

EXPERIMENTOS DE TRANSPLANTE DE MEMORIA

Publicado con autorización especial de la Revista THINK, por gentileza del Agregado Cultural a la Embajada de los Estados Unidos en Chile

Acumulados en el cerebro del adulto aún más olvidadizo, hay recuerdos suficientes para llenar miles de millones de páginas como la que usted está leyendo en este momento. Parte de estas vastas reservas de recuerdos rige los actos reflejos, como esquivar un puñetazo a la nariz. Otra parte está relacionada directamente con las habilidades rutinarias, como clavar un clavo, andar en bicicleta o conjugar un verbo irregular del latín. Además, hay otros recuerdos puramente descriptivos, que permiten que un hombre mayor pueda recordar una conversación oída por casualidad, digamos, hace 50 años. Muy probablemente, su cerebro habrá guardado no sólo la transcripción textual sino también matices tales como las inflexiones vocales de los personajes, sus gestos y expresiones, y la ropa que llevaban. Por añadidura, también hay grupos de recuerdos que ayudan al razonamiento mental, como por ejemplo, para solucionar una ecuación matemática o para decidir un difícil problema personal.

Sin embargo, el hombre no tiene el monopolio sobre la mente. Los animales inferiores también tienen una inmensa capacidad mnemónica. El gusano más simple, con apenas suficiente tejido nervioso organizado centralmente como para llamarlo cerebro, sabe tanto como para que se puedan llenar varios tomos.

¿Cómo cabe toda esta información dentro del cerebro humano, un compuesto de tejidos del tamaño de dos puños? ¿Cómo se puede recordar tanto de ella, en forma selectiva, en un segundo, cuando se la necesita? ¿Qué intrincado sistema asocia los recuerdos que son relativos a otros? Estas son interrogantes cruciales del problema mente-cerebro, que ha fascinado a los filósofos y a los científicos durante más de dos mil años.

En los últimos doce meses muchos concienzudos científicos se han entusiasmado al saber de una aparente revelación de la naturaleza de la memoria. Investigadores en por lo menos una docena de laboratorios han dado los primeros pasos para aislar lo que podría ser la esencia química de la memoria. Los informes publicados indican que en varios casos ellos han extraído conocimientos de un animal y los han literalmente inyectado en otro. Extractos no refinados de cere-

que es voz quechua, llamaron los incas a los indígenas de Chile que se resistían a su dominación; "éstos se vengaron ingeniosamente: aceptaron la palabra y la aplicaban a sus bestias de carga". Febrés da como voz mapuche la palabra *auca*, con el significado de "alzado, rebelde y se aplicaba de preferencia a animales caballunos y vacunos bravíos". Actualmente, entre los mapuches significa todavía 'yegua alzada'.

¹²D. Barros Arana, *Historia Jeneral de Chile*, 1: 53. Santiago

de Chile, 1884.

¹³Francisco Solano Asta-Buruaga. *Diccionario Jeográfico de la República de Chile*: 24. Nueva York, 1867.

¹⁴Estanislao S. Zeballos, *Viaje al País de los Araucanos*, pág. 468. Ediciones Anaconda. Buenos Aires, s/fecha.

¹⁵P. Ernesto Wilhelm de Moesbach. *Voz de Arauco*. Tercera Edición: 22. Padre Las Casas, 1959.

bro de animales amaestrados han "enseñado" a animales no amaestrados a realizar tareas específicas, como correr a una taza de alimentos al prenderse una luz.

Esto significaría que un recuerdo no es un incidente puramente personal. Si la transferencia puede tener lugar de una rata a otra, los dos animales deben usar el mismo código mental. En realidad, puede que la memoria se guarde en una forma universal, porque se ha informado de transferencias de marmotas a ratas, y de ratas a ratones. En ciertos aspectos, el proceso se parece a una infección a virus, que hace que el cuerpo produzca copias del virus. En otras palabras, la memoria puede ser infecciosa.

En la ola del actual entusiasmo, la clave sigue siendo la medida. Los experimentos exitosos han resultado extremadamente difíciles de repetir. Sin embargo, los informes positivos se están sucediendo a tal velocidad en Dinamarca y Checoslovaquia y en numerosos laboratorios de los EE. UU. que muchos científicos se inclinan a pensar que se ha logrado un paso de importancia fundamental. Este potencial es tan grande, que ni los escépticos pueden permitirse pasarlo por alto.

Si verdaderamente se puede manipular la memoria directamente, las ciencias físicas y conductistas dispondrán de un campo de encuentro que dará lugar a una mutua iluminación. Los psicólogos esperan encontrar una comprensión más fresca y precisa de conceptos tan vagos como entrenamiento y aprendizaje. Los neurofisiólogos esperan realizar grandes avances en la relación entre la actividad química y eléctrica de las células, y la conducta.

Sin embargo, todavía falta mucho para el día en que la transferencia química de la memoria pueda rendir grandes beneficios en la medicina o en la educación. Es tentador especular acerca de que inyecciones de algún ingrediente mágico puedan ayudarles a aprender a los niños retardados, restaurar la mentalidad debilitada de los ancianos, y convertir todas las salas de clase en campos de adiestramiento para niños prodigios. Se ha sugerido, en broma, que los estudiantes podrían "calentar" sus exámenes literalmente engullendo a uno o dos profesores. Pero los científicos pueden demorar mucho años en purificar la esencia química de la memoria, si es que en realidad ésta existe en forma transferible. Aun entonces, la transferencia puede ser arriesgada y tan poco práctica como quemar una casa para asar un cerdo.

Con todo lo sensacional que han sido estos nuevos descubrimientos, están dentro de la corriente principal de la especulación sobre la relación entre la mente y el cerebro. Los griegos, con anterioridad a Aristóteles, pensaban que el hombre nacía con la mente vacía, como una pizarra en blanco, en la cual se grababan todas las sensaciones que experimentaba durante su vida. Creían que el corazón era el órgano mental, y consideraban al cerebro como una especie de ventilador en el piso

alto, que enfriaba la sangre. En la época de Descartes se reconocía que el cerebro estaba a cargo del pensamiento. El mismo Descartes, sabiendo poca química y menos electricidad, decidió que el cerebro era un sistema hidráulico, algo como los frenos hidráulicos en los autos modernos.

A comienzos de este siglo un francés, Richard Semon, presentó la hipótesis de que los recuerdos consistían en elementos separados, de un material que él llamó "engramas". De ser así, sería posible destruir ciertos recuerdos cortando las partes apropiadas del cerebro. El ilustre sicólogo de Harvard Karl S. Lashley realizó este experimento repetidamente y con muchas variaciones. Descubrió que podía dañar la memoria quirúrgicamente, pero no logró localizar ningún engrama. La pérdida de la memoria dependía casi enteramente de la cantidad de tejidos que cortara del cerebro de una rata, y muy poco de si los sacaba de las áreas que controlan la visión, la audición u otras funciones. En 1950, Lashley declaró secamente que aparentemente "el aprendizaje es simplemente imposible".

Como pasa tan a menudo en las ciencias, el descubrimiento de nuevos instrumentos y técnicas, y la introducción de conceptos nuevos, abrieron una nueva senda. Los fisiólogos aprendieron a explorar pequeñísimas regiones del cerebro —aun células nerviosas individuales— con electrodos increíblemente finos que detectan comunicaciones eléctricas entre nervios vivos. Los bioquímicos comenzaron a identificar cantidades diminutas de compuestos que regulan la transmisión de impulsos eléctricos de una célula a otra.

Mientras tanto, muchos otros científicos habían estado investigando las moléculas gigantes que dominan los procesos vitales básicos, incluyendo la herencia, la inmunidad y la síntesis de la proteína. Identificaron el ácido desoxirribonucleico (DNA) como la estructura de la herencia, y explicaron cómo se repite para transmitir millones de características de una a otra generación. Descubrieron también cómo el DNA sirve de molde para una cantidad de tipos de ácido ribonucleico (RNA), que a su vez dirige la síntesis de las enzimas, de las hormonas, y de otras proteínas. Recientemente, también, están estudiando cómo el RNA se ve activado y modificado por las mismas proteínas que produce, lo que ayuda a explicar la adaptabilidad de los organismos vivos.

Un bosquejo extremadamente plausible del mecanismo de la memoria ha surgido de dos líneas de investigación: una sobre el sistema nervioso y la otra sobre los ácidos nucleicos; y tiende a ser confirmado por los experimentos de transferencias. Los recuerdos pasajeros —como un número de teléfono consultado una vez y luego olvidado— parecen ser cadenas de pulsos eléctricos que circulan durante cierto tiempo por las redes nerviosas. Se presume que todos los recuerdos comienzan de esta manera, pero los que van a preservarse permanentemente continúan reverberando hasta que son traducidos a un código químico para ser así archivados.

Parece posible que los impulsos eléctricos, quizá actuando a través de intermediarios químicos, dejen impresiones en ciertos tipos de RNA o en proteínas o fragmentos proteínicos producidos por el RNA. En todo caso, el recuerdo eléctrico original se transforma en un recuerdo químico que puede ser localizado adecuadamente una y otra vez durante tanto tiempo como viva ese organismo. El DNA aparentemente no está envuelto directamente en esta cadena de sucesos. Sin embargo, parece tener que ver con la conducta instintiva, que puede considerarse como una especie de memoria que se transmite de padres a hijos.

La nueva técnica de transferencia de memoria puede llegar a ser una herramienta de valor incalculable para determinar la manera en que se guardan los recuerdos. Eventualmente puede llevar también a la explicación de un proceso mucho más obscuro: la recuperación del conocimiento ya acumulado. Asumiendo que la teoría química de la memoria sea esencialmente correcta, aún quedan muchas preguntas sin resolver. ¿Se guarda la información en el RNA mismo o en las proteínas o fragmentos proteínicos que produce? ¿Se comporta el material como tarjetas perforadas, con cada recuerdo marcado en una forma particular de líneas de agujeros? ¿O actúan estos compuestos como interruptores, que en cierta forma alteran el equilibrio de las redes nerviosas, para facilitar el flujo de impulsos eléctricos a lo largo de rutas específicas?

Gusanos que aprenden a encogerse

Los primeros experimentos de transferencia indicaron que el RNA era la bodega de la memoria. En 1953, dos estudiantes postgraduados de psicología de la Universidad de Texas, James V. McConnell y Robert Thompson, empezaron a educar a unos pequeños gusanos acuáticos, llamados planarios. Condicionaron a los gusanos a esperar un shock cuandoquiera vieran un rayo de luz. Sucedió que el shock hacía que los gusanos se enroscaran. Después de numerosas experiencias, los planarios parecieron estar condicionados como uno de los perros de Pavlov: es decir, se enroscaban al prenderse la luz aun cuando ésta no fuera seguida de un shock eléctrico.

Cuando se corta en pedazos a los planarios, éstos no mueren. Cada fragmento se regenera en un gusano completo. McConnell, ayudado por estudiantes, descubrió que todos los gusanos regenerados, vinieran de la cabeza o de la cola, mantenían el reflejo condicionado. Entonces avanzó un paso más y alimentó con trozos de gusanos educados a los gusanos no entrenados. Lo extraordinario fue que los caníbales no entrenados parecieron asimilar los recuerdos junto con la comida. Aunque nunca se los había expuesto a shocks, tendían a enroscarse cuando se prendía una luz brillante.

A partir de esta evidencia, McConnell concluyó que los recuerdos de larga dura-

ción no sólo se preservan en el primitivo cerebro del planario, sino que también saturaban de cierta forma química, el sistema nervioso. Otros investigadores permitieron, más tarde, que gusanos bisectados se regeneraran en agua que contenía ribonucleasa, en enzima que destruye el RNA. Bajo estas circunstancias, las mitades conteniendo la cabeza llegaron a ser gusanos completamente condicionados, en tanto que las mitades provenientes de las colas, no reaccionaban a la luz. Esto sugería que o bien el cerebro o el RNA es responsable de la memoria.

Las ratas comprenden el significado

Durante varios años, científicos que abarcaban de escolares secundarios a Premios Nobel, y planarios, se enseñaron muchas cosas mutuamente. Pero ¿revestían importancia los resultados para la memoria de animales superiores? No había duda de que los críticos experimentos de canibalismo no podían repetirse con ratas o con seres humanos. Los animales de sangre caliente, a diferencia de los planarios, digieren los alimentos en forma demasiado completa. De no ser así "yo estaría mugiendo como vaca, con toda la carne que he comido", dice McConnell, actualmente profesor de la Universidad de Michigan.

Si el recuerdo no puede sobrevivir a la comida, quizá se lo pueda inyectar como vacuna. Esta idea llevó a un grupo de la Universidad de California (Los Angeles), encabezado por el sociólogo Allan L. Jacobson, a poner en movimiento hace menos de un año, la nueva ola de experimentos de transferencia. El primer experimento fue directo. Se entrenó una rata en una caja con una copa en un rincón. Se le enseñó que cada vez que escuchara cierto sonido, una porción de alimento caería dentro de la taza. Una vez que varios animales hubieron aprendido a acercarse a la taza al escuchar tal sonido, se les mató y se les extrajo el cerebro. Los tejidos fueron molidos y reducidos químicamente a un extracto relativamente rico en RNA, entre otros ingredientes. Esto fue inyectado en el vientre de ratas no entrenadas. Los resultados fueron asombrosos: las ratas sin entrenamiento mostraron una decidida tendencia a responder al sonido, acercándose a la taza. Considerado en líneas generales, el experimento demostró que el extracto "recordaba" el significado de la clave.

Jacobson y sus colegas continuaron rápidamente su descubrimiento con otros experimentos. Descubrieron que los extractos de cerebro de ratas condicionadas con sonidos hacía que ratas no entrenadas respondieran a ese sonido, pero no a los destellos de una luz. A la inversa, extractos de cerebro de ratas entrenadas con rayos de luz hacía que las ratas no entrenadas sólo respondieran a la luz. Avanzaron hasta el extremo de condicionar marmotas con sonidos para después, por medio de extractos cerebrales, transferir el entrenamiento a ratas.

Entretanto, otros científicos llevaban a efecto experimentos con variaciones propias. Georges Ungar, de la Universidad Baylor, enseñó a las ratas a no prestar atención al ruido, generalmente estrepitoso, de una plancha de acero al ser golpeada con un martillo. Tuvo éxito en transferir esta despreocupación primero a otras ratas, y más tarde, a ratones.

Gran número de experimentadores ha ingresado al campo de las transferencias de recuerdos con una variedad de animales entrenados de diferente manera. Se les ha enseñado a las ratas, por ejemplo, a nadar hasta una plataforma seca dentro de un laberinto lleno de agua. Se ha entrenado a palomas a que respondan selectivamente a luces de diversos colores que prometen alimentos en diferentes cantidades. Se ha informado de algunos éxitos al inyectar extractos de hígado junto o en lugar de extractos de cerebro.

Algunos científicos han preferido el enfoque contrario. En lugar de agregar memoria con extractos, la han extraído inyectando sustancias químicas que suprimen la síntesis del RNA o de las proteínas, o de ambos. Bernard Agranoff, de la Universidad de Michigan, por ejemplo, ha enseñado a pececillos de colores a nadar a través de obstáculos en sus estanques, para evitar el shock que sigue al encendido de una luz. Generalmente dominan el problema después, luego de un día de experiencias repetidas, y recuerdan cómo evitar el shock tres días más tarde. Se presume que durante el intervalo, el recuerdo eléctrico de corta duración se ha consolidado, de alguna manera, como recuerdo químico de larga duración. Si a comienzos del proceso de consolidación Agranoff inyecta un poco de puromicina en el cráneo de un pececillo, la consolidación es detenida y el pez fracasa en la prueba tres días más tarde. La puromicina es un antibiótico con la propiedad particular de interrumpir la síntesis de la proteína del RNA.

La investigación en esta dirección está ayudando a medir el tiempo que se necesita para establecer un recuerdo en forma permanente. D. J. Albert, también de Michigan, ha venido usando una técnica algo diferente: suprime químicamente la actividad de un lado del cerebro de una rata, mientras entrena la otra mitad. Un poco después que permite que la parte suprimida "despierte", ésta empieza a absorber información de la mitad entrenada. Actualmente, Albert cree que la memoria se consolida en tres etapas: la primera dura unos pocos minutos; la segunda, una o dos horas; y la tercera, hasta cinco horas. La lentitud de la tercera etapa sugiere que el RNA (u otra materia) se extiende por el cerebro, llevando el recuerdo consigo.

Los resultados de los experimentos de transferencia de memoria no han sido universalmente alentadores. Varios científicos no han logrado repetir los experimentos de Jacobson. Aunque han tratado de seguir sus procedimientos, pueden

haber usado técnicas ligeramente diferentes para preparar los extractos, o para entrenar a los animales. Como los extractos son mezclas relativamente sin elaborar y consisten en cientos de sustancias virtualmente imposibles de analizar con precisión, es realmente extraordinario que cualquier experimento dé esencialmente los mismos resultados que algún otro.

La barrera sangre-cerebro

Frank Rosenblatt, de Cornell, está convencido de que todavía opera un gran elemento de suerte en todos los experimentos de transferencia que tienen éxito. En su trabajo con ratas, ha observado que la memoria a veces se transfiere vigorosamente, y que a veces no se transfiere en absoluto, como las vacunas de sarampión, que no siempre "toman". Sospecha que el cerebro de un animal tiene que estar en un estado anormal para poder absorber la sustancia vital del extracto. Un fenómeno todavía no explicado, llamado la barrera sangre-cerebro, generalmente impide que muchas materias en la corriente sanguínea entren al contingente vascular cerebral. Es esencialmente impermeable a las grandes moléculas que parecen tener que ver con la memoria. Pero pequeñas lesiones cerebrales que pueden resultar de una fiebre de mediana intensidad, pueden producir brechas en la barrera. En forma muy significativa, algunos de los experimentos más dramáticos de Rosenblatt coincidieron, el verano último, con una ola de calor y con fallas en los sistemas de aire acondicionado, cuando sus ratas se encontraban en un estado físico bajo lo normal.

Probablemente falten varios años y se requiera de gran número de experimentos de precisión para probar que las transferencias de memoria son algo más que meros golpes de suerte, y para aprender a repetir las en todos los casos. La primera etapa consiste en repetir algunos de los primeros experimentos con cantidades de animales mucho mayores. También hay que uniformar las condiciones —ej.: la preparación de extractos, el ambiente de los laboratorios, e incluso la manera de tratar a los animales antes de proceder a los experimentos.

Este tipo de trabajo podría colocar la transferencia de memorias en terreno sólido. De ser así, los científicos pueden continuar, confiadamente, hasta determinar la forma precisa en que se acumula la memoria. En realidad, se la puede acumular en cualquiera de muchas formas que dependen del tipo de aprendizaje de que se trate. Ungar sospecha, por ejemplo, que un fragmento proteínico puede contener suficiente memoria como para capacitar a un animal a no hacer caso a un ruido estridente, en tanto que tareas mucho más complicadas pueden necesitar proteínas completas o bien, aun moléculas de RNA.

Va a ser difícil convencer a los escépticos. Como lo han indicado algunos, la his-

toria de la biología está atestada de descubrimientos que más tarde resultaron ser falsos. Muy pocos han sido fraudes deliberados: generalmente han sido realizados por investigadores serios, deslumbrados en su entusiasmo, por lo que William James llamó "la voluntad de creer".

Cualquiera que sea el veredicto final sobre las transferencias de memoria, es casi seguro que la ciencia obtendrá beneficios de los nuevos experimentos. Los estimulantes resultados obtenidos hasta la fecha están atrayendo a un gran número de investigadores, para investigar el problema desde todos los ángulos. Hay un buen número de posibilidades de que algunos de ellos obtengan nuevos descubrimientos con respecto a la relación cerebro-conducta. Y es completamente posible que alguien encuentre una manera segura y efectiva de manipular la acumulación y recuperación de la memoria.

¿CONTRIBUIRA LA QUÍMICA A DESENTRAÑAR LOS MECANISMOS INTERNOS DE LA PSIQUIS?

por el Dr. psiq. VLADIMIR LEVI

¿Qué puede hacer hoy la química con el cerebro humano sano y enfermo?

Mucho, porque decenas de miles de enfermos síquicos, gracias a los preparados sicofarmacéuticos, recobran la tranquilidad, el sueño y la capacidad de relacionarse con quienes les rodean, vuelven al trabajo y se libran de tormentos espirituales inaguantables.

Poco, porque no hay por ahora preparados que alivien a muchos enfermos.

Mucho, porque se han dado casos de curación de enfermedades mentales muy graves, que se venían considerando incurables; aun en las secciones siquiátricas de los más graves, gracias a la sicofarmacología, han quedado muy pocos "furiosos" de verdad.

Poco, porque en casos muchísimo más leves, en los que las lesiones síquicas distan mucho de ser tan profundas, éstas persisten tenazmente, a pesar de todas las terapéuticas.

La sicofarmacología presta un auxilio eficaz en particular a los que padecen depresiones. Estos enfermos, por lo regular con una claridad absoluta de la razón, sienten una nostalgia angustiosa, un complejo de inferioridad y una sensación de culpabilidad que a veces les impulsa al suicidio. Antes a tales enfermos les ayudaba sólo el tiempo. Ahora, los remedios sicofarmacéuticos de un grupo especial —los antidepresivos— permiten, en la mayoría de los casos y en plazos relativamen-