

SOBRE LAS OLAS

Si imaginamos neuronas de unas diez micras de diámetro que se abrazan entre sí dentro del parénquima y todas se desplazan juntas medio milímetro hacia arriba y hacia abajo con cada latido, es como si una persona de un metro sesenta de estatura subiera y bajara ochenta metros de altura al ritmo de su corazón. Sería algo parecido a ser transportado de una portería a otra en una cancha de fútbol cada vez que late el corazón, durante toda la vida, mientras, al mismo tiempo, intentamos pensar, recordar, soñar y sobrevivir.

El cerebro flota en un mar de líquido cefalorraquídeo. Lo rodea por fuera y lo recorre por dentro, llenando cavidades llamadas ventrículos. Ese líquido actúa como amortiguador natural que protege el tejido cerebral de los

movimientos bruscos. Pero el líquido tampoco está quieto. Se mueve con cada latido y cada respiración. Fluye en vaivenes, empuja con suavidad al tejido cerebral y contribuye a esa oscilación mecánica silenciosa que ocurre dentro de nuestra cabeza.

El cerebro, como Santiago en alta mar, piensa para sobrevivir. No hay otra herramienta. El viejo pescador de Hemingway no tenía más que sus pensamientos para resistir la adversidad del océano y del tiempo. El cerebro, encerrado en su propio mar de líquido cefalorraquídeo, hace exactamente lo mismo al ondular, resistirse y seguir pensando.

ELÍAS MANJARREZ

*Como árboles en naufragio tus neuronas se abrazan
Se mecen sobre oleajes incesantes*

Durante siglos, los seres humanos creímos que la Tierra estaba quieta. No sentíamos su movimiento y por eso lo negábamos. Solo cuando la astronomía aprendió a mirar más lejos comprendimos que nuestro planeta gira y navega por el espacio.

Algo similar ocurre con nuestro cerebro. Parece inmóvil. Lo sentimos estable dentro del cráneo, como si fuera una piedra silenciosa. Sin embargo, las técnicas modernas de resonancia magnética amplificadas han revelado algo inesperado. El tejido cerebral, el parénquima, se mueve sin descanso, siguiendo el compás del corazón y el ritmo de la respiración.

Según la resonancia magnética amplificadas, cada latido produce un desplazamiento constante de hasta medio milímetro en todo el parénquima. Una distancia pequeña, que se aproxima a la mitad de la marca más fina de una regla escolar.

En cambio, cuando intentamos expulsar aire con la boca y la nariz cerradas, lo que los médicos llaman la maniobra de Valsalva, la respiración puede provocar movimientos aún mayores en los que el tejido cerebral puede desplazarse hasta tres milímetros.

Podríamos pensar que medio milímetro o tres milímetros no significan mucho. Pero en la escala de las neuronas es una distancia enorme.

El cerebro, como Santiago en alta mar, piensa para sobrevivir. No hay otra herramienta. El viejo pescador de Hemingway no tenía más que sus pensamientos para resistir la adversidad del océano y del tiempo. El cerebro, encerrado en su propio mar de líquido cefalorraquídeo, hace exactamente lo mismo al ondular, resistirse y seguir pensando.



Esa orquesta de movimientos, en condiciones normales, es simétrica. Ambos hemisferios se mecen al mismo ritmo, como dos bailarines que comparten la misma partitura. En el interior de los ventrículos, el líquido avanza y retrocede con la cadencia del corazón, como un pistón suave que respira. No es un movimiento fijo. Cambia, se adapta y responde al estado del organismo, como el mar responde a los vientos que lo atraviesan.

Un estudio reciente propone que las alteraciones de simetría y sincronía en el movimiento cerebral podrían servir como un excelente biomarcador de enfermedades neurodegenerativas, como el Parkinson o el Alzheimer. Se ha visto que alteraciones sutiles en el parénqui-

ma, como la acumulación de proteínas fibrilares en las neuronas, tienden a desordenar la coreografía danzante de los dos hemisferios con movimientos desorganizados, produciendo asimetrías y direcciones inusuales en los vaivenes del parénquima.

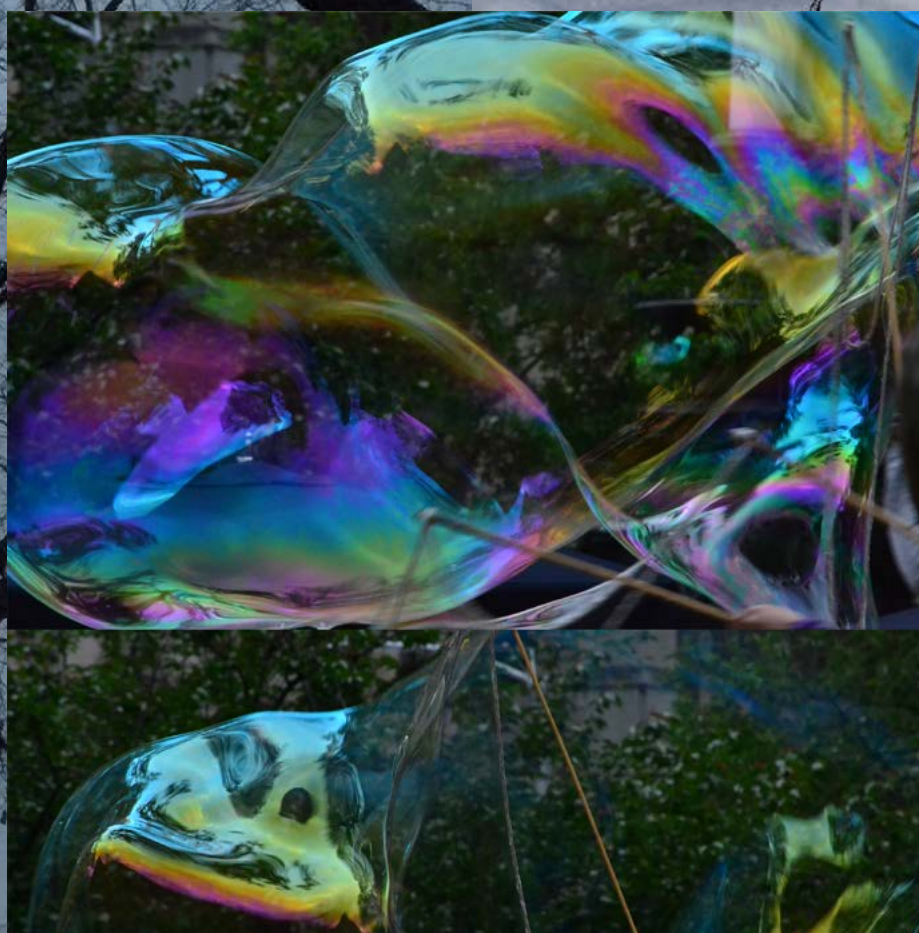
Cuando envejecemos, disminuye el movimiento del tejido cerebral porque se vuelve más rígido y menos elástico, como ocurre con nuestra piel o con nuestros músculos. Por eso es razonable que el ejercicio físico sea favorable para mantener nuestro cerebro más elástico y saludable.

Nuestros pensamientos emergen lúcidos, aun cuando las neuronas que los producen viven en un mundo elástico. Un mundo agitado por nuestra respiración y por arterias pulsátiles que, como ríos escarlatas entubados, se introducen tierra adentro en nuestro parénquima, para irrigar un bosque neuronal.

Tanto bullicio mecánico y, no obstante, el pensamiento emerge coherente. Es como si a las neuronas, en su conjunto, no les importara vivir en un mundo agitado a cambio de cumplir su cometido de sobrevivir con la mente, como lo hizo Santiago en el océano.

Las neuronas piramidales de la corteza cerebral tienen forma de árbol. Poseen un cuerpo celular de contorno triangular y un complejo entramado de ramas conocido como árbol dendrítico. El nombre no es casual, ya que la palabra dendrita proviene del griego *dendron*, que significa árbol.

Estos árboles dendríticos se entrelazan con enorme densidad y complejidad con los de otras neuronas, formando la principal red excitatoria de la corteza cerebral y del hipocampo. En las imágenes histológicas pareciera que estos árboles diminutos se abrazan entre sí. Por eso Ramón y Cajal, premio Nobel y uno de los primeros exploradores del cerebro, hablaba de un auténtico bosque neuronal.



Pero ese bosque no vive solo. Existen otras células que sostienen, nutren, protegen y reparan a las neuronas: las células de la neuroglia. La palabra glía proviene del griego y significa pegamento. Su función es mantener unido ese delicado entramado, evitar que el bosque se disperse en el oleaje. Es esa cohesión silenciosa, ese pegamento invisible entre células, lo que le da al parénquima su resiliencia para seguir pensando en medio del mar que lo agita.

Algo de esa misma resiliencia vive en Sobre las olas, el vals de Juventino Rosas. Cuenta la historia de que Juventino se inspiró en el suave vaivén del río Magdalena, donde vivió por un tiempo. De ese río rural emergió una obra que el mundo entero terminaría admirando y que muchos atribuyeron erróneamente a Strauss, porque no identificaban los sonidos mexicanos que cabalgaban sobre las olas del vals clásico.

La vida de Juventino duró apenas veintiséis años y fue tan agitada como el río que lo inspiró. Perdió a su padre y a su hermano siendo niño, y creció huérfano en una soledad que no era muy distinta de la del viejo

Santiago en alta mar, rodeado de un océano hostil, con el pensamiento como único remo. Sin embargo, su genio no se dispersó. Como la glía que mantiene unido el bosque neuronal, Juventino sostuvo intacta su música hasta el final. Ello nos dice, sin palabras, que el hombre no está hecho para la derrota. Que puede ser destruido, pero no derrotado. Que el mundo es un lugar hermoso y que vale la pena luchar por él. Eso no lo dijo Hemingway sobre Juventino, pero bien pudo haberlo dicho.

Mientras tanto, en nuestro cerebro continúan ocurriendo procesos tan discretos como extraordinarios. No solo las arterias y las venas penetran en el tejido cerebral. El líquido cefalorraquídeo también circula a través de espacios perivasculares que rodean las arterias. Allí intercambia fluidos con el tejido cerebral y drena por vías perivenosas, lo que facilita la eliminación de sustancias de desecho. Este sistema de circulación e intercambio se conoce como el sistema glinfático. Gracias a él, el cerebro funciona, en cierto modo, como una compleja red de plomería biológica que transporta líquidos y ayuda a limpiar el tejido cerebral.

Sabemos que el sistema glinfático trabaja con especial intensidad durante el sueño profundo. En esas horas, el cerebro elimina toxinas y productos metabólicos que, de otro modo, podrían acumularse y dañar las neuronas. Algunas proteínas que no se eliminan adecuadamente pueden depositarse en el tejido cerebral y favorecer el desarrollo de enfermedades neurodegenerativas. Así, el movimiento constante del cerebro, originado por los vaivenes del mar interior, no es un simple capricho mecánico. También cumple funciones vitales.

Y, como si ese océano no fuera suficiente, el cerebro guarda otro mar más, el de la electricidad. Nuestros pensamientos coherentes emergen, además, en medio de otros oleajes invisibles. Las ondas eléctricas del cerebro. Por ejemplo, el electroencefalograma ha permitido observar oscilaciones rítmicas a una frecuencia de 10 eventos por segundo. Estas ondas, conocidas como ondas alfa, disminuyen su amplitud cuando dirigimos la atención a un estímulo. Se originan en circuitos que co-

nectan el tálamo con la corteza cerebral mediante complejas interacciones inhibitorias entre neuronas.

Durante el sueño, las neuronas producen oscilaciones eléctricas más lentas, con menos de un evento por segundo. Algunos estudios sugieren que la respiración puede sincronizarse con el ritmo del hipocampo, lo que ayuda a organizar la actividad cerebral y a fortalecer la memoria.

Esto significa que, además del mar de ondas mecánicas que agita suavemente al cerebro, existe también un mar de ondas eléctricas sobre el cual se despliegan las descargas neuronales asociadas a los pensamientos y a los sueños. Así, aunque no podamos percibirlo, nuestro cerebro late, ondula con la respiración y habla un lenguaje de descargas eléctricas mientras se enfrenta al tráfigo del mundo.

Nuestro cerebro vive como el ritmo que se oculta en el verso.

Como el verso que se oculta en la prosa.

Todos los instantes
Sobre las olas

ELÍAS MANJARREZ
Profesor investigador titular, responsable del laboratorio de Neurofisiología Integrativa del Instituto de Fisiología, BUAP. Es físico de formación, con maestría en fisiología y doctorado en neurociencias. Obtuvo su doctorado en el departamento de Fisiología, Biofísica y Neurociencias del Cinvestav.

Sus líneas de investigación están enfocadas a entender propiedades emergentes de ensamblajes neuronales en animales y humanos. Es pionero en el estudio de la resonancia estocástica interna en el cerebro, la propagación de ondas en ensamblajes neuronales espinales, la hemodinámica funcional de las emociones, así como de los mecanismos neuronales de la estimulación eléctrica transcranial. Recibió el Premio Estatal de Ciencia y Tecnología del CONCYTEP y ha recibido el premio Cátedra Marcos Moshinsky. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel 3.

