las estructuras relacionadas con la categorización de estas representaciones no lingüísticas, categorización de objetos, eventos, etc., referente

a forma, color, tono emocional, etc. Por pasos sucesivos de categorización se alcanzan categorías cada vez más abstractas.

3. Un número pequeño de sistemas neuronales, generalmente situados en el hemisferio izquierdo logran el nivel simbólico que involucra el empleo de fonemas representativos, la combinación de fonemas y las reglas sintácticas para la combinación de las palabras, necesarias para la elaboración del lenguaje.

La interacción entre 1, 2 y 3 hace posible la formulación de conceptos en palabras, e inversamente, la descodificación de las palabras para lograr el concepto. Estas ideas se ejemplifican en casos de lesiones de las áreas visuales V1 y V2 (31): estos pacientes son ciegos porque no pueden ver los objetos como tales, es decir, no tienen el concepto de los objetos, pero en ciertas condiciones, pueden “captar” estímulos visuales; en este sentido, es posible afirmar que el percibir y el conocer están disociados así, aunque estos pacientes son capaces de copiar una figura, no les es posible, una vez copiada, integrarla en el concepto que le corresponde, por ejemplo, un edificio, un árbol, etc.

En lo que respecta a la percepción, se ha comprobado que los objetos como tales, no están “representados” en la corteza en un área determinada. En realidad, las diversas facetas que constituyen el objeto: el color, la forma, la textura, el movimiento, el olor, etc., son procesadas en diferentes áreas corticales, integrarlas sería imprescindible para lograr la identificación del objeto como un todo. Esta organización de la corteza implica múltiples áreas trabajando armoniosamente. Para ilustrar el punto, podemos recordar el hecho de que lesiones bilaterales de las áreas visuales V2 y V4 (32) producen “acromatopsia”: el paciente pierde la noción del color aunque puede captar la forma, la textura, el movimiento, etc.; percibe el mundo exterior en tonos monótonamente grises. Por otra parte, una lesión en la circunvolución lingual izquierda produce un efecto contrario: el paciente puede percibir los colores, pero no puede nombrarlos; en otras palabras, se interrumpe la conexión entre el concepto de color y la palabra que lo designa.

De todo lo hasta aquí expuesto, puede inferirse que las funciones cerebrales están asignadas a regiones cerebrales específicas; cada vez se acumulan más evidencias de la existencia de áreas corticales bien circunscritas relacionadas con funciones cada vez mejor precisadas. Al contrario de lo que

anteriormente se pensaba, la realidad no se percibe como un todo sino en forma de facetas que posteriormente deben integrarse. Es el sentido de las palabras de Schrodinger (33): “El mundo es una construcción de nuestras sensaciones, percepciones y recuerdos”.

Teóricamente habría que postular la existencia de un área asociativa integradora a la cual deberían converger las otras áreas de inferior jerarquía. Tal área no se ha demostrado y probablemente no exista, lo que lleva a pensar que la mente es el resultado de la actividad de muchas regiones cerebrales, pero no está localizada en ninguna.

Cabe en este momento la pregunta: ¿Los métodos utilizados hoy día por la ciencia son los adecuados para tratar de solucionar los problemas planteados? Posiblemente, y la mayoría estará de acuerdo, son limitados e insuficientes; lo que, con seguridad, se hace necesario, en el campo de la neurobiología, es un cambio en el enfoque teórico de los problemas; algunos piensan que debe ocurrir una innovación en el pensamiento científico similar a la que se produjo en el campo de la física con la introducción de la mecánica cuántica, que haga posible una mejor comprensión de la relación mente-cerebro.

Quisiera, para terminar, enfatizar que la neurología del comportamiento es una especialidad clínica; la importancia de la experimentación en animales es innegable y sus logros son reconocidos por todos; pero debe observarse especial prudencia en la tendencia a veces exagerada, de extrapolar resultados en un intento de interpretar manifestaciones de la conducta humana. En este sentido, adquiere particular importancia una expresión de Pavlov (34), incansable trabajador en la experimentación animal, creador del concepto de reflejo condicionado y poco sospechoso de espiritualismo; Pavlov afirmaba: “El lugar incomparable elevado que el hombre ocupa en la escala animal lo excluye del resto de la comunidad animal”. En apoyo de lo expresado por Pavlov, pueden señalarse una serie de razones que hacen desconfiar de las posiciones extremas que tienden a utilizar el mismo rasero, al tratar de estudiar el comportamiento en el hombre y en los animales. Para tratar de ilustrar el punto y siguiendo las ideas de Marina (35) podemos referirnos a la inteligencia, con todo y las dificultades que presenta su definición. Podría decirse que inteligencia es la capacidad de recibir información, procesarla y producir la respuesta más adecuada. Esta definición, que podríamos denominar “computacional” se aplica en un sentido

amplio a los animales. El animal usa, en la mejor forma posible, los mecanismos que posee en su afán de adaptarse al medio ambiente; el animal utiliza las habilidades propias de la especie y repite, monótonamente, su comportamiento, respondiendo a los estímulos que recibe valiéndose, reiteradamente, de las habilidades y rutinas heredadas. La conducta del hombre es distinta: en primer lugar, tiene conciencia de sí mismo (se dice que sólo el hombre conoce que conoce); en segundo lugar, la conducta humana no es simplemente adaptativa; puede afirmarse que en la inteligencia del hombre se produjo un cambio cualitativo que hace que su función, más que adaptarse al medio, sea modificarlo, transformarlo, crear condiciones mejores para su vivir; no sólo trata de solucionar problemas sino que, con su inventiva, plantea problemas en su afán de búsqueda de nuevas alternativas que, en definitiva, signifiquen su independencia del medio ambiente, a diferencia del animal que fatalmente persistirá esclavo. Uniendo estos conceptos con el significado etimológico de la palabra poesía, como es el de creación o acción creadora, podemos entender el sentido de un verso de Hölderling (36) que resume, espléndidamente, lo que he tratado de comunicarles: “Poéticamente habita el hombre la tierra”.

## REFERENCIAS

1. Benson F. The history on the behavior neurology. *Neurol Clinic* 1993;11:1-8.
2. Clarke E, O'Malley CD. The human brain and spinal cord. Berkeley and Los Angeles: University of California Press, 1968.
3. Brazier MAB. The historical development of neurophysiology. Field J, Magoun HW, Hall VE, editores. *Handbook of physiology*. Washington DC: Am Physiol Soc 1959;1.
4. Heilman KH, Valenstein E. *Clinical neuropsychology* Nueva York-Oxford: Oxford University Press, 1993.
5. Ramón y Cajal S. *Elementos de histología normal*. Madrid: Tipografía Artística, 1926.
6. Fulton JF. *Fisiología del sistema nervioso central*. México: Editorial Atlante SA, 1941.
7. Luria AR. *The working brain*. Londres: Penguin Books Ltd, 1973.
8. Gazzaniga MS. *Handbook of behavioral neurology*. Nueva York-Londres: Plenum Press, 1979.

9. Damasio H, Damasio AR. Lesion analysis in neuropsychology. Oxford: Oxford University Press, 1989.
10. Raichle ME. Visualizing the mind 1994. *Sci Am* 1994;269:58-64.
11. Penfield W. The role of the temporal cortex in recall of past experience and interpretation of the present. *Neurological basis of behavior*. Nueva York-London: J & Churchill Ltd, 1958:149-174.
12. Penfield W, Rasmussen N. *The cerebral cortex of man*. Nueva York-London: Hafner Publishing Co., 1968.
13. Magoun HW. *The waking brain*. Springfield, III: Charles C Thomas Publisher, 1960.
14. Brazier MAB. *The electrical activity of the nervous system*. Nueva York: The MacMillan Co., 1958.
15. Rheinberger R, Jasper HH. The electrical activity of the cerebral cortex in the unanesthetized cat. *Am J Physiol* 1937;119:186-196.
16. Bremer F. Cerveau isolé et physiologie du sommeil. *C R Soc Biol (París)* 1935;118:1235-1242.
17. Mesulan MM. *Principles of behavior neurology*. Filadelfia: FA Davis Co., 1985.
18. Mishkin M, Appenzeller T. Anatomía de la memoria. *Investigación y Ciencia* 1987;(137):15-25.
19. Tranel D, Hyman BT. Neuropsychological correlates of bilateral amygdala damage. *Arch Neurol* 1993;43:862-867.
20. Zola-Morgan S, Squire LR, Mishkin M. The neuroanatomy of amnesia: amygdala-hippocampus versus temporal stem. *Science* 1982;218:1337-1339.
21. Goldman-Rakir P. Working memory and the mind. *Sci Am* 1992;267:110-117.
22. Damasio AR. Descartes' error. Londres: Picador, 1995.
23. Gershon ES, Rieder RO. Major disorder of mind and brain. *Sci Am* 1992;267:126-133.
24. Chang Chui H. Dementia: a review emphasizing clinicopathologic correlation and brain-behavior relationship. *Arch Neurol* 1989;46:806-815.
25. Hyman BT, Van Hoesse GW, Damasio AR. Memory related neural systems in Alzheimer's disease. *Neurology* 1990;40:1721-1730.
26. Davies P. An update on the neurochemistry of Alzheimer disease. En: De Mayeux R, Rose W, editores. *Advances in neurology*. New York: Raven Press, 1983.
27. Sperry RW, Gazzaniga MS, Bogen JE. Observations on visual perception after disconnexion of the cerebral hemisphere in man. *Brain* 1965;88:221-236.
28. Geschwind N. Disconnexion syndrome in animals and men. I-II. *Brain* 1975;88:237-294,585-644.
29. Absler JR, Benson F. Disconnecting syndromes: an overview of Geschwind's contributions. *Neurology* 1993;43:862-866.
30. Lance JW. *A physiological approach to clinical neurology*. Londres: Butterworths, 1981.
31. Zeki S. The visual image in mind and brain. *Sci Am* 1992;267:60-67.
32. Damasio A, Damasio H. Brain and language. *Sci Am* 1992;267:78-87.
33. Scrödinger E. *What is life?* Cambridge: Cambridge University Press, 1955.
34. Chauvin R. *Del animal al hombre. La aventura humana*. Caracas: Salvat Editores Venezolana, SA, 1957;5.
35. Marina JA. *Teoría de la inteligencia creadora*. Barcelona, España: Editorial Anagrama, 1993.
36. Holderling J Ch F. Citado en Marina (34).