

# EL ENCUENTRO DE LAS MENTES

Por: Dr. Paul MacLean

Paul MacLean, Jefe del Laboratorio de la Evolución del Cerebro y su Comportamiento en el Instituto Nacional de Salud Mental de los Estados Unidos ha desarrollado a lo largo de los últimos 30 años un modelo del cerebro basado en su evolución que él llama "el cerebro triuno". Su teoría se distingue de la mayoría de las investigaciones (que actualmente enfocan en la especialización de los hemisferios del neocortex) en que MacLean también pone énfasis en el rol del ganglio basal (Complejo-R) y el sistema límbico circundante (o cerebro emocional) y sus influencias en el comportamiento humano no-verbal.

Vamos a revisar aquí las raíces evolutivas y neurales de una inteligencia triuna que comprende una mente primaria, una mente emocional y una mente racional.

El interés en el cerebro no requiere de otra justificación que la curiosidad de saber por qué estamos aquí, qué hacemos aquí y hacia dónde vamos. Estas mismas preguntas resultarían apropiadas para escribir un artículo sobre el cerebro y la educación. Sin embargo, ya que carecemos de respuestas concretas, yo trataría de preguntar: ¿en dónde hemos estado? En el curso de la evolución nuestra mente se ha convertido en un todo formado por tres partes distintas. En su evolución, el cerebro frontal o delantero del ser humano ha adquirido un gran tamaño, y al mismo tiempo, ha retenido las características básicas de tres formaciones que reflejan nuestro parentesco ancestral con los reptiles, los antiguos mamíferos y los mamíferos tal y como se conocen hoy en día.

Estas tres formaciones que son radicalmente diferentes en lo que respecta a sus estructuras, componentes químicos y ritmos evolutivos, constituyen tres cerebros en uno, lo que se podría llamar el cerebro "triuno". Esta situación nos obliga a considerar el hecho de que debemos observarnos a nosotros mismos y al mundo a través de tres ópticas diferentes. Como complicación adicional, se debe añadir el hecho de que existe evidencia que demuestra que las dos formaciones más antiguas carecen de la maquinaria neural necesaria para la comunicación verbal. Sin embargo, decir que carecen del poder del habla no significa que su "inteligencia" sea menor, ni que se encuentren relegadas al

campo del inconsciente. Estas consideraciones son muy importantes en el área de la educación ya que generalmente asumimos que estamos tratando únicamente con un tipo de inteligencia. ¿Qué peso debemos darle a las pruebas que miden el coeficiente intelectual, si consideramos que éstas ignoran en gran parte dos de nuestras personalidades que siempre se encuentran presentes, pero que no saben ni leer ni escribir?

En la enseñanza retórica, los griegos otorgaron mayor importancia el aspecto personal, emocional e intelectual. Consecuentemente, deberíamos volver a las raíces neurales del cerebro triuno. Para este fin, vamos a estudiar el cerebro, tomando uno de sus modelos más simples, y unas definiciones de términos poco familiares del comportamiento.

## **EL MODELO DE UN CEREBRO VIVIENTE**

El volumen del cerebro humano promedio es de más de un cuarto y medio. Para imaginar un modelo de nuestro cerebro podemos cerrar nuestras dos manos en forma de puño con los dedos hacia arriba. Cada uno de los puños representaría a uno de los hemisferios del cerebro. Si colocamos los puños con los pulgares hacia nosotros y los imaginamos cubiertos con unos guantes grises gruesos, tendremos una representación aproximada del tamaño de nuestro cerebro: una masa gris, suave y pulsante de protoplasma. Los guantes grises (corresponderían a la cubierta exterior de la materia gris, conocida como cortex o corteza; nuestros pulgares corresponderían a la parte frontal, incluyendo a la parte más reciente en la etapa evolutiva que es la corteza pre-frontal (este punto será discutido al final de este artículo); y los nudillos del dedo medio y sus adyacentes, al área motora del cortex.

Si abrimos los puños, podemos visualizar la parte de nuestro cerebro que se ocupa de los movimientos voluntarios. Estos serían: la cara y la boca, cerca de los nudillos, las piernas y los pies, cerca de la primera articulación, y el resto del cuerpo, entre estos dos puntos. El área auditiva se encontraría en la parte de atrás de la mano, justo debajo del nudillo del dedo medio o dedo del corazón, mientras que el área visual estaría ubicada, sobre el meñique. Todas estas estructuras corresponden a la parte más reciente de

nuestro cerebro: el neo-cortex. Para ver el paleo-cortex, la parte asociada con los primeros mamíferos, debemos separar nuestros puños y observar la superficie que se encontraba escondida. El cerebro reptil se ubicaría sobre las palmas de nuestras manos.

**Las células nerviosas:** Las civilizaciones primitivas solían utilizar el árbol para simbolizar el cuerpo humano y sus miembros. De la misma forma, podemos utilizar este símbolo para imaginar las células nerviosas. En su aspecto estructural, las células nerviosas se asemejan a árboles con ramas que suben para obtener información, y con extensas raíces que les sirven para comunicarse entre si. En el aspecto funcional, las células nerviosas tienen su área de especialización como los ciudadanos que constantemente deben tomar decisiones o votar sobre algún punto en particular. El cerebro que cuenta con miles de millones de células nerviosas puede seguir funcionando, aún si gran número de éstas son destruidas. Sin embargo, si grandes áreas son destruidas, puede ocurrir que se dependa de la orden de una sola célula, lo que haría la diferencia entre funcionar y no funcionar.

## **COMPORTAMIENTO VERBAL Y NO-VERBAL**

El comportamiento humano puede ser verbal o no-verbal. Según el Dr. P. W. Bridgman, físico y filósofo, la gente piensa que generalmente la comunicación es verbal; sin embargo, los científicos que estudian el comportamiento humano han descubierto la importancia de la comunicación no-verbal en las actividades diarias del ser humano. Muchas de estas formas de comportamiento se parecen a los patrones de comportamiento de los animales. Ya que sería inadecuado referirse a este tipo de comportamiento como “animal”, utilizaré el término “prosemático”, para referirme a las señales rudimentarias de comunicación que consisten en signos no-verbales, mensajes corporales y químicos.

Según los etólogos, el comportamiento humano puede ser: prosemático, semático (verbal) y ordenado (sintaxis). Esto se asemeja a la jerarquía de las palabras que forman oraciones y que a su vez se agrupan en párrafos. Lo significativo de la comunicación prosemática se encuentra en sus componentes, la construcción y la secuencia de los

mismos. Debido a sus características, mucho de los estudios sobre los mecanismos del cerebro en el comportamiento prosemático debe hacerse con animales. La relación entre dichas investigaciones y el comportamiento humano es clara, si consideramos el aspecto evolutivo de cada uno de nuestros cerebros.

Volviendo a nuestro modelo del cerebro tenemos que el cerebro anterior, representado por el bulto de nuestras manos, es la parte del sistema nervioso que nos hace tomar consciencia del medio que nos rodea y que dirige toda nuestra actividad. En este sentido, esta parte de nuestro cerebro tiene la misma función que el conductor de un vehículo. El vehículo, (la parte baja del tallo cerebral y la médula espinal) corresponderían al resto del sistema nervioso que de alguna forma parecido a un automóvil, contiene los controles de encendido, la dirección, el freno, el acelerador, etc. En esta analogía existe, sin embargo, una diferencia fundamental que es el hecho de que en el curso de la evolución, el cerebro ha adquirido tres conductores, todos sentados al frente y todos de mentes diferentes. Vamos a ver primero el conductor reptil.

## **EL CEREBRO REPTIL Y LA MENTE PRIMARIA**

La contraparte física del “conductor” reptil, se encuentra localizada en una masa de ganglios en la base de nuestro cerebro frontal. Como no existe un nombre que sea aplicable a todos esos ganglios, me voy a referir a ellos como el "Complejo-R" (paleo-cortex: 300.000.000 millones de años). En los ganglios, las células nerviosas forman grandes grupos, mientras que en la corteza se ubican en capas. Volviendo a nuestro modelo del cerebro, vamos a separar y aflojar nuestros puños. Viendo nuestras palmas, podemos imaginar que estamos adentrándonos en los ventrículos del cerebro que contienen el fluido cerebro-espinal. La parte abultada de las palmas, justo encima del pulgar, correspondería a la parte mayor del Complejo-R (corpus striatum y globus pallidus). Podemos imaginar las células nerviosas que se ubican en esta parte abultada como moradores cavernícolas cobijándose en cuevas y túneles.

Es sorprendente notar que al usar la técnica de histofluorescencia de Falck y Hillarp, la mayor parte del Complejo-R se torna de un color verde brillante por el alto contenido de

dopamina, una savia neural que parece ser necesaria para poner en movimiento todas las energías del organismo. Igualmente se ha descubierto recientemente que el Complejo-R es rico en receptores opiáceos.

Las lagartijas y otros reptiles nos proporcionan patrones complejos de comportamiento que pueden ser observados comúnmente en los mamíferos, incluyendo a los seres humanos. Uno de los resultados mas sorprendentes de los estudios con animales terrestres es descubrir cuan pocos son los tipos de comportamientos que son típicos de cada uno y de todos. Aquí incluyo una lista de 24 tipos de comportamiento observados en los reptiles que incluyen la autopreservación y la preservación de las especies. Puede que algunos de estos comportamientos no sean reconocidos de primer momento, pero lo harán tan pronto los ilustremos con un ejemplo. Por ejemplo ese es el caso de: “el comportamiento del sitio preferido”, que se refiere al deseo de ubicarse siempre en el mismo puesto.

Las actividades de mayor importancia en la lista son aquellas que tienen que ver con la demarcación y defensa del territorio. No hace falta aclarar que la necesidad de ejercer poder constituyó la base de la filosofía de Nietzsche. El afirmó que la necesidad de ejercer poder es la fuerza vital que mueve al universo, “así me lo enseñó la vida” dijo. Sus escritos sobre este tema, lo hacen merecedor de reconocimiento como un pionero en etología y una autoridad en lo que respecta al comportamiento humano y al comportamiento reptil.

No importa la interpretación que le demos, difícilmente encontraremos una demostración más patente de la necesidad de poder que en el comportamiento de las lagartijas. Observar a los machos de la especie Rainbow (Agama agama) luchando por imponerse es como volver a la época del Rey Arturo. Estos animales tienen un hermoso colorido y así como otros animales de su especie, suben y bajan la cabeza en sus despliegues de cortejo o de peleas territoriales. En una pelea, este comportamiento agresivo se transforma en un violento combate y la lucha es implacable. En dos oportunidades hemos

visto que machos dominantes, vencidos y humillados, pierden sus majestuosos colores, caen en depresión y mueren pocas semanas después.

Se ha encontrado evidencia de que, incluso en animales tan lejanos como los reptiles y los primates, el Complejo-R es el responsable de la expresión organizada del comportamiento prosemático de naturaleza ritualista.

Antes de proseguir, es importante notar que gracias a la “Tabula Rasa” de John Locke, generalmente se cree que el cerebro humano se inicia en una pizarra limpia en donde pueden escribirse, recordarse y comunicarse todo tipo de experiencias. Esta creencia se vio reforzada por el trabajo de Pavlov sobre los reflejos condicionados, el cual pone el énfasis en el neo-cortex. Por consiguiente, ha prevalecido la visión de que, a excepción de las funciones biológicas básicas, el comportamiento humano depende de la transmisión cultural de conocimientos y costumbres de una generación a otra. Casi todo el énfasis recae sobre el aprendizaje y la comunicación verbal. Un texto de psicología por ejemplo, comienza diciendo que “todo comportamiento humano es aprendido”. Bien, si esto es cierto, ¿cómo es que, a pesar de nuestra inteligencia y de nuestra conducta culturalmente determinada, continuamos haciendo las mismas cosas que hacen los animales?

Mencioné anteriormente los movimientos de subir y bajar la cabeza que utilizan algunas lagartijas ante una disputa territorial o como forma de hacerse la corte. Los profesores están acostumbrados a observar estas demostraciones dentro y fuera de las aulas. La jerarquía social entre las lagartijas se mantiene a través de la repetición de los despliegues de fuerza. Es interesante hacer notar que, una vez que la lagartija dominante haya vencido a las demás, éstas lucharán con ella en contra de cualquier lagartija extraña que pretenda adentrarse en su territorio. Las lagartijas que están juntas en una jaula se comportan como una pandilla frente a una extraña. Partiendo de que todo comportamiento humano es aprendido, uno podría preguntar, “¿Los estudiantes aprenden a intimidar a los recién llegados estudiando la forma de ataque en grupo de las lagartijas?

Hallazgos experimentales indican también que el Complejo-R está involucrado en las formas naturales de imitación. La isopraxis se refiere a la situación en la que dos o más individuos asumen un comportamiento y se comunican entre sí a través de la realización de una misma actividad. Reiterando podemos decir que uno puede definir el término “especie” como un grupo de animales que ha adquirido genéticamente la capacidad perfecta de imitarse a sí mismo. No podemos dejar de recalcar que la isopraxis es básica para mantener la identidad de una especie o de un grupo social. El niño autista es el ejemplo más claro de los efectos devastadores de la incapacidad para la imitación. Por el contrario, los niños con retardo mental pueden mostrar una disposición considerable para la imitación, lo que ha sido beneficioso en el aprendizaje de habilidades.

La isopraxis es una de las cinco principales formas de comportamiento inter-operativo que se observan en reptiles y en especies mayores, que sirven para relacionar varias actividades listadas en el cuadro. Las otras cuatro formas de comportamiento son: a) perseverancia, b) reconstrucción, c) tropística y d) engaño. Sin caer en definiciones, diría simplemente en la actividad humana, estos comportamientos encuentran expresión en la conformidad esclavizante de la rutina y de las viejas maneras de hacer las cosas: rituales personales diarios y actos supersticiosos; reverencia ante todo lo precedente, como en materia legal y otros asuntos; reconstrucción ceremonial: respuestas a representaciones parciales, vivas o inanimadas y todas las formas de engaño.

Posteriormente, después de considerar los dos “conductores” metafóricos, se hará mención de los experimentos que indican que la predisposición a la rutina tiene sus raíces en las partes más antiguas del cerebro frontal. Mientras tanto, debemos hacer notar que las observaciones de los reptiles revelan que éstos son esclavos de la rutina, de los precedentes y de los rituales. A menudo este comportamiento conformista tiene valores de supervivencia. Si por ejemplo, una grieta en particular ha sido útil para escapar en alguna oportunidad del ataque de un depredador, puede serlo de nuevo. Si una vereda tortuosa demostró en una ocasión ser un camino seguro hasta una fuente de alimento, ¿por qué arriesgarse a utilizar una ruta más corta para llegar al mismo sitio? Todos estamos muy conscientes de que somos propensos a utilizar ciertas rutas preferidas para

ir a uno u otro lugar, o de involucrarnos en actividades específicas que nos han ayudado a salir de situaciones difíciles. En materia legal, se invierte un tiempo interminable en buscar los precedentes.

A través del tiempo, muchos de los actos que realizamos se convierten en ritos y llegan a formar parte de nuestra rutina diaria. Un observador externo podría considerar esas rutinas como actos supersticiosos. Los científicos tienen la fama de mirar por encima del hombro a gente común que tiene supersticiones, entre las cuales algunos incluirían las prácticas religiosas. Sin embargo, en el marco de una investigación ¿qué persona no ha visto a científicos realizar maniobras sin sentido tratando de repetir un experimento? ¿Quién no ha visto cómo consumen numerosos galletas mágicas como protección contra resfriados o algún otro posible mal?

A menudo la familiaridad que nos produce agrado y satisfacción se convierte en una familiaridad con los ritos tediosos y pesados de la persona (actos obsesivos compulsivos). Es posible que algunas relaciones de pareja y otras relaciones entre seres humanos pudieran mejorar si las partes involucradas estuviesen conscientes de la naturaleza protectora de los rituales, y en consecuencia, aprendieran a tolerarlos.

La parte constitucional nuestra que nos obliga a seguir las rutinas, nos avisa de manera muy enfática cuando éstas son interrumpidas. Como sabe cualquier persona que en algún momento haya propuesto un cambio en un plan de estudios, difícilmente hay algo que trastorne más la mente racional y emocional que la alteración de una rutina establecida por largo tiempo. Es como si el cielo se nos cayera encima. En ese mismo sentido, cualquier cosa que refuerce una rutina produce un efecto de seguridad y calma. Los ensayos de ceremonias, la circulación de agendas y cosas por el estilo son medidas culturales para preservar la rutina y disipar la ansiedad. T.P. Nunn, en su teoría sobre el papel del instinto en la educación, otorgó gran importancia al valor de la rutina tanto dentro de las aulas como en cualquier otro lugar.



Los etólogos le han prestado mucha atención a las actividades de “desplazamiento” de los animales, entendido este término como un comportamiento que pareciera inadecuado en una situación determinada, como por ejemplo los animales que limpian su piel o cuidan su plumaje cuando se encuentran amenazados o en cualquier situación de stress. Se puede observar el mismo comportamiento después de estimulaciones cerebrales que inducen reacciones de stress. Aparentemente, pareciera que en ambas circunstancias, tanto en condiciones naturales como experimentales, existe una sobre-excitación, lo que sugiere que se produce un estímulo recíproco del mecanismo de stress y del mecanismo de restauración, que sería comparable a la estimulación recíproca de los músculos. Después de comer, procrear o luchar, necesitan dedicarse al proceso de limpieza mutua. Las reacciones “desplazadas” o fuera de lugar de ciertos estudiantes durante momentos de tensión, son más manejables cuando se reconoce lo que realmente son: hurgarse la nariz, morderse las uñas, rascarse la cabeza, frotarse la cara o las manos, carraspear, escupir, etc. Ayudadas y guiadas por la mente racional, las tendencias al “desplazamiento” pueden convertirse en procedimientos respetados, tal como designar un comité cuando surge una situación difícil. En un instituto educativo parece estar muy claro que el nivel de ansiedad puede medirse por el número de comisiones existentes.

Desde que la depredación se convirtió en una forma de vida, las tácticas de engaño han sido importantes, tanto para el cazador como para la presa. No se conoce gran cosa acerca del mecanismo del cerebro subyacente al engaño, pero es probable que el circuito básico se encuentre en el Complejo-R. En el intento de asesinato de George Wallace, Arthur Bremer acechó a su víctima durante días y cuando su víctima no andaba por los alrededores, iba por presas mayores. Volviendo a la retórica reptiliana, podemos preguntarnos ¿Los asesinos actuales aprenden a acechar leyendo la descripción que hace Auffenberger de la conducta depredadora del lagarto gigante de Komodo? "Estos animales que llegan a medir hasta tres metros de largo, acecharán implacablemente a un venado durante varios días o esperarán en una emboscada por horas, actividades que requieren un conocimiento detallado del terreno y un buen sentido del tiempo. Esperando por el momento justo, el inmenso lagarto arremeterá contra el venado, lo dejará inválido con una mordida en el talón de Aquiles y lo llevará a una muerte desesperante".

No se puede hablar de engaño sin recordar que los criminales de cuello blanco nunca habían estado tan presentes en las noticias como en los últimos años. Si nuestra cultura nos enseña que la honestidad es la mejor política, ¿cómo es que las personas están dispuestas a tomar enormes riesgos para engañar? ¿Por qué el engaño y su terminología gozan de un lugar privilegiado en todos los juegos que enseñamos a nuestros jóvenes? ¿Cómo podemos esperar que los jóvenes vayan a los campos de juego y no utilicen los mismos principios al competir y luchar por su supervivencia en el salón de clases?

El comportamiento tropístico se refiere a las respuestas positivas o negativas de un animal ante representaciones totales o parciales de objetos animados o inanimados. Descubrir el mecanismo neural detrás del engaño promete ser una tarea difícil para un neurofisiólogo. El comportamiento tropístico puede coincidir con la conducta imitativa o isopraxis. Considerando puntos de interés para los educadores, este principio se aplica a diferentes “periodos receptivos” en el nivel de desarrollo de los estudiantes o de los niños, (análogo a “dejar una huella”), identificación sexual, fetiches, novedades y modas (como el estilo del cabello y los omnipotentes “Levis”), y las tendencias migratorias. Al contrario de las tendencias migratorias estacionales de algunos reptiles, pájaros y mamíferos, no existe una explicación clara de qué es lo que causa las migraciones no periódicas de las personas. Algunos ecólogos hoy en día atribuyen estos movimientos sin descanso de la gente, a la sobrepoblación y al hacinamiento. La multitud de jóvenes que acuden a los festivales de música ha sido comparada con migraciones infructuosas. Dado que el cerebro anterior es esencial hasta para el aprendizaje de los peces, no sería sorprendente encontrar que el termostato que regula la fiebre migratoria se localizara igualmente en el Complejo-R.

#### PATRONES PRIMARIOS DE COMPORTAMIENTO

1. Selección y preparación del hogar o del territorio.
2. Establecimiento del territorio.
3. Rastreos.
4. Demarcación del territorio.

5. Preferencias de lugares determinados.
6. Patrullaje del territorio.
7. Comportamiento ritual para la defensa del territorio el cual comúnmente implica el uso de adornos y colores.
8. Pelea formal en defensa del territorio.
9. Exhibición triunfal cuando la defensa es exitosa.
10. Adopción de posturas distintivas y coloración en señal de rendición.
11. Saqueo.
12. Caza.
13. Establecimiento del hogar.
14. Provisiones.
15. Uso de un lugar determinado para defecar.
16. Formación de grupos sociales.
17. Establecimiento de jerarquías sociales mediante exhibiciones rituales y otros medios.
18. Saludo.
19. Limpieza y aseo mutuo.
20. Cortejo con exhibición de ornamentos y coloraciones.
21. Apareamiento.
22. Parto y atención a la cría en forma aislada.
23. Agrupación en manadas.
24. Migraciones.

## **EL ANTIGUO CEREBRO DE LOS MAMÍFEROS Y LA MENTE EMOCIONAL**

Con la evolución de los reptiles parecidos a los mamíferos, a mamíferos, parece haber surgido un mandato primario: "no comerás a tus hijos, ni a la carne de tu propia especie". En el mismo nivel de importancia en la evolución de los mamíferos se encuentra la atención y el cuidado progresivo que prestan a sus crías. No sabemos a ciencia cierta si los reptiles parecidos a los mamíferos le prestaban la misma atención a sus crías. De los reptiles actuales, sólo los cocodrilos y algunos escíncidos (reptiles escamosos) muestran

algún tipo de interés en sus crías, las cuales llegan a este mundo preparadas para hacer todo lo que tienen que hacer excepto procrear. Entre los mamíferos, la preocupación por la cría tiende a generalizarse a otros miembros de la especie, un comportamiento psicológico que reporta la evolución de un sentido de responsabilidad y que nosotros llamamos conciencia. Se ha mencionado cuanto depende la relación padre-hijo de la vocalización y del oído. Ante condiciones adversas como las de la selva, la audición proporciona la forma más confiable de comunicación. La separación de la cría de su madre tiene resultados nefastos. Podemos entrever de esta situación las raíces evolutivas de la unidad familiar, la unidad del clan, de la sociedad, así como la intensidad emocional de los sentimientos que resultan de la separación, el aislamiento y la amenaza de aniquilamiento.

Los reptiles tienen una memoria asombrosa sobre lo que sus ancestros han aprendido a hacer durante millones de años, sin embargo, hay evidencias en su comportamiento de que el cerebro reptil está poco equipado para aprender a enfrentarse a nuevas situaciones. El cerebro reptil tiene solo una corteza muy rudimentaria. En las formas transicionales ya desaparecidas de la evolución de los reptiles a los mamíferos, se presume que el cortex primitivo se abombó y se diferenció con el tiempo; el cortex primitivo puede haber sido un instrumento natural que le permitía al animal mirar mejor su medio ambiente y aprender a sobrevivir.

Volviendo a nuestro modelo del cerebro, separamos nuestros puños y veamos la ubicación del viejo cortex. Nuestras uñas representan la materia blanca que conecta los dos hemisferios (cuerpo calloso). El área circundante formada por los nudillos y las palmas corresponde al aro del cortex, representando nuestra herencia de los mamíferos inferiores. El viejo cortex se encuentra protegido en todos los mamíferos actuales por lo que fue llamado por Broca en 1878 el "lóbulo límbico" porque rodea el tallo cerebral. Este lóbulo es el común denominador en el cerebro de todos los mamíferos. En 1952 yo sugerí el término "sistema límbico", para designar al cortex límbico y a las estructuras del bulbo raquídeo con las que tiene conexiones primarias. A través de sus fuertes conexiones con el hipotálamo tiene una influencia mucho más directa que el nuevo cortex en las funciones

viscerales y endocrinas. Hallazgos clínicos y experimentales de los últimos cuarenta años nos indican que el cerebro límbico traduce información en términos de emociones que guían el comportamiento requerido para la autopreservación y la conservación de la especie.

Los estudios clínicos en pacientes que sufren de epilepsia psicomotora han suministrado una extraordinaria evidencia de que el sistema límbico es el responsable de las experiencias y de la expresión de las emociones. Las cicatrices del cortex límbico resultado de daños durante el parto, los golpes en la cabeza o las infecciones, puede crear una tormenta bioeléctrica que, debido a la extensa red de interconexiones, puede extenderse al punto de afectar grandes cantidades de células nerviosas en una parte o en todo el sistema límbico. Al comienzo de la tormenta y dependiendo de cuál sea el área afectada, la mente del paciente se activa con sentimientos muy intensos que van desde el mas profundo miedo hasta el éxtasis.

Una tormenta también puede generar sentimientos de gran euforia como los que se asocian con descubrimientos, o sensaciones fluctuantes acerca de lo que es realmente verdadero o importante. Cuando pensamos en la forma como evaluamos la importancia de las cosas, lo más importante es el convencimiento de que el sistema límbico primitivo tiene la capacidad de producir fuertes sentimientos de convicción que relacionamos con nuestras creencias, independientemente de que éstas sean verdaderas o falsas.

Las tormentas epilépticas terminan generalmente con un bloqueo temporal de las funciones de una parte o de la totalidad del sistema límbico, mientras permanece encendido el resto del cerebro. Si el cerebro de la mente racional no ha sido afectado por la tormenta, las personas que padecen la epilepsia límbica pueden continuar realizando actividades complejas tales como manejar un automóvil o realizar un trabajo sin ser capaces de recordarlo posteriormente. En esos momentos se comportan como espíritus incorpóreos.

Es importante recalcar que la memoria, como una sensación de identidad personal,

depende de la capacidad del cerebro para combinar las experiencias internas con las externas. La condición que nos hace únicos como individuos es esta forma de experiencia privada, combinada. Sólo la información del mundo exterior se encuentra disponible para todos. Por lo tanto, es muy significativo el hecho de que para generar las experiencias que constituyen la identidad personal y la memoria, las células corticales del sistema límbico utilizan y combinan mensajes que les llegan a través de ambos mundos, interior y exterior, mientras que, como veremos mas adelante, las células del neo-cortex se ocupan en primer lugar de los eventos del mundo exterior.

## **EL NUEVO CEREBRO Y LA MENTE RACIONAL**

Existe evidencia de que señales persistentes del mundo exterior dificultan al organismo la toma de decisiones fríamente razonadas necesarias para su supervivencia. En la evolución del neo-cortex, la naturaleza ha tratado de remediar esta situación. Comparado con el cortex límbico, el neo-cortex es como un numerador expandido. Herrick ha dicho: "su explosivo crecimiento en filogenia es una de las transformaciones conocidas mas sorprendentes de la anatomía comparada." Las grandes proporciones del neo-cortex en mamíferos superiores, explica el nombre de "cerebro neo-mamífero" que se le aplica, incluyendo las estructuras del tallo cerebral, con el cual está conectado. El neo-cortex culmina en el cerebro humano, en el cual desarrolla una megápolis de células nerviosas dedicadas a la producción del lenguaje simbólico y a las funciones asociadas de lectura, escritura y aritmética. Madre de los inventos y padre del pensamiento abstracto, el neo-cortex promociona la preservación y la procreación de las ideas.

Volviendo a nuestro modelo –nuestros dos puños- recordemos que toda la superficie expuesta corresponde al neo-cortex. Debemos igualmente leer de nuevo las lecciones iniciales de anatomía acerca de la localización de las áreas neocorticales que están relacionadas con la visión, al oído y a las sensaciones del cuerpo. Ante las situaciones que surgen del mundo exterior, la naturaleza ha designado al neo-cortex para que reciba las primeras señales a través de los ojos, los oídos y las paredes del cuerpo; señales que casualmente a diferencia de aquellas para los olores y gusto que van al cortex límbico, se

amplifican y se radiotransmiten. El neo-cortex, enfocado en los aspectos materiales, desarrolla al principio algo como un razonamiento frío, una computadora sin corazón; posteriormente, veremos como la naturaleza le da un corazón. Mientras tanto, podremos considerar que las funciones neocorticales tienen un mayor significado si tomamos en cuenta su relación de funcionamiento con el Complejo-R y el sistema límbico.

## **EL ENCUENTRO DE LAS MENTES**

Si consideramos la contribución del neo-cortex a las funciones psicológicas, lo primero que debemos preguntarnos es cómo sería un animal si no lo tuviera. Con un tratamiento especial cercano al momento del nacimiento, es posible inhibir el desarrollo del neo-cortex y de sus estructuras relacionadas, en ciertos animales como las ratas y los hamsters. Laqueur y sus colaboradores encontraron en un principio que las ratas así tratadas eran capaces de aparearse, engendrar y atender a sus crías y no era posible distinguirlos de animales normales al aplicarles una variedad de pruebas psicológicas. Hemos descubierto que los hamsters que han crecido sin el neo-cortex mantienen el comportamiento típico de los hamsters; por ejemplo, estos animales desarrollan a su debido tiempo, el comportamiento de juego. Ya que nunca se ha visto algo parecido al comportamiento de juego en los reptiles, presumo que esta capacidad puede ser atribuida a las estructuras límbicas. En lo que respecta a la “rutina” que mencionamos anteriormente, estos animales tienen la misma rutina diaria que los hamsters normales.

Por el contrario, podríamos preguntarnos cómo sería un animal que sólo contara con el neo-cortex y no tuviera los otros dos. Un resultado aproximado a esto nos lo proporcionan los experimentos realizados en monos, a los cuales se les han destruido las conexiones principales del Complejo-R y del sistema límbico con la estructura neuronal. Con todas las conexiones desde y hacia la neocorteza intactas, estos animales recobran la capacidad de moverse y alimentarse por sí mismos. La alteración profunda en estos monos es que a pesar de verse como monos, no se comportan como tales. Desaparece casi todo lo que típicamente se asocia con el comportamiento de un simio. Este tipo de experimentos, junto con algunos hallazgos en pacientes que sufren enfermedades cerebrales, proporcionan evidencia para demostrar que el Complejo-R y el sistema límbico

constituyen el sustrato neural en el que se fundamenta la personalidad básica y la expresión organizada del comportamiento prosemático.

Acreditarle a las dos estructuras más antiguas del cerebro ser el sustrato de la mayoría de las conductas más innatas no significa desmerecer la importancia de la neocorteza. Por ejemplo, nada es más cierto desde el punto de vista neurológico, que el neo-cortex es vital para el lenguaje y el habla, y que a él le debemos la infinidad de formas a través de las cuales nosotros nos expresamos. No le da sentido del humor a nuestra parte reptiliana pero puede responder a la alegría del viejo cerebro de los mamíferos con una infinidad de juegos de palabras.

Antes de seguir con el asunto del habla, es importante decir algo acerca de la forma de representación de la vocalización en el cerebro. Tal como mencionaré mas adelante, la vocalización tiene una importancia cuestionable en la comunicación en los reptiles, mientras que es de importancia vital en los mamíferos. En forma experimental se observó que la mayor parte de la producción vocal en los monos está provocada por la estimulación de las estructuras relacionadas con el sistema límbico, un hecho que nos hace recordar que la vocalización prosemática en animales y en seres humanos generalmente tiene un componente emocional.

Entre los seres humanos, estas vocalizaciones generalmente ocurren en forma explosiva para expresar dolor (au, ay), sorpresa (oh, ah), triunfo (hurra) y placer. Hay entre otras, razones neurológicas para pensar que la mayoría de nuestros improperios, incluyendo las obscenidades agresivas, pueden surgir sin la ayuda del neo-cortex. Más aún, así como muchas palabras políticas, éstas podrían surgir en forma independiente de ambos lados de la boca simultáneamente, sin perder mucho el sentido. Esta situación contrasta con aquellos casos en los que requerimos que las palabras tengan un significado preciso. Debido a que la lengua es un órgano intermedio, debe realizarse una acción sincronizada de ambas partes para no exponerse a comerse las sílabas durante el discurso. Ya que los dos hemisferios del cerebro son como espejos uno del otro, y debido a que puede producirse un retardo en la transmisión de información de un lado al otro, es casi



imposible que puedan funcionar exactamente en la misma forma y expresarse como “una sola mente”. Cada lado de la lengua puede recibir impulsos para la misma palabra en momentos ligeramente distintos, o peor aún, recibir el comando neural para dos palabras diferentes. El resultado sería un balbuceo o tartamudeo.

Una solución para tener el control unificado sobre un órgano medio como la lengua es que éste reciba instrucciones de un solo hemisferio. Pero, ¿por qué del hemisferio izquierdo? A menudo que mediante el uso de sonidos vocales como medio de comunicación, nuestros antepasados obtuvieron mayor seguridad y productividad en la cacería en grupos, lo que a su vez contribuyó a la socialización de dicho grupo. Cuando los insultos dejaron de ser útiles en la comunicación humana, fue el neo-cortex, el más reciente en la cadena evolutiva y no la menos educada corteza límbica, quien fue llamado a producir los sonidos del lenguaje. Ya que la mano derecha se había convertido en el órgano eficaz en el manejo de las armas, herramientas y utensilios, la representación del lenguaje en el hemisferio izquierdo constituiría la forma mas rápida y efectiva de coordinar el lenguaje y la acción. Y cuando las cosas se anotaron por primera vez, ahí estaba la mano derecha estaba lista y a la espera.

Con la separación quirúrgica de los dos hemisferios del cerebro, se ha descubierto que mientras las funciones simbólicas son representadas por el hemisferio dominante, el hemisferio no dominante se dedica a las tareas espaciales no verbales y a la expresión musical. Sin embargo, en aquellos casos en que el hemisferio dominante ha sido removido durante la infancia, el hemisferio no dominante, con frecuencia el derecho, es capaz de asumir todas las funciones lingüísticas.

Desde el punto de vista neurológico, se considera una gran pérdida que el hemisferio no dominante se encuentre ocioso, sin dominar las funciones del lenguaje. Un neurólogo comparó el hemisferio derecho con el viajero que al estar en un país extraño, necesita constantemente de los servicios de un intérprete. Una interpretación más positiva la proveen la tecnología de las computadoras; uno de los grandes inconvenientes con las computadoras para obtener soluciones de problemas complejos es la insuficiencia de

memoria. Tal vez la naturaleza al colocar la función lingüística en un hemisferio, mató dos pájaros de un solo tiro, poniendo el órgano de línea media, la lengua, bajo un comando único, dándole así libertad al hemisferio no dominante para poder ser utilizado para expandir la memoria. Existe en efecto evidencia clínica que demuestra que al producirse un daño, o al extirparse el hemisferio no dominante, hay un notable deterioro de la memoria.

Así como es importante la memoria, no se debe olvidar que el proceso creativo también depende del olvido. Si dependiésemos demasiado de la memoria, podríamos quizás retornar a la condición de los reptiles; quizás una de las funciones del sueño podría ser aclarar los circuitos corticales de la recarga producida por las experiencias del día anterior.

A pesar de que las conexiones horizontales del neo-cortex permiten la asociación de las percepciones auditivas, visuales y táctiles, hay un componente instintivo importante en el aprendizaje. Esto presenta un importante cuestionamiento en relación con el aprendizaje y la enseñanza. Por todos es sabido que si no se castiga a la mascota al momento de cometer la falta, éste no aprenderá el significado del castigo. En forma experimental, un animal como el gato no aprende una tarea simple como es la de alzar la pata para evitar el golpe cuando suena el timbre, si transcurre un periodo muy largo entre los dos estímulos. Si continúan las pruebas, sin embargo, ocurren cambios en los ritmos de sus pulsaciones y de la respiración con cada sonido del timbre, lo que sugiere que estos animales aprenden a responder al estímulo con sus vísceras pero no con su pata.

Una posible explicación de esta paradójica surge al registrar en forma simultánea, las ondas cerebrales del neo-cortex y del cortex límbico durante las pruebas. En el neo-cortex se produce una respuesta única ante el sonido, mientras que en el archicortex se produce una alteración prolongada. Es posible que esta perturbación prolongada permita a la estructura límbica que tiene influencia sobre las vísceras, establecer una asociación entre el sonido y el golpe. Grantt observó que los reflejos cardíacos condicionados en los perros pueden persistir por años, aún luego que la respuesta condicionada de alzar la pata se

haya extinguido. Según sus propias palabras, el organismo recuerda con su corazón y no con movimientos específicos. Pavlov observó igualmente en pruebas similares a las descritas, que los animales comienzan a responder a estímulos irrelevantes. Podemos imaginarnos la trascendencia de esta generalización en los seres humanos. En muchos hogares por ejemplo, la madre decide posponer el castigo de su hijo hasta que el padre llegue a la casa para que sea él quien lo haga. Es evidente que la administración retrasada del castigo puede conducir a una reacción visceral indiscriminada en la niñez, y la subsiguiente identificación del padre con cualquier figura autoritaria, como la policía, el maestro, el director del colegio, etc. Las pruebas experimentales refuerzan el conocido principio de que el castigo debe aplicarse inmediatamente o no aplicarse.

Existe un proverbio que reza: "Entrena al niño en la forma en que debe comportarse y cuando sea grande, no se apartará de eso nunca". Está implícito en lo que dijimos anteriormente que el Complejo-R constituye un archivo neural para programar la conducta, basado en aprendizajes y memorias ancestrales. En otra parte, he mencionado que la naturaleza utiliza en forma económica el Complejo-R para renovar el comportamiento aprendido que haya sido emocionalmente condicionado a través de las funciones límbicas, o que haya sido realizado intelectualmente por el nuevo cerebro mamífero. Una vez aprendidos, todo ejercicio verbal, musical o de otro tipo, puede ser repetido mas tarde en forma casi instintiva.

## **NUEVOS DESARROLLOS EVOLUTIVOS**

Finalmente volvamos de nuevo a nuestro modelo del cerebro, y mirando nuestros dos pulgares, imagine la ubicación del neo-cortex de evolución más reciente, la llamada corteza pre-frontal. Pre-frontal significa "en la punta". Desde hace años se conoce que el coeficiente de inteligencia no se ve afectado por la pérdida de este cortex. Entonces, ¿por qué se desarrolló este cortex pre-frontal?. Anteriormente mencioné que el neo-cortex tiene la capacidad de realizar operaciones, por decirlo así, como razonamientos fríos propios de una computadora sin corazón. Es justamente la cualidad de la computadora la que hace posible que los monos entren sigilosamente como bandidos dentro otro grupo, asesinen al macho dominante y comentan infanticidio en presencia de las angustiadas

madres. No es necesario trazar paralelos con los seres humanos.

Por alguna razón inexplicable, parece que la naturaleza concluyó que un genio, un verdadero Frankenstein, fue liberado de la botella, y que si se deja sin control, puede llegar a destruir su especie. Utilizo la palabra "inexplicable", porque la naturaleza misma parece haber dado su bendición al principio paradójico de tener que morir para poder vivir. ¿Ha visto usted como la garza verde se traga vivos pescado tras pescado?. ¿Ha visto cómo se retuerce el pez y lucha al ser tragado, mientras es lentamente deshecho por los jugos gástricos de la garza? ¿Ha visto alguna vez a los pájaros toser hasta morir? ¿Acaso se ha levantado usted para darles una cucharada de jarabe para la tos? ¿Ha visto usted a un gato jugar con un ratón? ¿Ha visto usted al cáncer corroer lentamente al un ser humano? Este ha sido el camino de la naturaleza por millones de años. La miseria se amontona como los gases estelares al ser torturados por el sol incandescente. Entonces, ¿por qué la naturaleza en forma lenta y progresiva, añadió algo al neo-cortex que por primera vez añade corazón y sentido de compasión al mundo? Las nuevas palabras son: altruismo y empatía. Altruismo: "para el otro"; Empatía: identificación con compasión hacia otro individuo.

Del hombre del Neandertal al hombre de Cro-magnon se observa en forma progresiva que la frente humana se desarrolló de una frente baja a una frente alta. Por debajo de esa frente elevada se ubica el cortex pre-frontal. Existe evidencia clínica que demuestra que el cortex pre-frontal provee previsión para planificar para nosotros y para los demás, y al mismo tiempo nos ayuda en el análisis de los sentimientos del prójimo. El cortex pre-frontal es la única estructura neocortex que se vuelve hacia adentro, mirando hacia el mundo interior. Hay evidencia clínica de que el cortex pre-frontal al volcarse hacia adentro por así decirlo, obtiene el sentimiento instintivo que se requiere para identificarse con otros individuos. Es este nuevo desarrollo el que hace posible la introspección necesaria para tomar previsiones en la planificación de las necesidades propias y de los demás, es decir, utilizar nuestro conocimiento para aliviar los sufrimientos en todas partes. Al diseñar por primera vez una criatura que muestre preocupación ante el sufrimiento de otra cosa viviente, la naturaleza parece haber dado un giro de 180 grados de lo que había sido el

mundo de los reptiles comiéndose unos a otros, o el de las fieras devorándose entre ellas.

He querido recalcar la estrecha relación del circuito pre-frontal con la tercera gran subdivisión del sistema límbico que fue analizado anteriormente en relación con la evolución del cuidado de los padres a sus hijos. Es posible que estas tres grandes estructuras evolutivas del cerebro no sean capaces de llegar a su máxima capacidad de funcionamiento hasta que se presenten los cambios hormonales propios de la adolescencia. Si eso es así, estaría en contra de los que dicen que la personalidad es rígida y está completamente desarrollada para el momento de la adolescencia, si es que no lo está ya a los cinco o seis años de edad.

El concepto del cerebro triuno hace surgir muchas preguntas en lo que respecta los juicios morales y otros valores culturales de gran interés para los educadores. Hoy en día existe bastante evidencia anatómica y de comportamiento que demuestra que si no se utilizan los circuitos neurales del cerebro en ciertos momentos críticos del desarrollo, éstos dejarán de funcionar por completo. Los chimpancés criados en la oscuridad pueden quedar ciegos para siempre. Es posible que si no se aprende la empatía a una edad crítica, puede que nunca llegue a desarrollarse. Kubie, quien trabajó en forma exhaustiva en la formación de jóvenes científicos, afirma que los adolescentes no solo deben ser expuestos al sufrimiento humano sino que también se les debe dar la responsabilidad de ayudar a calmar ese sufrimiento.

En trabajos que estudian el mejoramiento del medio ambiente, aparece en forma continua la manera en que podemos ayudar a la naturaleza. Aquí parece existir una contradicción: desde el momento en que nosotros formamos parte de la naturaleza, todo lo que hacemos debe ser considerado como natural. Sin embargo, si somos capaces de interpretar correctamente la naturaleza, percibir sus cambios, su transformación en relación al sufrimiento, entonces podremos, quizás, ayudar a acelerar el proceso. Como seres humanos parece que estamos adquiriendo el material mental del cual imaginamos están hechos los ángeles. Tal vez sea tiempo de lograr una nueva visión de nosotros mismos y de tratar de actuar de manera cónsona con ella. Desde el momento en que

sabemos que podemos intervenir en las oportunidades o asumir riesgos, nadie puede decir que somos enteramente un producto de nuestros genes y que no hay un cierto grado de libertad para cambiar las cosas como son.

*El artículo “El Encuentro de las Mentes” es parte del ensayo de Paul MacLean “Una Mente de tres Mentes. Educar el cerebro Triuno” publicado en “Educación y el cerebro” (Chall and Mirsky, eds. University of Chicago Press, 1978)*