

# LA MATERIA DE LA MEMORIA

*Yo sólo soy memoria y la memoria que de mí se tenga*

Elena Garro: *Los recuerdos del porvenir*

## *Memoria y memorias*

Cuando se habla de la memoria tendemos generalmente a referirnos al proceso activo de recordar algo que está archivado en alguna misteriosa región de nuestra conciencia, y que al lograrlo accedemos a ese algo para poder reconocerlo y expresarlo. Parecería así que nuestra capacidad de memoria se manifiesta solamente en ocasiones más o menos particulares, como cuando memorizamos un poema o una partitura, cuando en un examen tratamos de recordar una fórmula, procedimiento o concepto, o cuando intentamos acordarnos de un número telefónico o de la dirección de una casa cuyas indicaciones escritas hemos perdido.

Estos casos son, naturalmente, ejercicios de memoria. Son sin duda búsquedas de naturaleza un tanto misteriosa: ¿dónde y cómo es que localizamos ese dato, ese nombre, esa idea, que a veces “tenemos en la punta de la lengua” y se resiste a salir? Y, yendo hacia atrás en el tiempo, ¿dónde, cuándo y, sobre todo, cómo fue que guardamos ese conocimiento, es decir, en qué consistió el proceso de *aprendizaje*? Éstas son algunas de las preguntas fundamentales de la investigación neurobiológica sobre la memoria y el proceso de aprender. Sin embargo, sabemos en la actualidad que esta clase de memoria, que por mucho tiempo se consideró como *la memoria*, no es ni la única ni, sorprendentemente, la más frecuentemente usada ni la más importante en las actividades cotidianas del hombre.

En efecto, basta pensar un poco en nuestra vida diaria para reconocer que el hecho de retrotraer instantáneamente información almacenada —y al decir instantáneamente quiero decir sin realizar ningún ejercicio de búsqueda consciente en los archivos mentales— es un proceso clave para la realización de nuestras actividades de cada día. Desde el momento mismo de despertar, prácticamente cada uno de nuestros actos requiere del uso constante del conocimiento previamente aprendido. Actos tan sencillos como levantarse, bañarse, de-

cidir la ropa del día, desayunar, manejar o tomar un transporte público hasta nuestro sitio de trabajo y planear nuestras actividades, no podrían llevarse a cabo adecuadamente sin que, insensiblemente, ya que no es necesario ningún esfuerzo consciente, se utilice incesantemente una enorme cantidad de información. ¿Cómo, de otro modo, sabríamos qué y cómo hacer lo que por hábito nos parece lo más natural? A este tipo de memoria algunos neurobiólogos la han llamado *memoria de trabajo*, que es claramente distinguible de la memoria que mencionamos al principio.

El ejercicio constante de la memoria de trabajo se refleja asimismo en una de las capacidades mentales más propiamente humanas: el lenguaje. No es posible concebir el lenguaje sin el continuo y extraordinariamente rápido acto mental de retrotraer cada una de las palabras que en diferentes momentos de la vida se han aprendido y de engazarlas para formar frases coherentes. La experiencia común de no poder recordar una determinada palabra al pronunciar una frase, ya no digamos mientras se está impartiendo una conferencia magistral sino en una conversación común y corriente, es muy poco agradable. En el caso de la enfermedad de Alzheimer (un tipo de demencia senil caracterizada por pérdida progresiva de la memoria y destrucción de grupos de neuronas en algunas regiones cerebrales), una de las manifestaciones más desesperantes, tanto para el paciente como para las personas que lo rodean, es precisamente la incapacidad para encontrar las palabras, con la consiguiente pérdida de la expresividad verbal.

Los anteriores ejemplos del uso de la memoria en la vida diaria de cualquier individuo son quizá suficientemente ilustrativos. Nos muestran que la memoria de trabajo actúa como una especie de alerta constante que utiliza a cada instante una gran cantidad de información. Esta información es, en general, aunque no únicamente, adquirida y utilizada en periodos cortos de tiempo, por lo cual a la memoria de trabajo se le identifica con la memoria a corto plazo. De

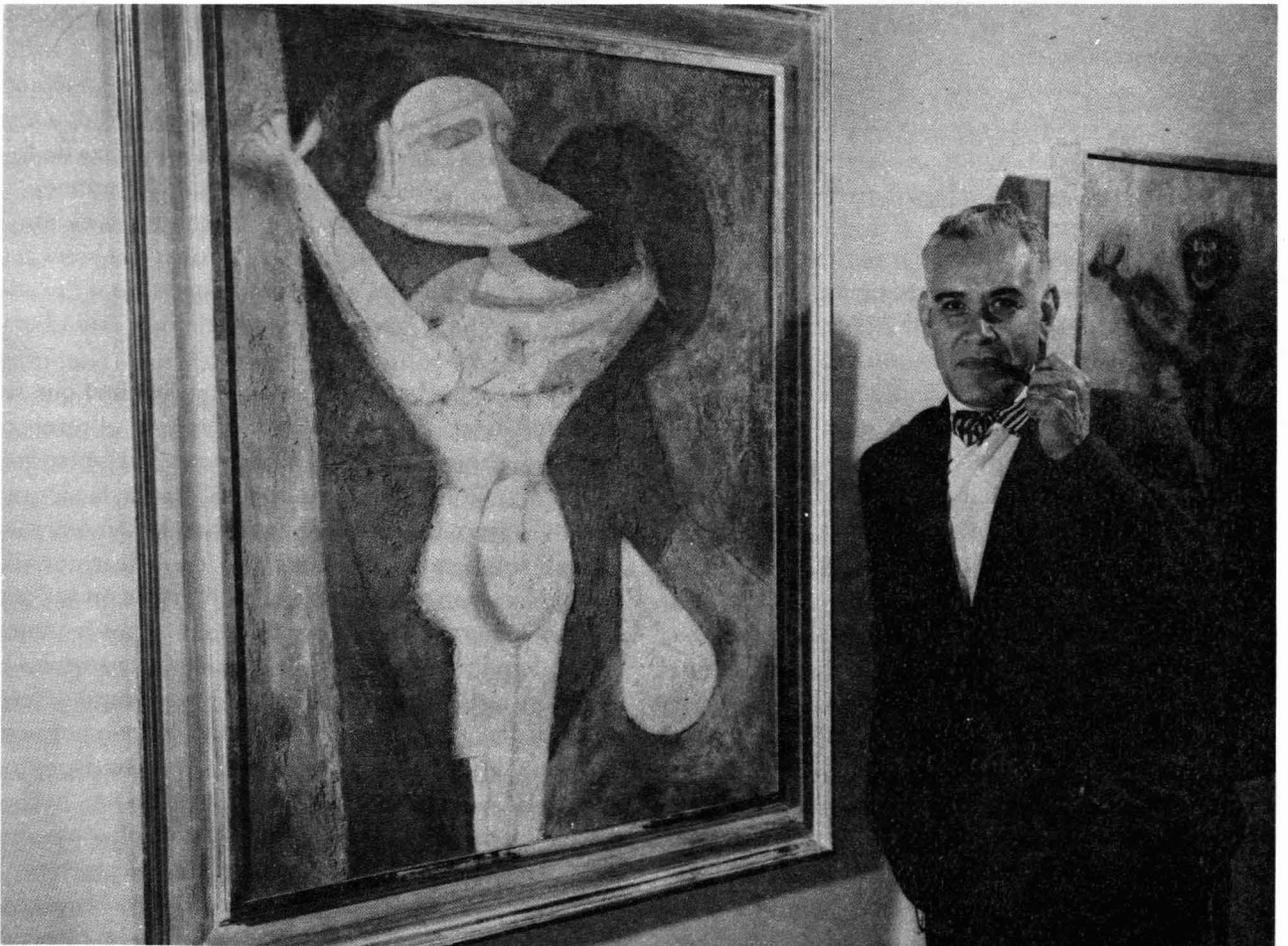
su correcto funcionamiento depende en gran medida la capacidad de utilizar el conocimiento "inmediato" para reaccionar ante una situación particular mediante una conducta apropiada, por ejemplo una emergencia de tráfico o un nuevo agujero en el pavimento, durante un trayecto habitual en automóvil.

Así, la neurobiología reconoce ahora la existencia de al menos dos tipos de memoria: la memoria de trabajo o de corto plazo y la llamada *memoria asociativa*, que corresponde a la descrita al inicio de este artículo y que almacena información a más largo plazo. A diferencia de la memoria a corto plazo, su aplicación no es inmediata sino que requiere de un proceso para traer su contenido a la mente. Además, mientras que la memoria de trabajo se adquiere por "grabación" de la información, por ejemplo la fijación del conocimiento de que la llama quema, la memoria asociativa, como su nombre indica, requiere de un proceso de aprendizaje más elaborado, que consiste en establecer la asociación de dos estímulos aparentemente no conectados entre sí. Es este tipo de memoria el que se utiliza cuando se pone en juego la inteligencia o la creatividad. ¿Es posible imaginar, por ejemplo, a un artista o a un científico que durante su acto creativo no esté utilizando la información aprendida?

### *Los sustratos cerebrales de las memorias*

Uno de los aspectos más interesantes de las diferencias entre la memoria de trabajo y la memoria asociativa es que han dejado de ser conceptos meramente psicológicos. En efecto, en los últimos años la investigación sobre el funcionamiento del sistema nervioso central ha revelado que, así como el lenguaje depende esencialmente no únicamente del correcto funcionamiento de una región específica del lóbulo temporal izquierdo (en los diestros), así también cada tipo de memoria es manejado por distintas zonas del cerebro. La operación de la memoria de trabajo se lleva a cabo fundamentalmente en la parte anterior del cerebro, en las regiones prefrontales de la corteza cerebral, mientras que en la memoria asociativa, que incluye la memoria espacial que nos permite orientarnos, participa de manera esencial una interesante estructura cerebral, situada cerca del lóbulo temporal, conocida como el hipocampo.

Este conocimiento deriva de experimentos realizados en monos a los que se les ha entrenado para que señalen con su mano o con la desviación de sus ojos que recuerdan cierta información, por ejemplo en qué lugar de una pantalla de computadora estaba una figura geométrica, una vez que ésta se ha borra-



*Rufino Tamayo posando junto a dos de sus pinturas.*



*Casa de Juan O'Gorman en el Pedregal.*

do. Simultáneamente a esta operación se registra la actividad eléctrica de pequeños grupos de neuronas o aun de neuronas individuales, en diferentes partes de la corteza cerebral. De este modo se ha podido observar un notable incremento en la actividad eléctrica (frecuencia o amplitud de disparo de las señales) de las neuronas del lóbulo prefrontal, exclusivamente cuando la figura de la pantalla ha desaparecido y el mono se está preparando para señalar el sitio de la pantalla donde previamente estaba. En contraste, otras neuronas de otras partes del cerebro no modifican su ritmo de disparo en ese momento sino cuando el mono ve la figura o cuando mueve los ojos. Esto sugiere una correlación entre la actividad de las neuronas de la corteza prefrontal y la "búsqueda" de la información almacenada. Además, se ha podido establecer, mediante la administración intracerebral de ciertas sustancias radioactivas, que la actividad metabólica de esas neuronas prefrontales, así como de aquéllas con las cuales establecen conexiones, aumenta durante la ejecución de esta tarea de recordar.

Este tipo de hallazgos tiene su correlato en el cerebro humano. Hasta hace muy poco era imposible, por obvias razones, hacer estos experimentos en el hombre, excepto mediante la electroencefalografía (EEG), procedimiento no invasivo (a diferencia de otros en los que es necesaria la administración intravenosa o en el líquido cefalorraquídeo de ciertas sustancias) que sólo requiere de la colocación de electrodos sobre el cráneo. Sin embargo, la resolución de la EEG es muy baja, pues sólo permite detectar cambios en la actividad eléctrica simultánea de muchos miles de neuronas. Un valioso método reciente pero muy caro y también de pobre resolución en comparación con el registro de neuronas individuales, es la tomografía de emisión de positrones (PET), una sofisticada técnica diagnóstica. La PET proporciona datos sobre la actividad metabólica de regiones cerebrales y al no ser invasiva se puede utilizar en experimentos en humanos para medir la intensidad de ciertas reacciones bioquímicas de las neuronas en el preciso momento de realizar alguna tarea mental.

Con esta técnica se ha podido comprobar que aumenta la actividad neuronal en el lóbulo prefrontal durante el proceso de memorizar, por ejemplo, una lista de palabras.

Es claro que la investigación experimental que se acaba de describir, hecha directamente en el cerebro humano, presenta muchos problemas. Sin embargo, en éste, como en otros campos de la ciencia, la naturaleza nos ofrece constantemente numerosos fenómenos que el investigador sólo tiene que identificar y analizar inteligentemente para obtener información valiosa sobre los mecanismos que le interesan. Estos fenómenos, que podríamos llamar "experimentos naturales", son las alteraciones patológicas. Por ejemplo, ¿qué pasa con la memoria de un individuo cuando por una embolia cerebral, un tumor o un traumatismo se dañan las neuronas del lóbulo frontal? Se han hecho algunos estudios en estos casos, con resultados congruentes con la idea de que esta región del cerebro es la responsable principal de la memoria de corto plazo. Por ejemplo, estos pacientes no mostraron las respuestas eléctricas normales en la corteza cerebral cuando,

mientras escuchaban una serie de sonidos alternados de alta y baja frecuencia, los cuales sí podían seguir fácilmente, se intercalaba sorpresivamente un ruido extraño a la serie de sonidos. Aunque ni estos ni otros datos similares obtenidos en pacientes confirman con toda precisión las interpretaciones de los experimentos en monos sobre la participación del lóbulo frontal en la memoria de corto plazo, sí son congruentes con ellas.

Otras alteraciones patológicas interesantes son las lesiones de regiones más o menos restringidas en las áreas de la corteza cerebral responsables del lenguaje, áreas que, como hemos visto, representan un aspecto muy importante de la memoria de trabajo. Estas regiones se encargan no sólo de almacenar y generar la información sobre las palabras mismas, sino también de proporcionar aquella relacionada con la sintaxis y con la entonación que confiere a ciertas frases o palabras un significado particular. Por ejemplo, los pacientes con lesiones en la corteza temporal posterior izquierda perciben correctamente un objeto o un color pero al nombrarlo deforman la palabra que lo define. En cambio, las lesiones en la corteza temporal media y anterior producen problemas para recordar los nombres de objetos variados pero los pacientes pueden sin dificultad expresar verbalmente los colores que perciben.

#### *La inhibición de la actividad neuronal y la memoria*

El progreso en el conocimiento de los mecanismos celulares del funcionamiento del sistema nervioso nos ha permitido conocer que las neuronas se comunican entre sí utilizando moléculas que actúan como mensajeros químicos, los cuales al ser liberados por una neurona actúan sobre la siguiente en un determinado circuito, por ejemplo los que se establecen entre las distintas zonas de la corteza cerebral. Esta comunicación interneuronal se realiza en sitios específicos conocidos con el nombre de *sinapsis*, que poseen una diferenciación anatómica claramente identificable con ayuda del microscopio electrónico y más o menos bien caracterizada fisiológica y neuroquímicamente. A partir de este conocimiento se ha postulado que a nivel celular, el aprendizaje consiste en que cuando ciertas sinapsis se activan repetidamente por estimulación de las neuronas correspondientes, al cabo de algún tiempo el funcionamiento de esas sinapsis se hace más eficiente que antes de la estimulación, es decir, la sinapsis se ha *facilitado*. Esta postulación ha recibido amplio sustento experimental en los últimos años mediante estudios realizados en el sistema nervioso de algunos moluscos marinos y en el hipocampo de mamíferos (véase *Universidad de México*, Núm. 475, p. 21, agosto de 1990). Sin embargo, aún estamos lejos de entender el mecanismo mediante el cual la facilitación de la función sináptica "archiva" una experiencia

particular o cómo esta facilitación participa en el ejercicio de las memorias de corto o largo plazo.

Un hallazgo que sin duda revolucionó el pensamiento sobre el funcionamiento del sistema nervioso fue la existencia en el cerebro de una enorme cantidad de neuronas que, al actuar sobre aquellas con las que se comunican, en lugar de activarlas las inhiben; es decir, las sinapsis que establecen son inhibitoras y no excitadoras. Se sabe así que prácticamente todos los circuitos o redes neuronales en el interior del cerebro están formados por dos tipos de neuronas, excitadoras e inhibitoras, dispuestas de manera que estas últimas pueden controlar o regular la actividad de las primeras. Cuando la actividad de las neuronas inhibitoras es deficiente, el resultado es una hiperexcitación que puede traducirse, según la región cerebral afectada, en diversas manifestaciones anormales, por ejemplo la epilepsia.

Con estas consideraciones en mente, es posible concluir que, puesto que las regiones y los circuitos involucrados en la memoria están, como todo el cerebro, formados por neuronas que excitan y por otras que inhiben, una facilitación armónica de las sinapsis inhibitoras y las excitadoras debe ser el sustrato orgánico tanto de la memoria de trabajo como de la asociativa. Si esto es así, ¿qué es lo que sucede en estas sinapsis cuando hay una lesión, por degeneración neuronal patológica, como en la enfermedad de Alzheimer, o por muerte neuronal debida a un tumor, una hemorragia o una embolia cerebral? Es evidente que cuando una neurona muere sus conexiones sinápticas también se degeneran y por consiguiente dejan de funcionar. Parece permisible postular entonces que las consecuencias de la lesión dependerán de cuáles neuronas resultaron predominantemente afectadas, las excitadoras o las inhibitoras. Y esta conclusión nos da pie para hacer algunas especulaciones que pueden ser interesantes. ¿Se podría hablar de una hiperexcitación y de su contraparte, una sobreinhibición, de la memoria?

El predominio patológico de la inhibición sobre la excitación resultaría una pérdida de la memoria. Tal predominio podría ser el resultado de la destrucción selectiva de neuronas excitadoras, lo cual impediría la expresión del archivo de datos y conocimientos. Quizá es éste el caso de la enfermedad de Alzheimer, en la cual degeneran sobre todo ciertas neuronas que excitan a las otras mediante un mensajero químico cuyo nombre es acetilcolina. Podría ocurrir entonces que, al disminuir en los circuitos de la memoria el número de neuronas que utilizan acetilcolina, sea imposible alcanzar en dichos circuitos el nivel de excitación necesario para recordar en forma útil y a una velocidad apropiada la información almacenada. La acetilcolina, por cierto, es el mismo compuesto que liberan como mensajero las neuronas motoras



David Alfaro Siqueiros pintando el mural Patricios y patricidas en la Ex Aduana de Santo Domingo.

localizadas en las porciones anteriores de la médula espinal cuyas terminales nerviosas llegan a los músculos. Cuando la acetilcolina es reconocida por la membrana de los músculos, en las sinapsis neuromusculares el músculo se excita y por consiguiente se contrae.

Debemos ahora preguntarnos cuál sería el papel de las neuronas inhibitoras que participan en los circuitos de la memoria. Continuando nuestra simplista especulación podríamos pensar que al ejercerse la inhibición se está regulando la capacidad de almacenar y recuperar recuerdos, lo cual implicaría, dando un paso más en nuestra hipótesis, que la existencia y el funcionamiento de la inhibición neuronal nos confiere la capacidad de *olvidar*. Pero, ¿quién querría olvidar? ¿Acaso no nos pasamos la vida lamentando que se nos olviden las cosas? ¿No es entonces el olvido más bien un grave defecto que una capacidad útil? ¿Para qué nos sirve el poder olvidar?

Para responder a estas interrogantes consideremos el caso opuesto a la pérdida de las neuronas excitadoras. ¿Qué pasaría si el desequilibrio fuera en favor de un hiperfuncionamiento de las sinapsis excitadoras en las regiones cerebrales que hemos mencionado, debido por ejemplo a que la lesión ha afectado pri-

mordialmente a las neuronas inhibitoras, las cuales dejarían así sin control a las excitadoras? Si la hipótesis de que el olvido depende de la actividad de las neuronas inhibitoras es correcta, el resultado sería probablemente muy cercano a lo que nos describe Jorge Luis Borges en su cuento "Funes el memorioso". A Ireneo Funes, quien sabía siempre la hora, como un reloj,

lo volteó un redomón y quedó tullido, sin esperanza... Me dijeron que no se movía del catre, puestos los ojos en la higuera del fondo o en una telaraña... Diez y nueve años había vivido como sin ver: miraba sin ver, oía sin oír, se olvidaba de todo, de casi todo. Al caer, perdió el conocimiento; cuando lo recobró, el presente era casi intolerable de tan rico y tan nítido, y también las memorias más antiguas y más triviales...

Ahora su percepción y su memoria eran infalibles... Nosotros, de un vistazo, percibimos tres copas en una mesa; Funes, todos los vástagos y racimos y frutos que comprende una parra. Sabía las formas de las nubes australes del amanecer del treinta de abril de mil ochocientos ochenta y dos y podía compararlas en el recuerdo con las vetas de un libro en pasta española que sólo había mirado una vez y con las líneas de la espuma que un remo levantó en el Río Negro la víspera de la acción del Quebracho. Esos recuerdos no eran simples; cada imagen visual estaba ligada a sensaciones musculares, térmicas, etc... Había aprendido sin esfuerzo el inglés, el francés, el portugués, el latín. Sospecho, sin embargo, que no era muy capaz de pensar. Pensar es olvidar diferencias, es generalizar, abstraer. En el abarrotado mundo de Funes no había sino detalles, casi inmediatos.

Me he permitido incluir estas citas literales del cuento porque parecería que en él Borges describe un posible caso clínico, causado en este caso por la caída de un caballo, en que las interacciones entre la inhibición y la excitación, en los circuitos neuronales de la memoria, se han desajustado para causar lo que, en

los circuitos que controlan los movimientos musculares, sería una epilepsia: una pérdida o deficiencia del control activo de la excitabilidad, causada por destrucción o disfunción de las neuronas inhibitoras.

Todos estaremos de acuerdo en que vivir en las condiciones de Ireneo Funes sería peor que un tormento. Es una experiencia común, por ejemplo, oír o leer un determinado número telefónico y, aunque no nos interese en lo más mínimo retenerlo, pasar un tiempo recordándolo a la menor provocación. O bien que, después de oír casualmente una melodía, de manera completamente involuntaria no nos sea fácil dejar de tararearla mentalmente, independientemente de que nos guste o no. Estos y otros casos similares, que nos generan un vago e indefinible malestar, serían apenas remotas ilustraciones de la desgracia que representaría no poder olvidarnos de nada de lo que percibimos. No habría discernimiento posible ni, como dice Borges, la posibilidad de pensar: la vida sería imposible.

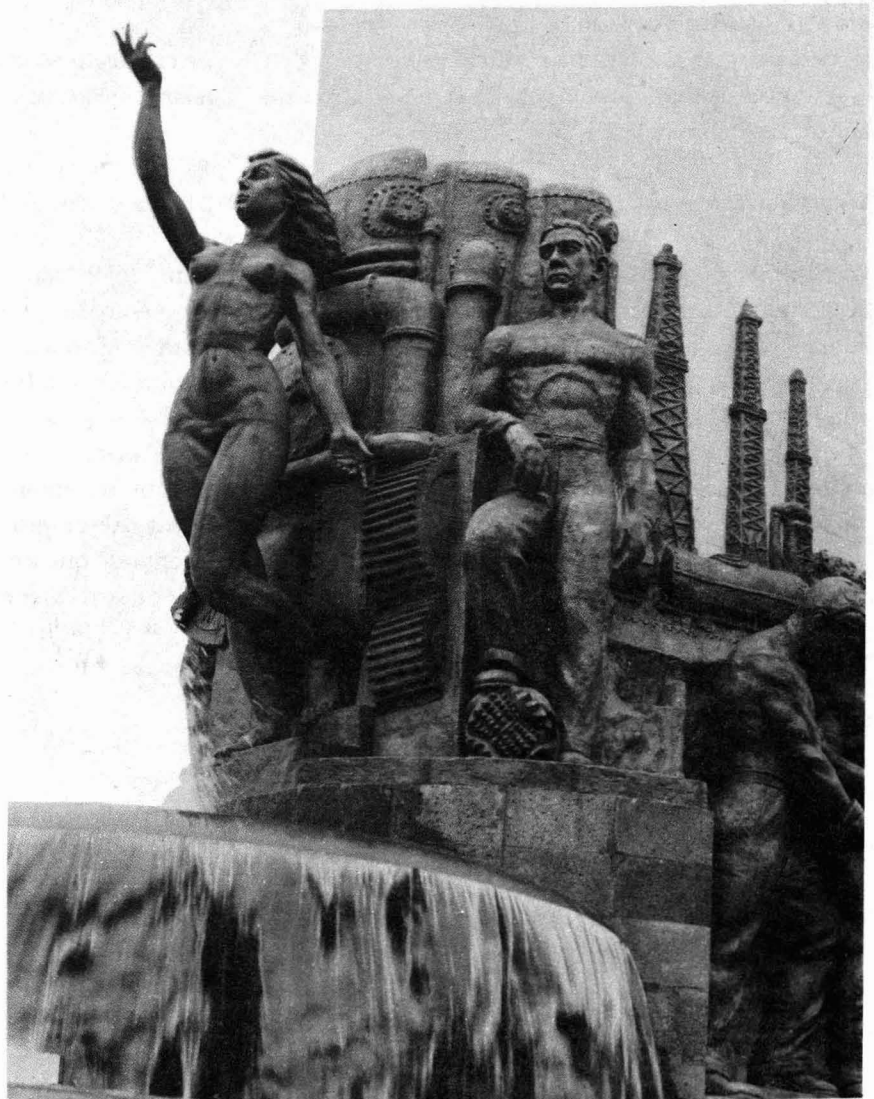
Podemos concebir otra alteración aún más terrible: un desajuste completo de los sistemas neuronales excitadores e inhibitoras, de modo que temporalmente predomine uno u otro, en total desconcierto. Quizá esto es precisamente lo que sucede en los casos de esquizofrenia, ya que se ha descrito que las alteraciones del pensamiento, falta de capacidad de atención, carencia de iniciativa y planes de acción y otros síntomas de este padecimiento se parecen a los que se observan después de producirse lesiones en la corteza prefrontal. Además, los pacientes esquizofrénicos tienen defectos en el metabolismo neuronal en dicha corteza, determinados por la técnica de PET, y muestran graves dificultades para retener la información y no repetir errores cuando se les somete a ciertas pruebas de memoria de corta duración.

Lo poco que sabemos sobre los mecanismos íntimos, celulares y moleculares, que subyacen en la memoria y el aprendizaje, es el resultado del conjunto de la investigación neuroquímica, neurofisiológica, biofísica y neuropsicológica. Los experimentos

mencionados en este artículo, así como las alteraciones funcionales en humanos, que son experimentos involuntarios de la naturaleza, nos indican con claridad que la memoria se ejerce de manera constante en nuestra vida diaria y que es fundamental para nuestra supervivencia en condiciones de salud, además de ser indispensable para el ejercicio de la inteligencia, la creatividad y la voluntad. Quizá venga a cuento terminar con un poema de Rosario Castellanos, el primero de su libro *Materia memorable*, título que también cabe en nuestro tema:

### La promesa

Te lo voy a decir todo cuando muramos.  
Te lo voy a contar, palabra por palabra,  
al oído, llorando.  
No será mi destino el del viento que llega  
solo y desmemoriado. ■



Juan Olaguíbel. Fuente de Petróleos.