

Mercurio

Volante

49

SUPLEMENTO ESPECIAL

hipocritalector

Año IV, Marzo 2026



SIMETRÍAS EN EL ESPACIO

SEBASTIAN ESCULTOR
AI4SCIENCE
EL VALS DE LAS NEURONAS
DEEPAKES RETRO
¿DESDE CUÁNDO HABLAMOS Y
ESCRIBIMOS?
VIVIR EN LA LUNA
MORALIDAD Y NEUROCIENCIAS
LA EDAD DEL UNIVERSO EN
ENTREDICHO
LEYENDAS DEL NOBEL: GEORGE
WALD Y EL CAMINO DE LA LUZ

CUÁNTICA

Por el sinuoso camino de la realidad

El escultor Sebastian y nuestro apreciado colaborador, Gerardo Herrera Corral, publicaron recientemente un extraordinario libro, intitulado *Cuántica. Por el sinuoso camino de la realidad* (Editorial Sexto Piso, 2025), en el que recuperan sus pláticas e intercambio de experiencias, uno como artista de lo que hay afuera de una escultura y el otro como un científico que indaga lo que hay adentro. A continuación una pincelada de la obra.

Dualidad de la materia

La dualidad onda-partícula es un concepto esencial de la mecánica cuántica y las esculturas Dualidad onda-partícula / y II evocan esa duplicidad fundacional de la realidad.

La primera estructura en acero esmaltado azul delinea conos cuando se la ve desde una perspectiva y ondas cuando el observador cambia de posición.

Los conos recuerdan el giro de electrones o protones y aparecen en la obra como elementos aislados con extensión definida y posición concreta. Si observamos la pieza desde el eje perpendicular entonces sus ondulaciones la definen.

Algo parecido ocurre con la escultura Dualidad onda-partícula II en que el carácter ondulatorio aparece de manera redondeada desde una perspectiva que no necesariamente es perpendicular.

Los segmentos de ésta presentan diferentes formas ante diferentes ángulos porque los segmentos son planos irregulares.

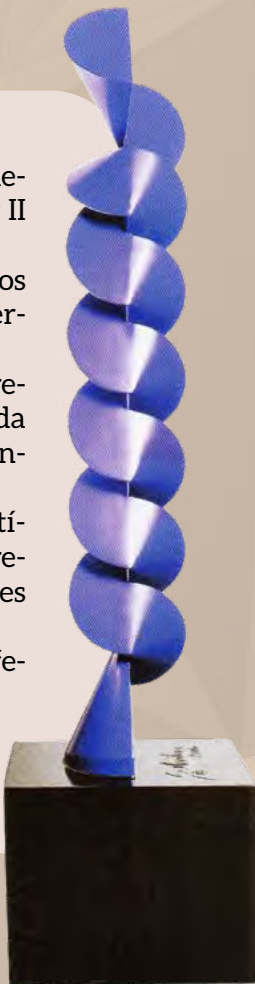
Son las proyecciones del cuerpo escultórico las que nos muestran aspectos particulares de la realidad. El objeto contiene las dos perspectivas y muchas más.

Traslape cuántico

Los estados posibles de un sistema cuántico se traslapan y coexisten. En el mundo de lo pequeño los objetos de estudio ocupan al mismo tiempo todas las opciones.

En esta obra plástica dos conos se entrecruzan —uno más abierto que el otro—, ambos apuntando en direcciones opuestas.

La estructura elaborada en metal muestra las alternativas que se solapan en una sola entidad. Los espines se anudan, conforman arreglos que giran en una y en otra dirección. Dos conos se traspasan y giran arriba y abajo, a izquierda y derecha, en diagonal y con perfiles proyectados en todas las direcciones y aristas que se tuercen y proyectan todas las formas posibles en un solo objeto.





Orbitales

Lazos que simbolizan órbitas de electrones alrededor de un centro indefinido. En mecánica cuántica las órbitas no son trayectorias precisas. Solo existen zonas donde los electrones pueden situarse.

Diferentes tamaños de los trazos representan los diferentes niveles de energía tal y como los representa el modelo de Bohr de los átomos que sigue vigente.

La escultura que se anuda y se interconecta adquiere movimiento y una naturaleza dinámica. El centro donde convergen los lazos hace pensar en el núcleo compuesto de protones y neutrones mientras los cordones se extienden hacia afuera.



Mesones

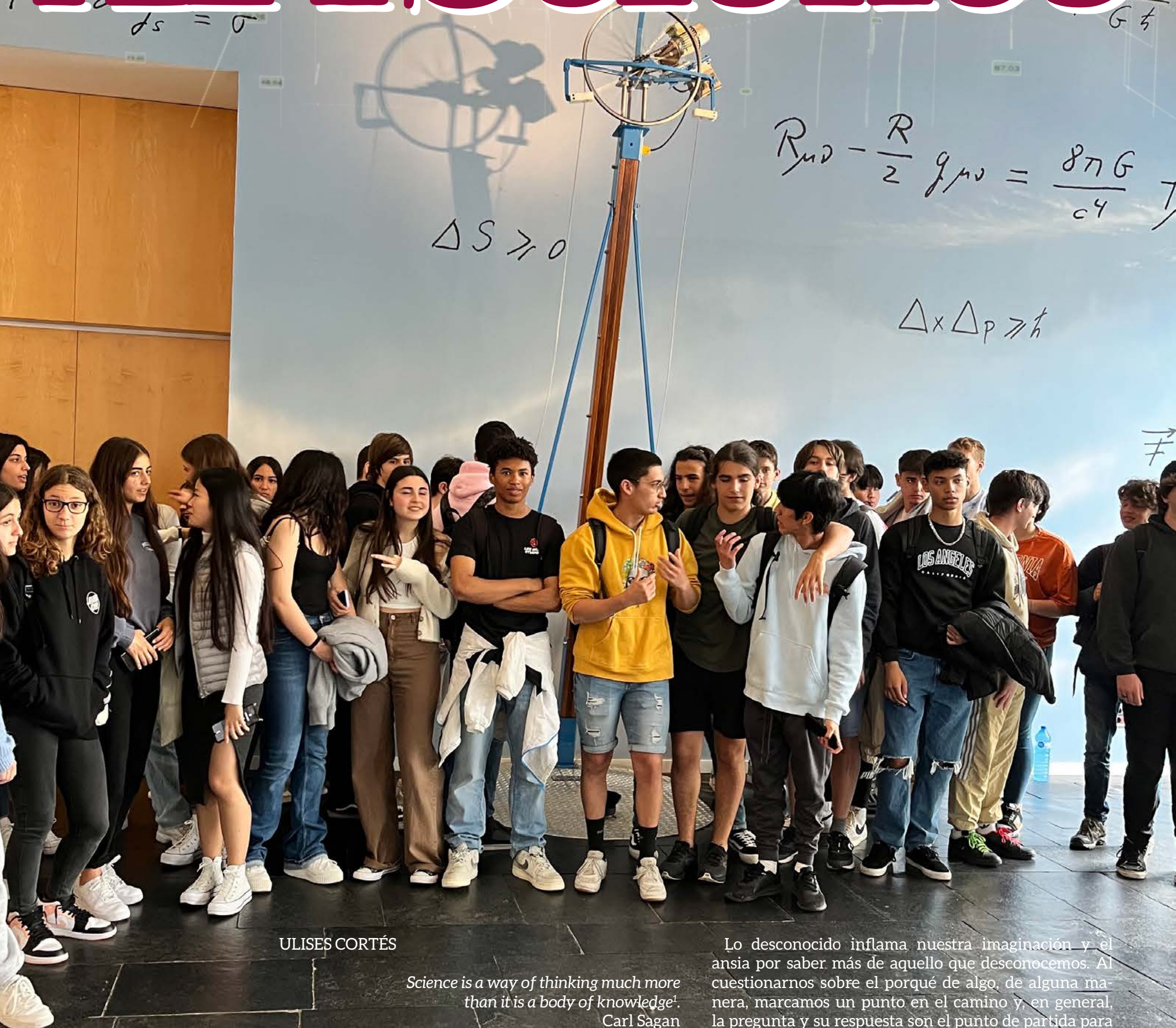
Los mesones son estados de la materia con dos quarks, es el estado confinado más sencillo en que uno de los componentes está formado de antimateria.

Un ejemplo de mesón es el pion, que se representa usualmente con la letra griega π . El pion es el más ligero de los mesones en la naturaleza y está hecho de un quark «u» y un antiquark «d». Es un estado inestable que se desintegra en 26 mil millonesésimas de segundo. Existen también los llamados quarkonium, que están formados por un par quark y su propio antiquark. Un ejemplo es el charmonium, que se forma con un quark «encanto» y su antiquark «anti-encanto».

La pieza evoca la presencia de un estado ligado en que uno de los componentes es la imagen especular del otro. Inspira pues la estructura de un mesón en que el par de quarks conviven por un tiempo en una danza efímera que acabará por desintegrar al conjunto.



AI4 Science



ULISES CORTÉS

Science is a way of thinking much more than it is a body of knowledge¹.

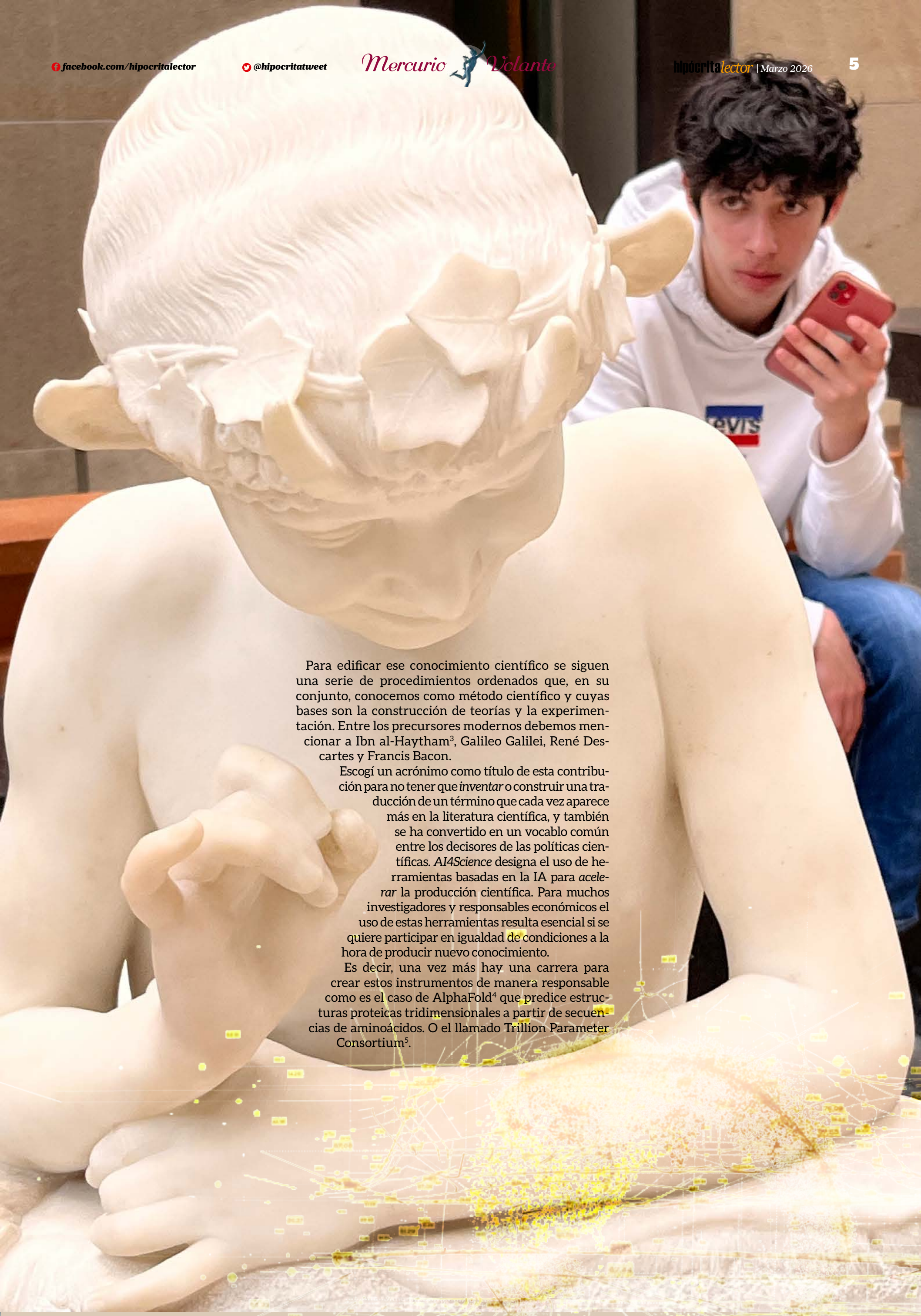
Carl Sagan

Una traducción posible del epígrafe que acompaña a este artículo es *La ciencia es un cuerpo de conocimiento que ha sido recopilado a lo largo del tiempo; la ciencia es más mucho más que eso.*

Con esta definición tan abierta en mente, me gustaría aprovechar esta ocasión para invitarles a pensar más sobre la ciencia, a reconocer cómo ha moldeado la naturaleza de nuestra sociedad e incluso, como nos ha influido para hacernos pensar de cierta manera sobre las cosas que vemos, nos ha ayudado a identificar las que conocemos y, sobre todo, tratar de desentrañar, como apuntaba Carl Sagan, el misterio de las que no conocemos, desde las partículas subatómicas hasta las estrellas.

Lo desconocido inflama nuestra imaginación y el ansia por saber más de aquello que desconocemos. Al cuestionarnos sobre el porqué de algo, de alguna manera, marcamos un punto en el camino y, en general, la pregunta y su respuesta son el punto de partida para nuevas y más inquisiciones y sus respectivas respuestas. Requiere coraje y valentía hacerse nuevas preguntas o revisar las antiguas y sus resultados para avanzar en la búsqueda de nuevas piezas de conocimiento; pocas de estas respuestas son sencillas y cortas.

La ciencia, el cuerpo del conocimiento científico acumulado durante siglos, pasando de generación en generación, incluidos los conocimientos locales indígenas², aunque haya sufrido notables agresiones y retrocesos, es, sin duda, uno de los esfuerzos colectivos más prodigiosos y prolongados que la humanidad ha emprendido y, aunque solo recordamos a unos pocos de esos hombres y mujeres de los que llamamos científicos y su obra, su curiosidad y rigor son admirables; hoy, la perseverancia de muchos nuevos investigadores sostiene este proyecto común.



Para edificar ese conocimiento científico se siguen una serie de procedimientos ordenados que, en su conjunto, conocemos como método científico y cuyas bases son la construcción de teorías y la experimentación. Entre los precursores modernos debemos mencionar a Ibn al-Haytham³, Galileo Galilei, René Descartes y Francis Bacon.

Escogí un acrónimo como título de esta contribución para no tener que *inventar* o construir una traducción de un término que cada vez aparece más en la literatura científica, y también se ha convertido en un vocablo común entre los decisores de las políticas científicas. *AI4Science* designa el uso de herramientas basadas en la IA para *acelerar* la producción científica. Para muchos investigadores y responsables económicos el uso de estas herramientas resulta esencial si se quiere participar en igualdad de condiciones a la hora de producir nuevo conocimiento.

Es decir, una vez más hay una carrera para crear estos instrumentos de manera responsable como es el caso de AlphaFold⁴ que predice estructuras proteicas tridimensionales a partir de secuencias de aminoácidos. O el llamado Trillion Parameter Consortium⁵.



La calidad de estos sistemas se ha demostrado y reconocido al recibir Hassabis y Jumper la mitad del premio Nobel 2024 por el desarrollo de AlphaFold, Baker recibió la otra mitad por el diseño computacional de proteínas. Estas nuevas herramientas abarcan el espectro de toda la producción científica, lo que demuestra que AI4Science es un ecosistema en evolución, con una infraestructura propia y nuevas prácticas interdisciplinarias. Cada día se suman nuevas noticias de usos exitosos.

No obstante, en paralelo, se observa un uso acelerado, precipitado y poco crítico de estas tecnologías, en particular, de los modelos masivos del lenguaje⁶, sin una evaluación adecuada de sus consecuencias epistemológicas, éticas y sociales. Esta situación es preocupante en el ámbito académico y científico, donde los LLM se están incorporando a la redacción de artículos, la generación de hipótesis y el análisis de datos sin marcos de validación robustos ni protocolos claros de transparencia sobre su intervención en el proceso de investigación.

Cuando un autor envía un artículo para su evaluación y posterior publicación, presupone que hay un autor o autores que: ha(n) seleccionado las fuentes, los datos; ha(n) interpretado los resultados, ha(n) asumido una posición, y está(n) dispuesto a dialogar críticamente con los editores y los lectores. Esta falta de *agencialidad* es la característica

típica de los textos producidos de forma mecánica.

Sus defensores aducen que estas herramientas basadas en la IA al permitir un análisis de datos más eficiente, simulaciones potentes y nuevas formas de generación de hipótesis, ayudan a los investigadores a abordar problemas que antes eran demasiado complejos o requerían mucho tiempo para resolverlos.

Según sus defensores se disminuye el número de los experimentos necesarios o al menos los tiempos de experimentación; esta reducción afirman reduce los costes. Además, opinan que los LLM reducen los tiempos en el resumen de la literatura científica cuya abundancia y frecuencia de creación imposibilita estar al día o recordar artículos clásicos que de otra manera pasarían desapercibidos a la mayoría de los lectores. Aunque, dicho sea de paso, tampoco se leen dichos artículos.

Los efectos de esta adopción acelerada ya se manifiestan con claridad en múltiples disciplinas. En congresos y revistas científicas, por ejemplo, se percibe una creciente inflación de publicaciones, muchas de ellas de dudosa calidad o incluso abiertamente fraudulentas⁷. Hay evidencia de congresos científicos que de una a otra convocatoria anual han multiplicado por tres el número de propuestas de comunicación; esto bloquea los sistemas de revisión, pues no hay suficientes revisores humanos especialistas para juzgar esta avalancha.

● Estudiantes

latinoamericanos en el Museo de Matemáticas en Manhattan, Nueva York.

Cuando se delegan tareas nucleares, como la redacción de secciones del artículo, la formulación de conclusiones o incluso la generación de datos sintéticos, en sistemas computacionales que no pueden asumir responsabilidad moral ni epistémica, se diluye la autoría científica y se vuelve opaco quién responde por los errores, sesgos o plagios que puedan derivarse.

Este fenómeno plantea interrogantes urgentes sobre la integridad de la producción científica, la fiabilidad de los procesos de revisión y la capacidad de las comunidades académicas para adaptarse al impacto de las herramientas de inteligencia artificial en la generación de información; queda abierta la discusión para saber si estas son creaciones científicas y si generan conocimiento o no.

Una respuesta a estos acontecimientos es la Colección de Guías de Integridad Científica Abierta (COSIG⁸) entre cuyos objetivos está el de capacitar a la comunidad científica para revisar de forma crítica la literatura ya publicada y detectar problemas de integridad, promoviendo una ciencia más transparente, verificable y fiable.

Ya hay quién plantea si habrá, gracias a esta tendencia, una ciencia sin científicos humanos. Llegados a este punto queda clara la necesidad de fortalecer el conocimiento científico entre la población a través de la educación. Hay que hacer llegar el mensaje de que con el pensamiento crítico y la búsqueda de la evidencia, tendremos más y mejor información para tomar mejores decisiones en nuestra vida cotidiana, pero también para enfrentarnos como sociedad a los grandes riesgos que la era antropocénica⁹ y del uso indiscriminado de las aplicaciones de la inteligencia artificial nos está trayendo.

Este modelo de aproximarse a la ciencia tiene riesgos que ni los científicos ni la sociedad parecen haberse planteado. Parece que la nueva forma de hacer ciencia consiste en hacer las preguntas adecuadas a un oráculo tipo LLM y se deja a las máquinas la tarea de responderlas. Detrás de los nuevos teoremas o las nuevas demostraciones ya no brillará el destello de un conjunto de neuronas humanas sincronizándose justo antes de exclamar ¡Eureka!

ULISES CORTÉS

Catedrático de Inteligencia Artificial de la Universitat Politècnica de Catalunya. Coordinador Científico del grupo High-Performance Artificial Intelligence del Barcelona Supercomputing Center. Miembro del Observatori d'Ètica en Intel·ligència Artificial de Catalunya y del Comitè d'Ètica de la Universitat Politècnica de Catalunya. Es miembro del comité ejecutivo de Eur AI. Participante como experto de México en el grupo de trabajo Data Governance de la Alianza Global para la Inteligencia Artificial (GPAI). Doctor Honoris Causa por la Universitat de Girona.



REFERENCIAS

- 1 Sagan, Carl (2011) [1979], *Broca's Brain: Reflections on the Romance of Science*, Random House Publishing Group, p. xiii, ISBN 9780307800992
- 2 Estos sistemas de conocimiento indígena han sido desdeñados y olvidados de manera sistemática por la academia y la sociedad <https://www.unesco.org/es/links?hub=408>
- 3 [https://courier.unesco.org/en/articles/ibn-al-haythams-scientific-method#:~:text=Ibn%20al%20Haytham%20\(965%2D1040\)%20was%20a%2010th%2D11th%20century,and%20*On%20the%20Halo%20and%20the%20Rainbow*](https://courier.unesco.org/en/articles/ibn-al-haythams-scientific-method#:~:text=Ibn%20al%20Haytham%20(965%2D1040)%20was%20a%2010th%2D11th%20century,and%20*On%20the%20Halo%20and%20the%20Rainbow*)
- 4 <https://deepmind.google/science/alphafold/>
- 5 <https://www.anl.gov/cels/trillion-parameter-consortium>
- 6 Cabe recordar que los LLMs aparecieron hace solo tres años, esto es, el 30 de noviembre de 2022, y ya se han colado en casi todos los aspectos de la vida cotidiana <https://openai.com/index/chatgpt/>
- 7 Ozturk, Y., Bordignon, F., Labbé, C., & Portet, F. Assessing the Impact of Retracted Articles on the Reliability of Citing Literature: A Mixed-Based Proposal. In MET STI 2024. Zenodo. <https://hal.science/hal-04791200/>
- 8 <https://cosig.net>
- 9 <https://sciencemediacentre.es/antropoceno-que-es-y-por-que-crea-discusion-en-la-comunidad-cientifica>



SOBRE LAS OLAS

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 amplificada 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 amplificada, 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.

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.

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 tráfico 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 ensambles neuronales en animales y humanos. Es pionero en el estudio de la resonancia estocástica interna en el cerebro, la propagación de ondas en ensambles neuronales espinales, la hemodinámica funcional de las emociones, así como de los mecanismos neuronales de la estimulación eléctrica transcraneal. 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.

De los anamorfismos a las falsedades profundas

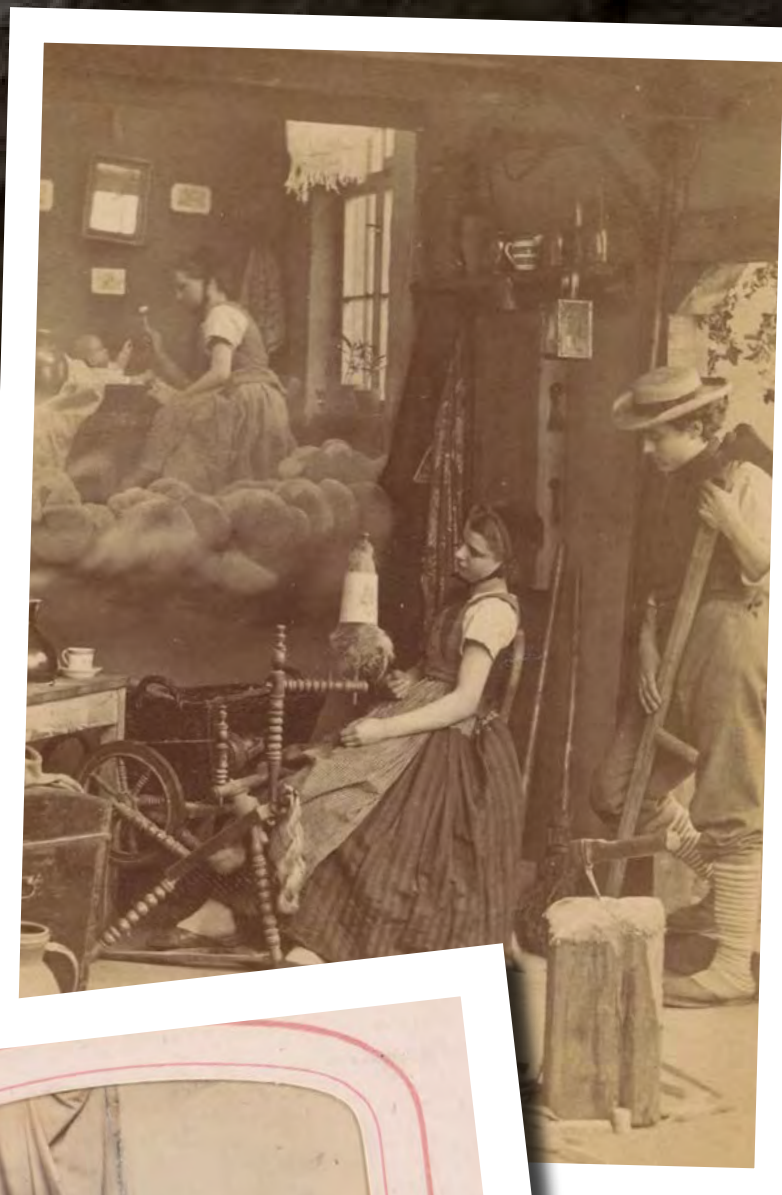
ROSALÍA PONTEVEDRA

Manipular imágenes a fin de engañar la vista no es algo nuevo, no es un fenómeno que haya comenzado en la era digital con las falsedades profundas o *deep-fakes* generadas mediante IA.

Desde antes del Photoshop, cuando la fotografía se procesaba en cuartos oscuros de manera analógica, física, empleando sustancias químicas, charolas, ganchos de la ropa para colgar las imágenes en papel sensible a las emulsiones, su poder evocador ya era utilizado con intenciones de confundir al espectador por razones ideológicas o simplemente en son de burla.

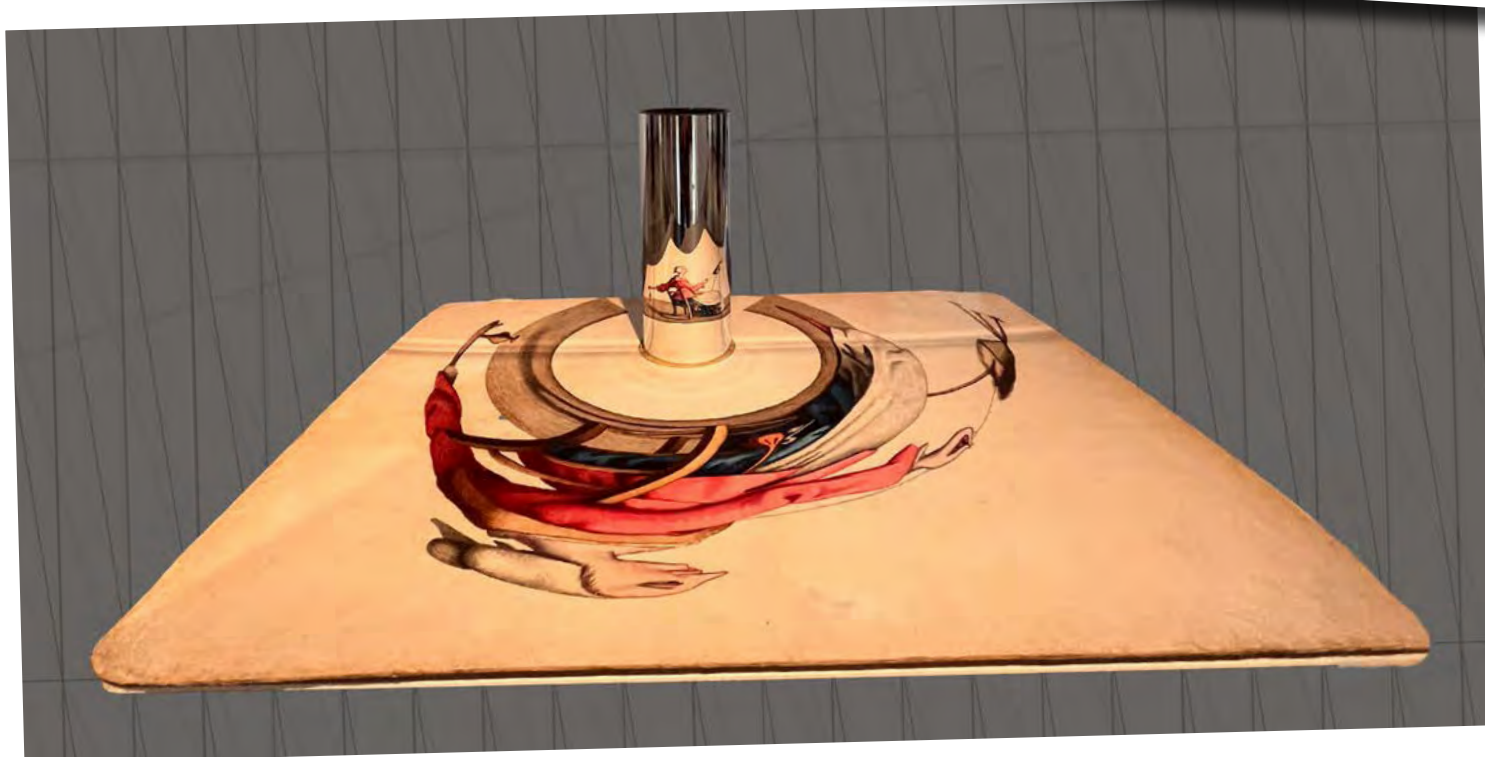
Los fotógrafos se vieron tentados a manipular las escenas captadas por sus cámaras, como si éstas fuesen la puerta a un mundo fantástico, casi real. De hecho, no fue sino hasta la década de 1930 cuando la fotografía comenzó a profesar cierta fidelidad a los hechos al utilizarse como medio de enterar al lector de culturas lejanas y sucesos notables.

En fecha reciente, el Museo Rijks de la ciudad neerlandesa de Amsterdam, abrió en una de sus salas una exhibición temporal de algunas fotografías tomadas entre 1860 y 1940, las cuales forman parte de su acervo. Dichas placas se montaban en "tarjetas de visita", muy populares durante la era Victoriana. Así, una joven pareja, ella una hilandera y él un campesino, sueñan con un futuro prometedor, escena reflejada en la pared del taller. En otra un hombre, sorprendido, se encuentra con su espectro, al cual solo le vemos la cabeza, mientras el cuerpo se halla envuelto en una sábana blanca. En alguna más, preludiando el surrealismo, un hombre lleva en una carretilla la cabeza gigantesca de un hombre que fuma un cigarro.



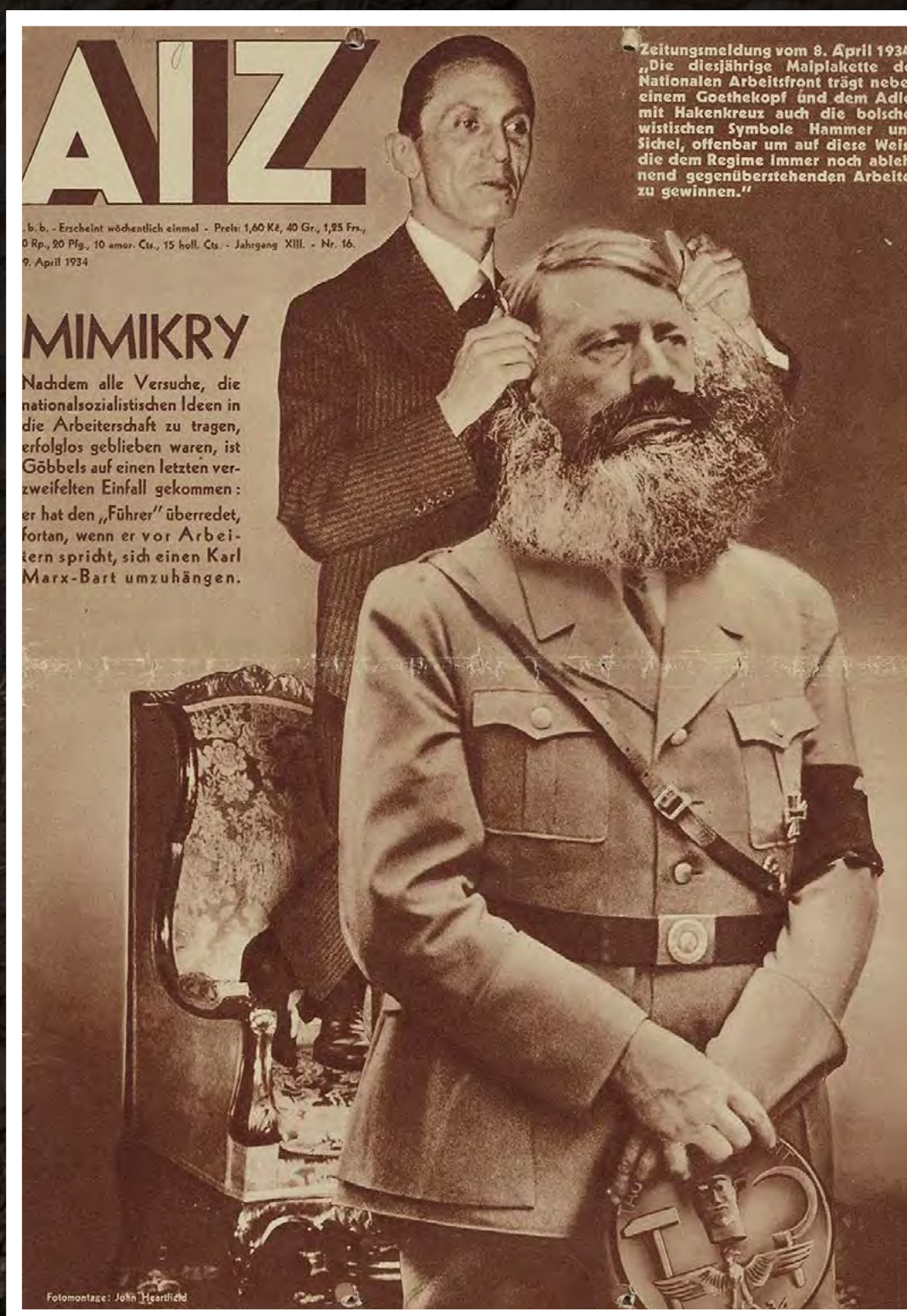
¿Acaso la fotografía ha dicho alguna vez la verdad? ¿Son momentos congelados de la realidad en movimiento? Incluso el cine y el vídeo pueden ser distorsiones de la memoria.

Si bien es cierto que las trampas al ojo no aparecieron con las redes sociales y el desarrollo acelerado de la IA generativa, como pretenden darnos a entender los curadores del Rijks, también es verdad que algo ha cambiado en forma dramática. Pongamos por ejemplo los anamorfismos, juegos ópticos que se pusieron de moda durante el Renacimiento europeo. Su intención era jugar con la perspectiva, la luz especular, las formas de los objetos. Algo similar sucede con las fotografías de dicha muestra. Buscan hacernos reír, sorprendernos ante el manejo magistral del truco.



En las deepfakes del siglo XXI ya no es un artista el que trata de mostrar un talento para entramparnos la vista; es alguien que aprovecha de manera mal intencionada el poder de los algoritmos entrenados para copiar la realidad sin constreñirse al contexto. No desea sorprendernos, sino mortificarnos. En el peor de los casos, cualquiera que tenga recursos monetarios suficientes para pagar una versión premium del programa y el prompt acertado podrá conseguir una "obra de arte". Ya no se trata de maravillarnos dentro de los límites de la realidad, sino de hacernos dudar.

En las deepfakes del siglo XXI ya no es un artista el que trata de mostrar un talento para entramparnos la vista; es alguien que aprovecha de manera mal intencionada el poder de los algoritmos entrenados para copiar la realidad sin constreñirse al contexto. No desea sorprendernos, sino mortificarnos.



La exposición mencionada recuerda la manera como el paranoico José Stalin adulteró una famosa escena. A la izquierda vemos una de las fotografías tomadas por G.P. Goldstein, en la que Vladimir Ilich Lenin arenga a las tropas que habrán de partir hacia el frente polaco. De pie, en unos escalones del templete, encontramos a Leon Trotsky y Lev Kámenev. Tiempo después, una vez declarados enemigos del Estado, por órdenes del dictador, Trotsky y Kámenev son borrados del registro, como se muestra en la foto de la derecha; no es la misma toma, pero sí la escena. Como puede verse, la imagen fue retocada. Los amigos de Lenin han sido reemplazados por peldaños de madera.



ROSALÍA
PONTEVEDRA
Escritora de
ciencia, radica en
Madrid.





ACTUALIDADES DEL MERCURIO

Orígenes del habla y del lenguaje escrito humanos

● Cuando empezaron nuestros antepasados a articular un lenguaje hablado y en qué momento comenzaron a escribir? En los más remotos vestigios donde se manifiesta una conciencia acerca del acontecer existe cierta relación atávica, prosaica, entre la necesidad de dejar huella literaria y matematizar el mundo. Pensamientos, percepciones, sensaciones, volición animan los textos literarios, si bien responden a un orden subyacente, de índole numérica. Así, se pondera “el ángulo” que adopta un escritor al abordar su asunto. Es probable que la idea de ángulo surgiera de notar los dobleces del muslo y la pierna, así como del brazo y antebrazo humanos.

Vestigios antiguos de escritura son las tabletas con signos cuneiformes, los cuales no forman propiamente un alfabeto, pues no son letras. Esta primitiva escritura se servía de entre 600 y mil caracteres, con los que se formaban sílabas y palabras o partes de ellas. Los dos sistemas preponderantes en su tiempo, y los más antiguos que se conocen, son el sumerio y el akkadiano, que se usaba en el antiguo Irak.

Hacia 3400 a. n. e. (antes de nuestra era) se usaba esta clase de escritura, incluso para registrar sonidos. En Mesopotamia se llevaron a cabo experimentos progresivos, incipientes, de combinar signos y números, en busca de soluciones a los callejones sin salida que planteaba el querer describir algo, una suma, una resta, la llegada de desconocidos, y no poder hacerlo de manera fehaciente.



● Landesmuseum Württemberg / Hendrik Zwietsch.



● Figurilla de mamut con proto escritura (cruces y puntos). Cuarenta mil años de antigüedad.



Las escrituras cuneiformes, quizá una docena, fueron consideradas antecedente de los jeroglifos egipcios, escritura más fluida que pudo superar los límites de aquéllas. A pesar de su rudeza, las escrituras sumerias y akkadianas siguieron utilizándose hasta entrado el siglo I dne (de nuestra era). Hay quienes hacen notar que el tiempo que nos separa del momento en que se elaboró la última tableta cuneiforme conocida es un poco más de la mitad del lapso que separa a ésta del primer objeto descubierto.

El soporte de la escritura cuneiforme es una mezcla de barro y juncos, a fin de formar una pasta gruesa y moldeable. En las zonas ribereñas de Mesopotamia, hoy en día Irak y el este de Siria, podían conseguirse con facilidad estos materiales y la gente podía expresarse. De hecho, cuneiforme viene del latín *cuneus*, esto es, objeto en forma de cuña, mediante el cual el escribano moldeaba en tres dimensiones las formas precisas para expresarse o representar lo que otros deseaban comunicar. La mayoría de las tabletas cabían en la palma de la mano y eran temporales, a veces duraban unas horas, por ejemplo, aquellas que se utilizaban para tomar una clase escolar o finiquitar una transacción comercial.

Algunas llegaban a guardarse algunos años hasta que cumplían su propósito; tampoco estaban hechas para perdurar, de manera que las que han llegado hasta nuestros días son puros accidentes afortunados. Es una escritura harto complicada, pues un signo podía tener varios significados y pronunciarse de distinta manera.

Las escrituras cuneiformes, quizá una docena, fueron consideradas antecedente de los jeroglifos egipcios, escritura más fluida que pudo superar los límites de aquéllas. A pesar de su rudeza, las escrituras sumerias y akkadianas siguieron utilizándose hasta entrado el siglo I dne.

Lucy no va cambiar to
Lucy lo cambió todo
Lucy Changed Everything
Lucy a tout change



Paleografiar resulta una tarea casi imposible, ya que, primero, hay que aprender las lenguas antiguas extintas que se hallan grabadas en dichas tabletas y, luego, los miles de esta clase de poli-signos. Cabe hacer notar que muchas de las tabletas antiguas que se conservan pertenecieron a niños en edad escolar. Mediante su uso espacial y temporal aprendían a leer textos más complejos. Se ha visto, curiosamente, que los niños que asisten a los talleres del Museo Británico prefieren fabricar sus propias tabletas de barro y tallos, y luego meter la cuña, en lugar de dibujar con manguillos sobre papel (biro).

Tal vez una de las enseñanzas más claras de la escritura cuneiforme es que los conflictos humanos no han cambiado mucho en los últimos 4000 años. Quienes han estudiado las tabletas que aún se conservan expresan su profunda emoción al leer las opiniones, angustias, deseos, promesas, triunfos y fracasos no solo de reyes y poderosos, sino de personas comunes, adultas e infantiles, quienes se manifestaron a través de un medio delicado y, al mismo tiempo, firme, empleando una escritura elaborada para transmitir sus pensamientos.

¿Dónde da inicio el relato humano?

En 1960, en la región africana del Congo, se halló una fíbula de babuino que presenta marcas talladas intencionalmente con una antigüedad de unos 20 mil años. Es el llamado hueso de Ishango. En fecha reciente se dio a conocer un estudio (publicado en los *Proceedings of the National Academy of Sciences*), donde se da cuenta del descubrimiento de objetos intervenidos de manera propositiva en cuevas de Baden-Württemberg, al sur del territorio alemán, cuya antigüedad es mayor, pues datan de unos 45 mil años.

Cabe hacer notar que muchas de las tabletas antiguas que se conservan pertenecieron a niños en edad escolar. Mediante su uso espacial y temporal aprendían a leer textos más complejos.





● Staatliche Museen zu Berlin, Vorderasiatisches Museum / Olaf M. Tesmer.

Tales manifestaciones de pensamiento abstracto y numérico despejan todas las dudas de que los humanos de la Edad de Piedra eran tan inteligentes como nosotros. Ahora sabemos que los cazadores-recolectores del Paleolítico desarrollaron un sistema de símbolos y datos comparable con las tabletas proto-cuneiformes realizadas en la antigua Mesopotamia 40 mil años más tarde.

Otro aspecto aún más difícil de dilucidar es la fecha aproximada de la aparición del lenguaje hablado, pues a diferencia de los objetos hallados, que dicen algo, los huesos son silenciosos. Aun así, los investigadores se las han arreglado para encontrar indicios en la anatomía de los aparatos que permiten a alguien articular sonidos con un significado. Y los resultados han sido sorprendentes, ya que permiten suponer una antigüedad mucho mayor que lo que se creía hasta ahora.

De hecho, se cree que nuestra capacidad de emitir sonidos articulados, contrastantes debido a un significado y no aleatorios, cosa que compartimos con los babuinos, apareció hace unos 27 millones de años, rasgo ancestral, muy anterior a la aparición de nuestro linaje. Investigadores del Museo de Historia Natural de París recrearon sonidos que probablemente empleaban humanos de la prehistoria para comunicar emociones e información. Puede escucharse el podcast “Retour vers la Préhistoire” en France Culture.



VIVIR EN LA LUNA

NORMA ÁVILA JIMÉNEZ

Medicina espacial

“Yo vine aquí por las caderas —explicó—. No me importa tanto la cura del cáncer, ni la prolongación de la vida, pero sí me preocupan las caderas. A mi edad, los huesos se quiebran con mucha facilidad”. En la novela *Contacto*, Carl Sagan expone a través de sus personajes lo que podría suceder en el futuro respecto a la medicina en entornos de microgravedad o gravedad reducida. Las palabras retomadas al inicio las dice Yamagishi, japonés habitante de “Matusalén”, mansión espacial construida por Sol Hadden, multimillonario también residente con problemas óseos que desea prolongar su vida.

¿Cuántos años pasarán para que este panorama no sea ficción? Por lo pronto especialistas de la NASA desarrollan fármacos y trabajan en curas más rápidas en la Estación Espacial Internacional (EEI) y lo harán al igual durante las misiones Artemisa, mientras otras agencias espaciales, entre éstas la china, la rusa y la japonesa, realizarán asimismo ese tipo de estudios.





● Trabajando en la Luna. Crédito, NASA.

Nuestro satélite tiene un campo gravitatorio reducido, equivalente a un sexto del de la Tierra, escenario ideal de permanencia para quienes padecen problemas de columna o no puedan cargar tanto peso, además de ayudarles en sus tratamientos, indica Francisco Moisés García Hernández, secretario Ejecutivo del Programa Espacial Universitario (PEU). El lanzamiento de Artemisa II, programado para principios de abril de 2026, significa el paso inicial de la instalación de una base selenita, punto de partida para el futuro viaje a Marte. Ello significa mejorar la tecnología de punta en medicina y otras áreas, la cual se aplicará, además del espacio, en la Tierra.

En la EEI, en microgravedad (que significa permanecer en gravedad muy débil o en estado constante de “caída libre”), entre otras pruebas trabajan desde hace varios años en el desarrollo de medicamentos efectivos contra

el cáncer. La marca Merck está impulsando experimentos para transformar en pequeños cristales el fármaco pembrolizumab, lo que permitiría administrarlo vía subcutánea con una sola inyección de un minuto cada tres semanas y evitar las quimioterapias. Esto promete mejorar la calidad de vida de los pacientes y reducir los costos, según el portal de la NASA.

“La microgravedad y la gravedad reducida, como la lunar, facilitan que los componentes de los medicamentos se comporten distinto, se pueden sintetizar moléculas que en la Tierra no”, subraya Francisco Moisés García Hernández. Claro que al inicio esos tratamientos y la compra de los medicamentos manufacturados en los laboratorios espaciales tendrán un costo elevado que solo algunos podrán pagar, pero tal vez en el futuro lejano podrían abrirse programas sociales. ¿Un Seguro Social Internacional Espacial?



Mientras tanto, ya esperamos con interés el lanzamiento de Artemisa II, que sobrevolará alrededor de la superficie rugosa de la Luna y luego regresará a la Tierra. El atraso ha obedecido a que el cohete propulsor de la nave Orión, el Space Launch System (SLS) o Sistema de Lanzamiento Espacial, ya montado para llenarse, empezó a sudar. “Se utilizan oxígeno, hidrógeno líquido y helio. Estos dos últimos son difíciles de manejar y el SLS presentó problemas de flujo y fugas durante las pruebas. Eso es peligroso porque el cohete puede explotar”. Los especialistas se vieron obligados a hacer revisiones técnicas en el edificio de ensamblaje.

La tecnología aeroespacial y la vida en la Tierra

Llegar a los mares y cráteres de Mextli en los próximos años implica establecer hábitats, determinar la viabilidad de extraer agua y encontrar materiales y minerales. La idea es hacer uso de los recursos lunares *in situ*, lo que simplificará la logística, ya que no implica llevar todo desde la Tierra, “que sería una locura”, opina García Hernández. Solo el instrumental será considerado. El objetivo es construir los hábitats y laboratorios con regolitos, polvo selenita gris fino y afilado resultante del impacto de micrometeoritos con el satélite, o imprimirlo en 3D, apunta García Hernández. Además, como ya se señaló, las tecnologías indispensables para sobrevivir en el entorno de la Luna y más allá, son y serán aprovechadas por diversas compañías en la Tierra.

Llegar a los mares y cráteres de Mextli en los próximos años implica establecer hábitats, determinar la viabilidad de extraer agua y encontrar materiales y minerales. La idea es hacer uso de los recursos lunares in situ, lo que simplificará la logística, ya que no implica llevar todo desde la Tierra

● Representación artística de un modelo 3D. Muestra un hábitat en Marte. Crédito, ICON Technology Inc.



La página web <https://spinoff.nasa.gov> informa sobre un innovador proceso "que hizo avanzar el enfoque de la NASA para equipar un hábitat lunar", comenta García Hernández; es resistente, por lo cual ya es aprovechado en nuestro planeta. Otro caso es el de la compañía ICON. Tras imprimir en 3D un modelo de hábitat marciano mostrado en el Centro Espacial Johnson, ICON fue capaz de imprimir una comunidad de 100 viviendas en las afueras de Austin, Texas.

Además del uso de los materiales y la minería para la construcción de módulos y laboratorios, los especialistas podrán clasificar cuáles de esos materiales pueden utilizarse como combustibles, lo que reduciría costos al no llevarlos desde la Tierra, explica el secretario Ejecutivo del PEU. "Necesitarán aprender a encontrarlos y explotarlos en un ambiente hostil" como es el de la Luna y el de Marte".

Las misiones Artemisa contarán con avanzados sistemas de geolocalización debido a que en el cacarizo objeto celeste no hay antenas ni estaciones receptoras de telecomunicaciones, ni tampoco atmósfera en la que reboten las señales de radio. Esto también dificulta el alunizar en un lugar preciso. Ello ha obligado a desarrollar tecnología que, más adelante, sin duda será aprovechada en la vida cotidiana terrestre.



En 2017 la empresa Branch ganó la competencia para construir un hábitat impreso en 3D; en lugar de construir un objeto capa por capa, Branch Technology Inc. ha desarrollado la impresión de forma libre para fabricar elementos modulares, visualmente atractivos.



La construcción de robots inteligentes que hagan tareas de mantenimiento rutinario y tareas cotidianas será indispensable en la vida lunar. Dos empresas dedicadas a satisfacer esa necesidad robótica recibieron el apoyo de la NASA y ya han encontrado aplicaciones para su tecnología en la Tierra. Una comercializa software para robots que construyen casas y limpian baños. ¡Quiero uno de esos!

Mejor no compres terrenos en la Luna

¿Sabías que el actor John Travolta compró un terreno de aproximadamente cuatro hectáreas en la Luna a la empresa *Lunar Embassy*, dirigida por Dennis Hope, quien comercializa parcelas selenitas desde la década de 1980? Tom Cruise, Nicole Kidman y Mick Jagger también han comprado, aunque se considera que únicamente es simbólico porque los tratados internacionales no lo permiten. Tal vez si estas personas famosas hubieran sabido que la radiación de los rayos ultravioletas solares y la del espacio profundo golpean la Luna, no hubieran cerrado el contrato. Esas radiaciones son muy cancerígenas y mortales.

En nuestro planeta la capa de ozono bloquea la entrada de los rayos ultravioletas –menos en la Antártica, cuando se abre el agujero–, además de contar con la protección del campo magnético. Pero en el satélite no hay atmósfera y su campo magnético es muy débil.

“Es indispensable bloquear la radiación en los trajes espaciales, en los vehículos y en las estaciones donde vivan y trabajen los astronautas”, asegura Moisés García.



Para prevenir cualquier evento desafortunado, la NASA investiga la construcción de escudos electrodinámicos (*Electrodynamic Dust Shields, EDS*) que desvían partículas cargadas y remueven regolitos, polvo abrasivo que podría causar problemas en las ruedas, desgastar o lijar mecanismos, y que es dañino para la salud si llega a colarse y es aspirado, puntualiza.

Al mismo tiempo, los expertos de NASA requieren saber cómo manejar los regolitos porque, además de usarlos en la construcción de módulos, pueden formar parte de los escudos en los hábitats, mientras que el polietileno de alta densidad, el aluminio y el poliéster están siendo empleados en trajes y naves. El estudio de la protección contra la radiación ambiental en la Luna también puede ayudar a mejorar los sistemas y protocolos de protección contra la radiación en estaciones espaciales o en blindajes para componentes radiactivos en plantas nucleares. Después de saber lo anterior, considero que es mejor comprar un terreno cerca del mar.



***NORMA ÁVILA JIMÉNEZ**
Desde hace más de 20 años se dedica al periodismo de ciencia. Es Premio Nacional de Periodismo 2015 por el Club de Periodistas de México. En 2013 recibió reconocimiento de la televisora alemana Deutsche Welle y mención especial Pantalla de Cristal por la serie televisiva 13 Baktun, coproducida por Canal 22 y el INAH. Es autora del libro *El arte cósmico de Tamayo* (Ed. Praxis / Instituto de Astronomía, UNAM / Conacyt).

Más allá del bien y el mal: la neurociencia de la moral

MARIO DE LA PIEDRA
WALTER

Cuando el juez ordenó al acusado subir al estrado, una ráfaga de destellos iluminó la sala del tribunal. Cuatro cámaras de televisión, ocultas en cabinas especiales, apuntaron al rostro del supuesto mayor criminal del mundo. Desde las pantallas de sus televisores, cientos de miles de espectadores en treinta y siete países sintonizaron “el juicio del siglo”, una operación global para condenar a un régimen a través de un individuo.

Un año atrás, en 1960, el Mossad (servicio de inteligencia israelí) incursionó en Argentina y secuestró a Adolf Eichmann, un oficial de las SS (organización paramilitar y policial del nazismo) que había sido el responsable de coordinar el transporte de millones de judíos desde toda Europa hacia los guetos y los campos de exterminio, y que huyó a Sudamérica después de la caída del Tercer Reich.

La mayoría de los líderes del régimen nazi habían evitado – por suicidio o huida – los juicios de Núremberg catorce años atrás, por lo que la captura de Eichmann fue recibida



en occidente con enorme entusiasmo. Esta euforia contrastaba, sin embargo, con dos hechos incómodos: la violación de la soberanía argentina y, sobre todo, la silenciosa reinsertión de centenares de exoficiales nazis en el gobierno de la Alemania Occidental por parte de los aliados. El proceso se convirtió en un evento mediático y en un espectáculo de la justicia. Cientos de periodistas viajaron a Jerusalén para cubrir el juicio. Entre ellos se encontraba Hannah Arendt, una filósofa alemana de origen judío, que fue perseguida durante el régimen nazi y que se refugió en los Estados Unidos, donde obtuvo la ciudadanía. Su obra, *los orígenes del totalitarismo*, la habían consagrado como una de las grandes pensadoras de su tiempo, por lo que *The New Yorker* no dudó en contratarla como corresponsal durante la audiencia.

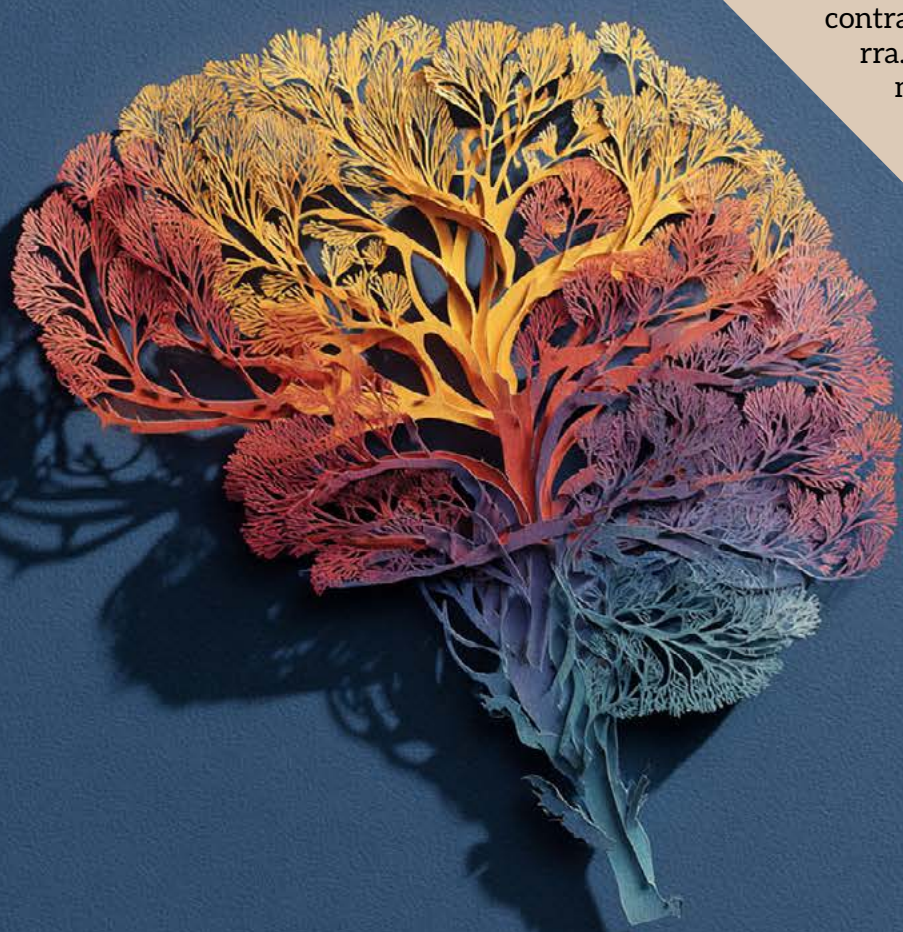
Al igual que los espectadores dentro y fuera de la sala, Arendt esperaba ver la cara de un monstruo sádico detrás de los flashazos, la encarnación misma del mal. Lo que vio fue algo mucho más atroz: una persona normal.

Sobre el estrado, rodeado por cristales a prueba de balas, un burócrata de baja estatura, lentes redondos y escaso cabello, escuchaba impasible los quince

cargos en su contra a través de unos auriculares.

Durante el juicio, le fueron mostradas fotografías de ejecuciones masivas y videos de los campos de exterminio, ante las que no mostró ningún indicio de arrepentimiento. En su defensa, argumentó que sus actos fueron realizados en cumplimiento de las leyes del Reich. Como funcionario público debía llevar a cabo políticas de Estado, como la gestión de logística y transporte, por lo que –según él– no podía imputársele culpa alguna. Incluso, negó simpatizar con los valores nazis o albergar sentimientos antisemitas, desligándose de cualquier motivación ideológica o personal. El 15 de diciembre de 1961, Eichmann fue declarado culpable de crímenes contra el pueblo judío, crímenes contra la humanidad y crímenes de guerra. Fue condenado a muerte y ejecutado por ahorcamiento la última noche de mayo de 1962.

Arendt, por su parte, publicó un año más tarde *Eichmann en Jerusalén*. Más que la crónica de un juicio, el libro es un estudio profundo del comportamiento humano. Según Arendt, el rasgo terrorífico de Eichmann era su normalidad. Por motivos banales, como un sentido del deber y de obediencia,



las personas corrientes llevan a cabo crímenes atroces y no por una maldad innata. *La banalidad del mal* radica en que cualquier individuo puede ser partícipe del horror sin ser consciente de ello.

Además, cuestionó la función legal del proceso, al que calificó como sensacionalista; y señaló que muchos líderes judíos o *Judenräte* también cooperaron con los nazis durante las deportaciones masivas. Por supuesto, el libro generó una enorme polémica, donde se acusó a Arendt de traicionar a su propia comunidad judía y de absolver a Eichmann. Para otros, el libro planteó un enfoque revolucionario: el mal como un acto cotidiano y no como una entidad metafísica.

Casi en paralelo al juicio de Eichmann, un psicólogo de la Universidad de Yale, Stanley Milgram, demostró en un experimento cómo individuos comunes son capaces de cometer los actos más atroces. Milgram reclutó alrededor de cuarenta participantes, entre veinte y cincuenta años, de trabajos diversos (obreros, oficinistas, profesores, ingenieros); a los que les hizo creer que investigaba los efectos del castigo en el aprendizaje.

Debían administrar una descarga eléctrica a un “alumno” cada vez que este fallaba en una prueba de memoria. Sin saber que los “alumnos” eran actores y que la máquina no era real, los participantes debían aumentar el voltaje de la descarga ante cada error. Un experimentador, vestido de bata blanca, los instaba a continuar a pesar de los gritos de dolor del “alumno”. Aproximadamente el 65% de los participantes administraron la descarga máxima, etiquetada como “peligro: descarga grave.” La mayoría se excusó diciendo que solo seguían órdenes, que la responsabilidad recaía en quienes daban las instrucciones. Otros, aunque apartaran la vista, consideraron al “alumno” responsable del castigo por sus deficiencias.

Una década más tarde, otro psicólogo, Philip Zimbardo, demostró que, además de la obediencia a un orden puntual, el entorno y los roles sociales pueden transformar la identidad y el comportamiento de los individuos. En el sótano de la Universidad de Stanford simuló una prisión con un grupo de estudiantes a los que se les asignó aleatoriamente los roles de “guardias” y “prisioneros”.



Diseñado para durar dos semanas, el experimento tuvo que ser suspendido a los seis días por la brutalidad fuera de control. Los estudiantes asignados como “guardias” adoptaron rápidamente conductas autoritarias y sádicas contra los “prisioneros”, como despojarlos de sus camas, aislarlos en celdas o forzarlos a participar en actos de humillación sexual. Varios “prisioneros” sufrieron crisis emocionales severas en los primeros días, pero el mismo Zimbardo – inmerso en su papel de “superintendente” – se negó a detener el experimento.

Fue Christina Maslach, una psicóloga que visitó el laboratorio, quien confrontó a Zimbardo después de mirar con horror lo que estaba sucediendo. Con el pasar de las décadas, Zimbardo volcaría sus investigaciones hacia el polo opuesto: el heroísmo. Su *Heroic Imagination Project* es una organización no gubernamental que fomenta el pensamiento crítico en niños de todo el mundo para actuar de manera positiva y solidaria ante situaciones adversas.

Para investigadores contemporáneos como Robert Sapolsky, la moral no es solo un concepto filosófico, es también un proceso biológico que podemos rastrear en el cerebro.

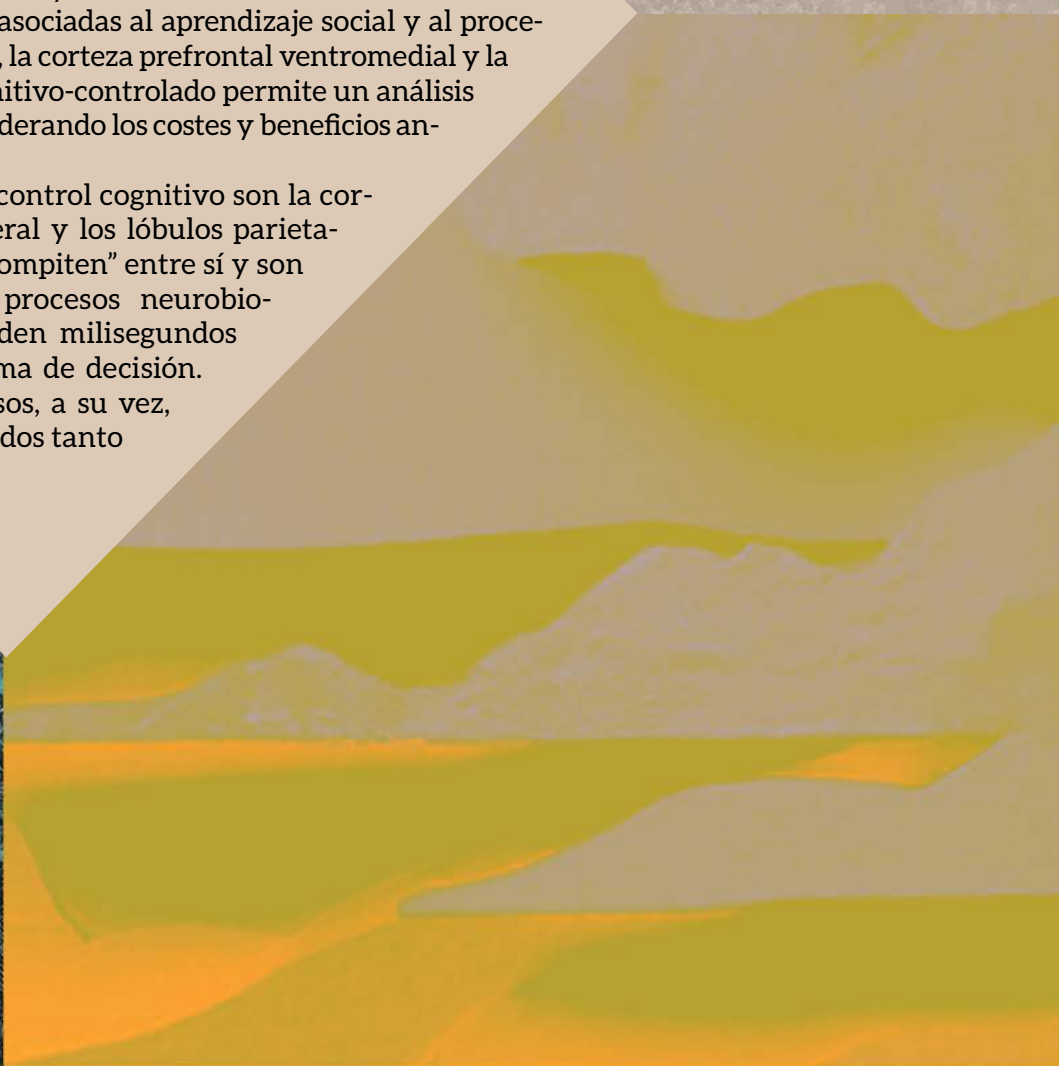
Para investigadores contemporáneos como Robert Sapolsky, la moral no es solo un concepto filosófico, es también un proceso biológico que podemos rastrear en el cerebro.

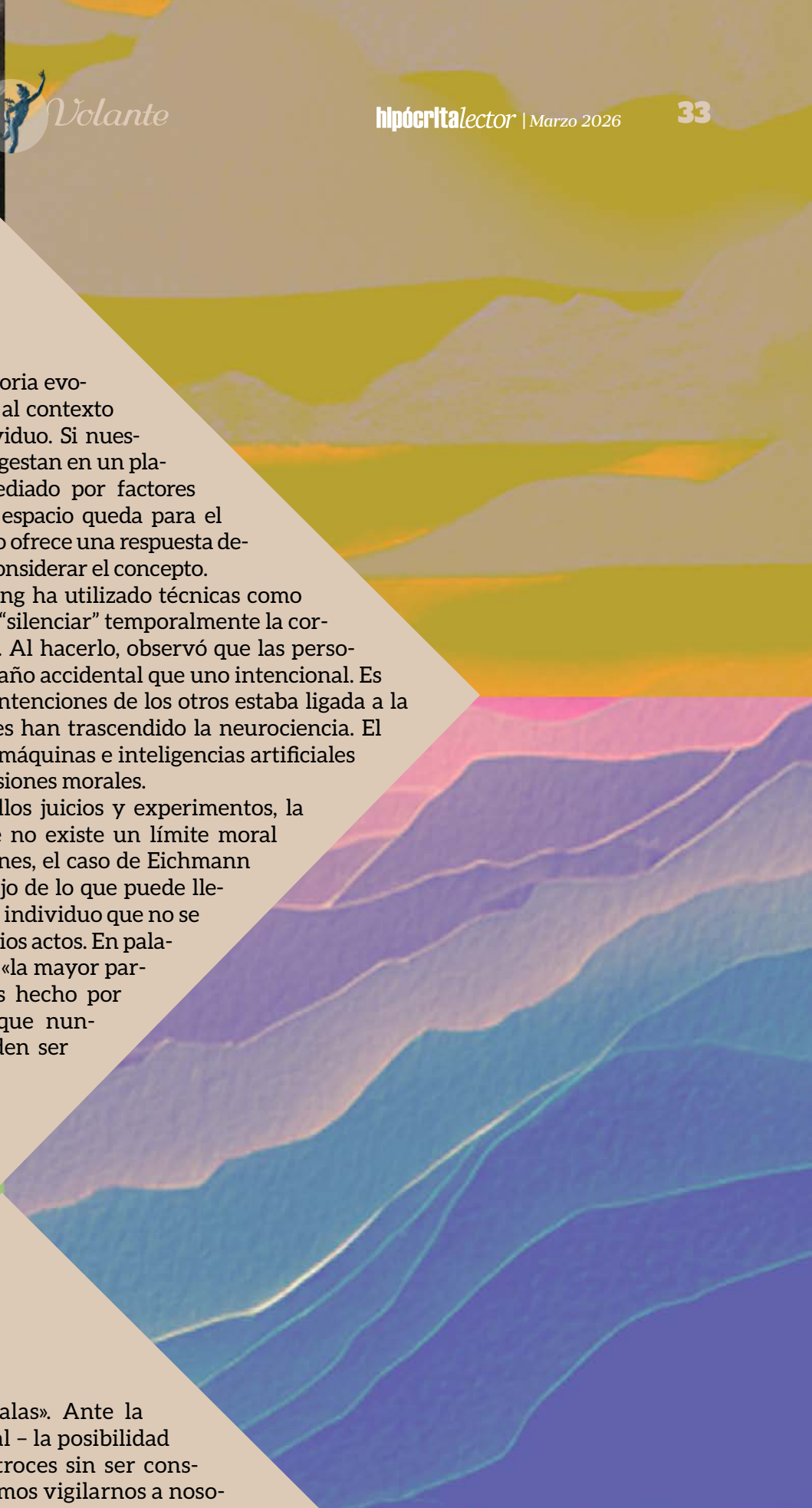
Nuestro comportamiento, ya sea virtuoso o sádico, depende de la interacción de factores genéticos, hormonales y psicosociales de los que no somos conscientes. Dentro de nuestro cerebro, distintas regiones están involucradas en el procesamiento de emociones y la toma de decisiones.

A grandes rasgos, existe un sistema emocional-automático que favorece la toma de decisiones precipitadas, basado en conceptos preestablecidos, y que es eficiente para la mayoría de las situaciones cotidianas. Este sistema incluye regiones cerebrales asociadas al aprendizaje social y al procesamiento emocional, como la amígdala, la corteza prefrontal ventromedial y la ínsula. Por otro lado, el sistema cognitivo-controlado permite un análisis más detallado de la situación, ponderando los costes y beneficios antes de ejercer la conducta.

Las regiones asociadas al control cognitivo son la corteza prefrontal dorsolateral y los lóbulos parietales. Ambos sistemas “compiten” entre sí y son influenciados por procesos neurobiológicos que suceden milisegundos antes de la toma de decisión.

Estos procesos, a su vez, están ligados tanto





a la historia evolutiva como al contexto social del individuo. Si nuestras decisiones se gestan en un plano inconsciente, mediado por factores que no elegimos, ¿qué espacio queda para el libre albedrío? Sapolsky no ofrece una respuesta definitiva, pero nos obliga a reconsiderar el concepto. La neurocientífica Liane Young ha utilizado técnicas como la estimulación transcraneal para “silenciar” temporalmente la corteza prefrontal dorsolateral derecha. Al hacerlo, observó que las personas juzgaban con la misma dureza un daño accidental que uno intencional. Es decir, que la capacidad de considerar las intenciones de los otros estaba ligada a la actividad cerebral. Estas investigaciones han trascendido la neurociencia. El psicólogo Jim Everett se pregunta si máquinas e inteligencias artificiales podrían – o deberían – tomar decisiones morales. Medio siglo después de aquellos juicios y experimentos, la neurociencia nos revela que no existe un límite moral fijo. Más allá de sus crímenes, el caso de Eichmann funciona como un espejo de lo que puede llegar a hacer cualquier individuo que no se cuestiona sus propios actos. En palabras de Arendt, «la mayor parte del mal es hecho por personas que nunca deciden ser

buenas o malas». Ante la banalidad del mal – la posibilidad de cometer actos atroces sin ser conscientes de ellos – debemos vigilarnos a nosotros mismos. En todos nosotros reside la capacidad de ser héroes o verdugos. No por una esencia moral inmutable, sino por lo que decidimos – o no – cuestionar.



***MARIO DE LA PIEDRA WALTER**
Médico por la Universidad La Salle
y neurocientífico por la Universidad
de Bremen. En la actualidad cursa su
residencia de neurología en Berlín,
Alemania. Autor del libro *Mentes
geniales: cómo funciona el cerebro
de los artistas* (Editorial Debate,
Barcelona, 2025).

La edad del universo

GERARDO HERRERA CORRAL

La edad del universo está otra vez en entredicho. Aunque acostumbramos a citar 13,800 millones de años como la edad de los tiempos, el universo podría ser más joven. La comunidad de especialistas no se pone de acuerdo y la controversia empieza a ser preocupante.

Si consideramos la constante de Hubble que se obtiene a partir de los datos de radiación cósmica de fondo, entonces la edad del universo es 13,800 millones de años, pero si consideramos la medición que surge de las velocidades de los objetos que se alejan de nosotros entonces el universo tendría tan solo 13,100 millones de años.

La edad del universo se puede medir de muchas maneras, pero desde hace tiempo se han perfeccionado y usado dos técnicas para hacerlo: una se basa en la observación de la radiación cósmica de fondo, ese tenue resplandor que quedó ahí como residuo del Big Bang y que podemos medir con cada vez mayor precisión. La radiación cósmica de fondo es una luz que se originó cuando el universo era muy joven y al verla con cuidado nos dice cuanto tiempo ha pasado desde entonces.

La otra forma de calcular su edad es observando a las estrellas lejanas para determinar con que rapidez se alejan de nosotros. La velocidad con que se apartan nos puede decir también cuando en el pasado es que todo estaba junto.

El problema es que, estas dos maneras de medir cuanto tiempo ha pasado desde que nació el universo, conducen a diferentes resultados y la discrepancia se ha vuelto un tema de gran interés; ahora se lo conoce como "La tensión de Hubble".

La ley de Hubble-Lemaitre ha sido constatada por las observaciones y establece que las galaxias se alejan unas de otras a una velocidad que es proporcional a la distancia a la que se encuentran de nosotros. Cuanto más lejos más rápidamente se apartan de la Vía Láctea.

Para conocer la edad del universo es necesario medir con exactitud la tasa con que los objetos se retiran. Si tenemos la razón de crecimiento del universo entonces podemos extrapolar hacia atrás para estimar valores pasados y ver cuándo todas las Galaxias se encontraban en un solo punto.

Esta técnica usa la misma lógica de la extrapolación normal con tasas de crecimiento para predecir fuera de los límites conocidos de la información original y llegar al momento cuando todo en el universo estaba concentrado en una región muy pequeña.

A la razón de separación se la conoce como Constante de Hubble. Nos da la expansión en kilómetros por segundo por cada Megaparsec de distancia. El valor que se ha venido midiendo está entre 72 y 74 kilómetros/segundo por cada Megaparsec de distancia a nuestra Galaxia.

Sin embargo, cuando se calcula este mismo número usando la radiación cósmica de microondas el valor es más bajo: 67 kilómetros/segundo por cada Megaparsec.

Los especialistas han medido y revisado con cuidado una y otra vez, pero el desacuerdo de las medidas no desaparece.

La edad del universo se puede medir de muchas maneras, pero desde hace tiempo se han perfeccionado y usado dos técnicas para hacerlo: una se basa en la observación de la radiación cósmica de fondo, ese tenue resplandor que quedó ahí como residuo del Big Bang y que podemos medir con cada vez mayor precisión



Actualmente contamos con un “modelo estándar del universo” al que también se conoce como Modelo Lambda CDM, que significa: Lambda Cold Dark Matter.

Lambda es una letra griega que se usa para representar a la constante cosmológica. Esta constante describe la densidad de energía que hay en el universo. Por Cold Dark Matter - que en español es: Materia Oscura Fría - queremos decir que la materia que no vemos, pero percibimos por sus efectos gravitacionales, está formada por partículas que viajan a velocidades bajas.

Este modelo es la manera más simple que tenemos de entender: la radiación cósmica de fondo, la distribución de las galaxias, la abundancia de hidrógeno, helio, litio y deuterio; así como la expansión acelerada que estamos observando en galaxias distantes.

El modelo estándar del universo ha sido implementado en computadoras y se ha podido observar cómo se forman estrellas, galaxias y cúmulos muy parecidos a los que vemos en la realidad.

Actualmente contamos con un “modelo estándar del universo” al que también se conoce como Modelo Lambda CDM, que significa: Lambda Cold Dark Matter. Lambda es una letra griega que se usa para representar a la constante cosmológica. Esta constante describe la densidad de energía que hay en el universo.

Dicho modelo echa mano de solo seis parámetros y la constante de Hubble es el primero. También es necesario proporcionar la cantidad de materia en la forma de bariones como los protones o neutrones que hay en el universo, así como la densidad total que incluye a los bariones, pero también a la materia oscura. Se necesita conocer la distancia que recorrió la luz hasta llega a la época en que se formaron las galaxias y cuando es que los átomos de hidrógeno se ionizaron como resultado de la radiación que emitieron las cuásares y estrellas recién formadas; entre otros parámetros cosmológicos.

En fechas recientes se determinó la constante de Hubble a partir de una medición distinta. Se consideraron Supernovas y estrellas variables de las que se conoce muy bien el brillo de manera que se pueden utilizar para ver qué tan lejos se encuentran y qué tan rápido se mueven apartándose de nosotros. La medición arrojó un valor de 69 Km/segundo por Megaparsec, es decir un valor en medio de los dos valores en la discrepancia. De manera que ahora contamos con tres valores distintos que nos dan diferentes edades para el universo.

El enigma comienza a inquietar a los especialistas porque parece ser un indicador de aspectos fundamentales y porque este tipo de desacuerdos puede señalar el camino hacia una nueva física. La diferencia de valores que representa una diferencia de edades para el universo manifiesta que algo permanece oculto y es por eso una potencial ruptura con el modelo cosmológico actual.

Quizá no entendemos cómo opera la materia oscura o peor: no sabemos cómo se despliega la fuerza de gravedad a grandes distancias.

La historia nos ha mostrado que cuando el universo discrepa de nuestras predicciones podría tratarse del preludio de una transformación profunda. Tal vez, y sin saberlo, ¿estamos al borde de otra revolución?

***GERARDO HERRERA CORRAL**

Físico de la Universidad de Dortmund y del Cinvestav, es líder de los latinoamericanos en el CERN. Ha escrito diversos libros, el más reciente, en coautoría con el escultor Sebastián, es *Cuántica. El sinuoso sendero a la realidad*, Editorial Sexto Piso, México 2025.



*Leyendas del Nobel*GEORGE
DAVID
WALDMOSCAS
Y RANAS
POR LOS
CAMINOS
DE LUZ

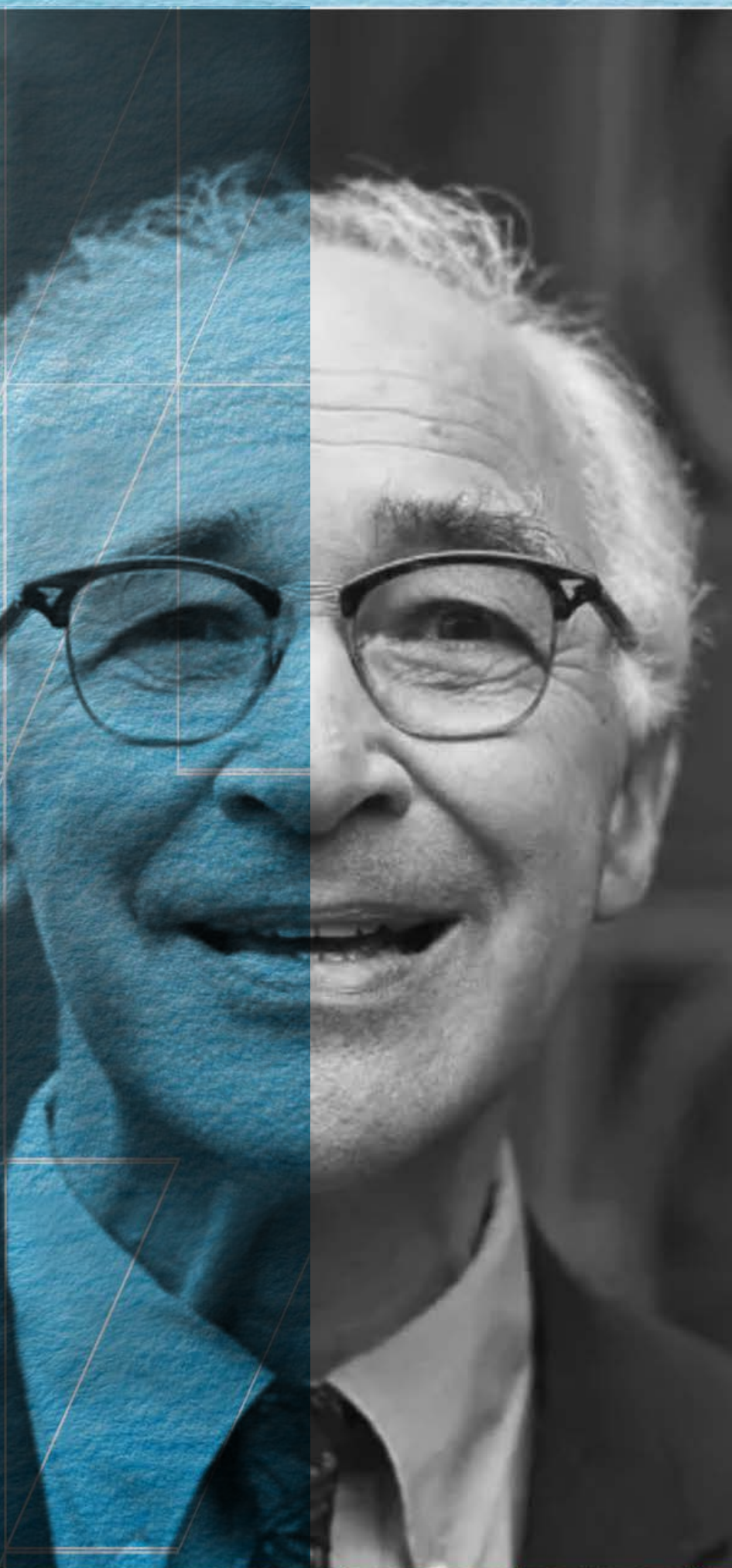
CARLOS CHIMAL

El profesor George David Wald descubrió la naturaleza química de los ojos humanos observando moscas y ranas; no intentaba aclarar cómo vemos, sino por qué moléculas milenarias nos permiten registrar el paso de la luz cósmica. Derivado de ello también explicó las razones de nuestra vista a colores y las causas de su ausencia. Por ello obtuvo el Premio Nobel de Medicina o Fisiología en 1967.

A diferencia de otros ganadores de este galardón, Wald sostuvo desde muy temprana edad una militancia política muy activa, de manera que varias veces estuvo en riesgo su continuidad como investigador en un ambiente sumamente competitivo y conservador, en ocasiones racista, como sucedió con el ilustre neurofisiólogo mexicano, Arturo Rosenblueth, quien tuvo que dejar la Universidad Harvard por el ambiente hostil de los supremacistas blancos.

Ese no es el camino más seguro para triunfar en la investigación científica, dije.

“En efecto”, respondió, “mis padres tenían otra idea en mente. Debido a mi elocuencia como orador, pues lograba interesar a quienes me escuchaban, creyeron que era un brillante candidato para estudiar leyes. Entonces me inscribí en el Washington Square College de la Universidad de Nueva York, pero pocos meses después me di cuenta de que el litigio amargo no era lo mío”.



Nadie en su familia había llegado tan lejos en los estudios.

“Mi padre, Isaac Wald, era un sastre conocido de la pequeña, señorial ciudad polaca de Cracovia. Animado por el sueño americano, bajó la cortina de su negocio y emigró a Norteamérica con la promesa de recibir la luz prometida”.

Era el cambio de centuria. Atrás quedaba el salvaje siglo XIX y ahora podía acariciarse la esperanza del progreso. En Nueva York el padre del profesor Wald conoció a Ernestine Rosenmann, quien había nacido en Alemania, y cuya familia también estaba dispuesta a correr el riesgo de perseguir el sueño alimentado por el capitalismo norteamericano.

Pronto llegaron a este mundo Louis, Gertrude y, en noviembre de 1906, George David.

“Quizás el haber sido el último me volvió sagaz. De-seaba con fervor poder practicar un deporte, pues estaba seguro de que destacaría, confiado en la rapidez mental que debes desarrollar cuando compites con mayores que tú. Pero no pude”.

Para su mala fortuna el cuerpo no le ayudó; era menudo, de escasa musculatura. Entonces usó sus habilidades mentales en indagar sobre los secretos maravillosos de la naturaleza.

“Con mi vecino, Freddy Fisher, nos volcamos a reproducir experimentos eléctricos. Recuerde que en esa época la gente estaba loca por semejante fenómeno físico”.

Los amigos se las arreglaron para conseguir ejemplares de la revista *The Electrical Experimenter*; en pocos días habían construido un par de aparatos telefónicos mediante los cuales se comunicaban entre sí, cada uno desde el patio trasero de sus casas. Este inicio lleno de aprendizaje útil lo llevó, como a muchos, por el camino de la ingeniería.

“Hasta que me di cuenta de que los ingenieros eléctricos se la pasaban detrás de un escritorio casi todo el tiempo”, acotó, “entonces la vida se volvió urgente”.

Tanto, que se graduó a los 15 años de edad.

“No vaya a creer que tuve una educación privilegiada, no señor”, aclaró, enfático, “crecí en las escuelas públicas de Brooklyn, esas donde se prepara a la clase obrera para ganarse la vida haciendo pequeños negocios, ejerciendo la plomería, la carpintería y la electricidad, usted sabe”.

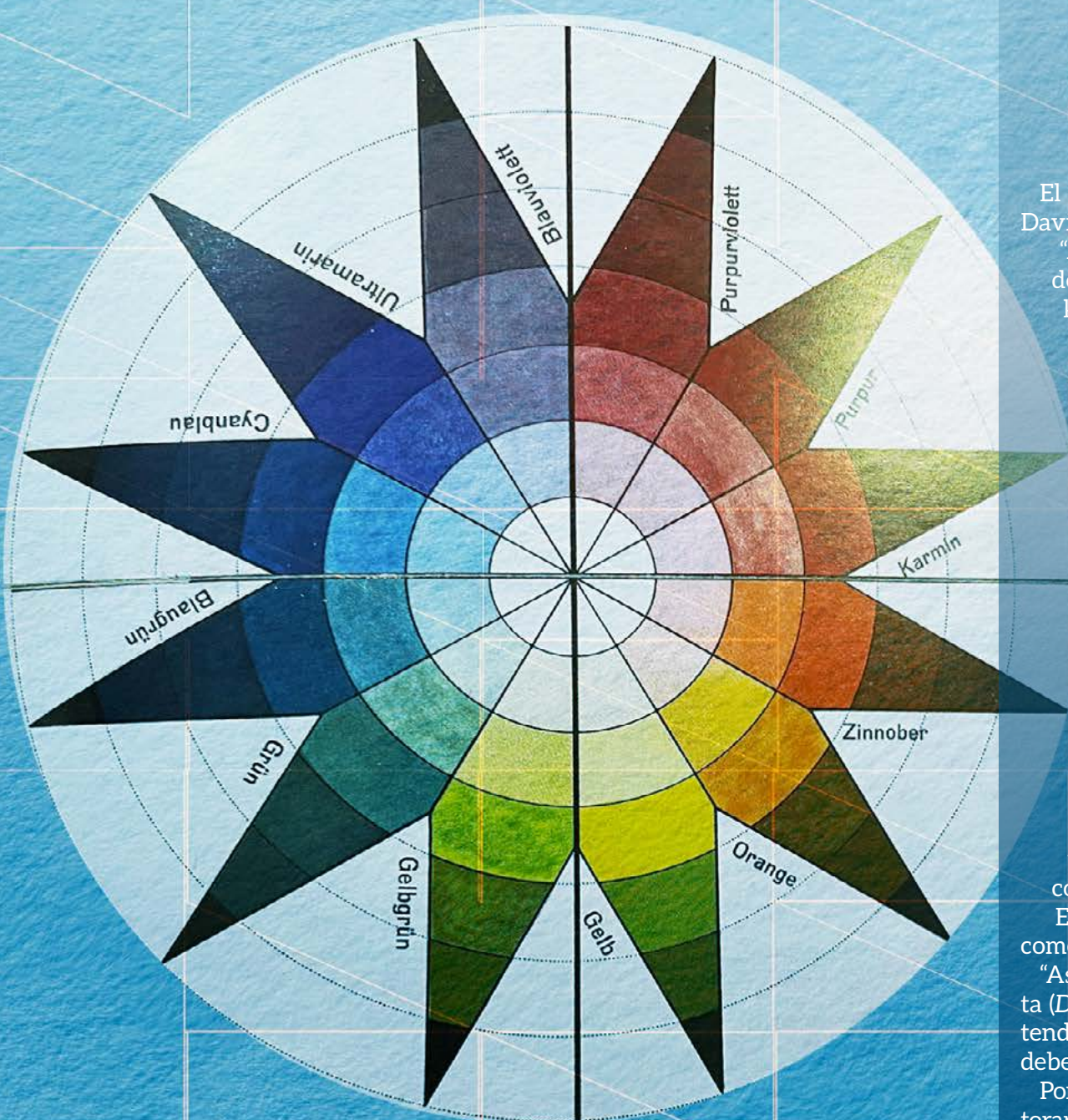
“Crecí en las escuelas públicas de Brooklyn, esas donde se prepara a la clase obrera para ganarse la vida haciendo pequeños negocios, ejerciendo la plomería, la carpintería y la electricidad, usted sabe”.



● Fotografía original de Molendijk, Bart / Anefo - [1] Dutch National Archives, The Hague, Fotocollectie Algemeen Nederlands Persbureau (ANeFo), 1945-1989, Nummer toegang 2.24.01.05 Bestanddeelnnummer 933-9973, CC0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=31963568>.



“...comencé a estudiar la visión de la mosca de la fruta (*Drosophila*), tratando de encontrar indicios para entender el mecanismo que posee el ojo humano cuando debe adaptarse a la oscuridad”.



El ambiente universitario era ajeno al joven George David, hijo de la clase trabajadora.

“A pesar de que no la estaba pasando bien, fue ahí donde descubrí las obras y el pensamiento de Shakespeare, el soberbio arte de Rembrandt, la magnífica música de Bach. Fue toda una revelación para mí”.

El ritmo universitario le fascinó, pero no así la escuela de leyes, como dijimos antes. Se cambió a medicina.

“Era para mí una disciplina mucho más interesante, sin duda, aunque debo reconocer que me encontraba influido de manera notable por una novela que había leído, *Arrowsmith*, de Sinclair Lewis, en la que un joven oriundo del medioeste norteamericano ingresa en la escuela de medicina, convirtiéndose más tarde en un prominente médico que, inquieto, continúa por el arduo mundo de la investigación médica”.

Quedó usted muy impresionado por la hazaña de Martin (protagonista de la novela).

Asintió y siguió diciendo.

“Dos años más tarde me gradué en zoología; pronto encontré un sitio en la Universidad de Columbia como asistente del eminente fisiólogo, Selig Hecht”.

Este último se hallaba muy interesado en la manera como las células fotosensibles interactúan con la luz.

“Así comencé a estudiar la visión de la mosca de la fruta (*Drosophila*), tratando de encontrar indicios para entender el mecanismo que posee el ojo humano cuando debe adaptarse a la oscuridad”.

Por increíble que parezca, el profesor Wald no pudo doctorarse porque no llevó a la biblioteca de la universidad las suficientes copias de su tesis. Sonriendo, me explicó:

“Columbia exigía a cada doctorante 75 copias, que luego la biblioteca las intercambiaba con otras instituciones

universitarias con objeto de enriquecer sus propios acervos. ¡No tuve dinero para tanta impresión en una época en la que no existían las fotocopadoras!”.

No le importó, ya se encontraba entusiasmado por un asunto de enorme trascendencia. Cuando la luz golpea nuestras retinas debe de encontrarse con determinadas moléculas, conjeturó. ¿Cuáles son éstas?

“Para responder esta pregunta me fui a Berlín, a trabajar con Otto Warburg, cuya especialidad era el estudio de moléculas activa de interés biológico”.

Warburg acababa de obtener el Premio Nobel en Fisiología o Medicina por haber descubierto la enzima de la respiración y su función en el organismo.

“Fue ahí donde hice mi primer hallazgo. Mediante el uso de un artefacto de espectroscopía encontré que la retina contiene vitamina A, también llamada retinol”.

No fue difícil para él suponer que la deficiencia de dicha vitamina estaba estrechamente relacionada con una vista pobre en la oscuridad. No solo eso, agregó.

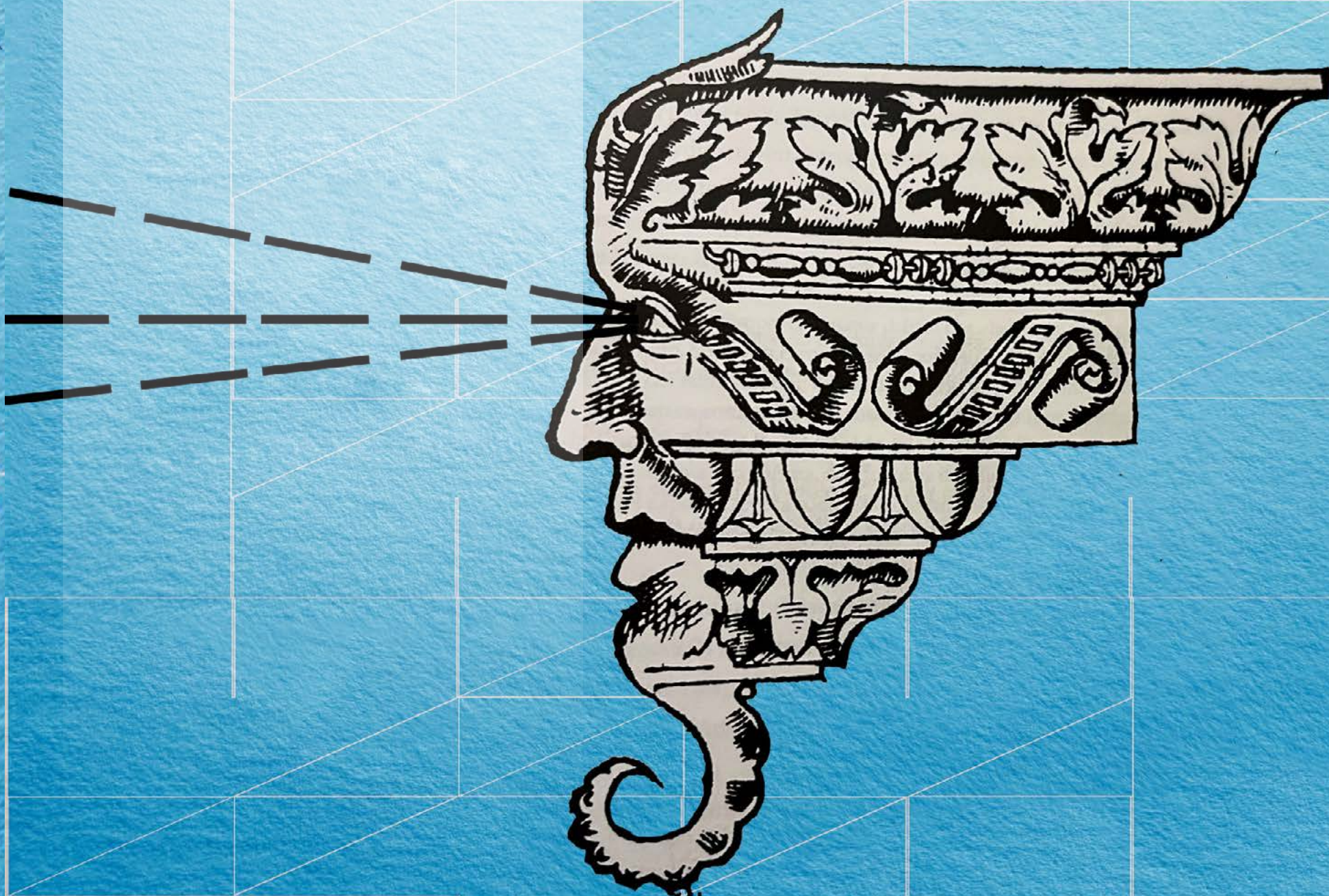
“Hubo otro descubrimiento que tampoco esperaba, y consistió en hallar una segunda molécula desconocida, pero igualmente clave en nuestro proceso visual”.

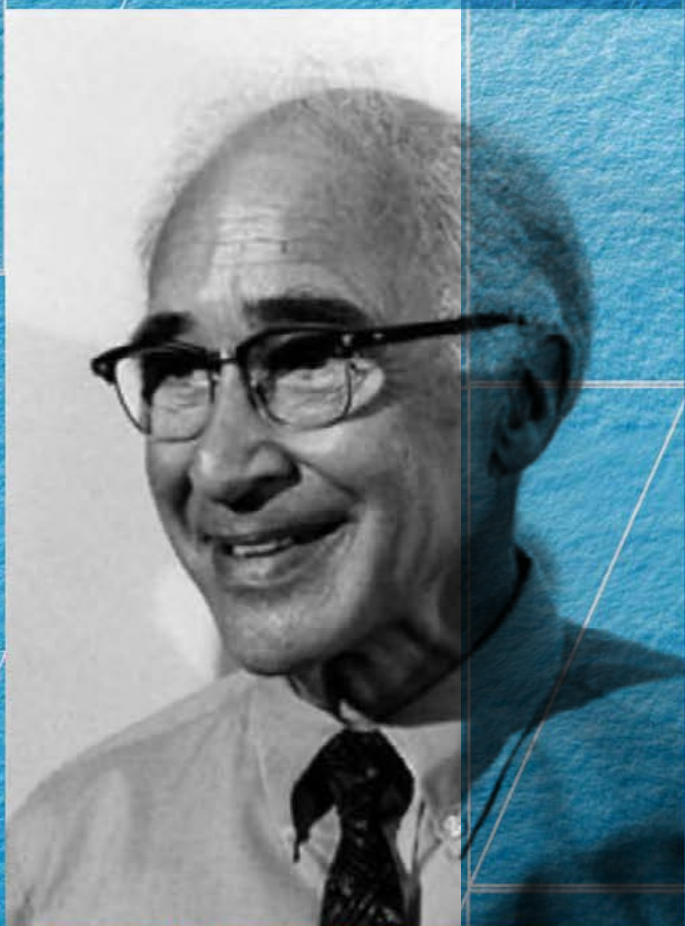
Esta sustancia la conocemos ahora como retinal. El profesor Wald me aclaró que todo ese conocimiento crucial lo aprendió de las ranas.

“En particular de la *Rana catesbeiana*, pues en su retina, al igual que la nuestra, coexisten dos tipos de receptores luminosos, bastones para ver en condiciones de poca luz y conos para regular la entrada de luz brillante”.



● FAO. 2009. *Rana catesbeiana*. In Cultured aquatic species fact sheets. Text by Flores Nava, A. Edited and compiled by Valerio Crespi and Michael New. CD-ROM (multilingual).



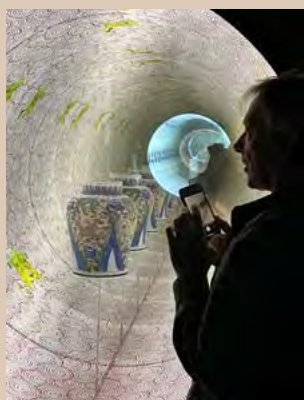


No solo somos lo que comemos y escuchamos, también nos define lo que vemos. De regreso en los Estados Unidos, hizo una escala en la Universidad de Chicago. Allí reprodujo los experimentos iniciados en Berlín; a la postre dedujo que todo el proceso visual es parte de un ciclo en el que participan tres sustancias: rodopsina, formada por vitamina A unida a una proteína; retinal y retinol. El ciclo se dispara cuando los fotones chocan con nuestros ojos.

Como dije, Wald estuvo a punto de echar a la borda su brillante carrera científica por un puñado de piedras arrojadas contra el capitalismo salvaje y sus gobiernos corruptos. Pero contuvo la ira, ganó el Premio Nobel y, entonces sí, se dedicó en cuerpo y alma al activismo político-ambiental. Objetó con vehemencia la guerra de Vietnam y la proliferación nuclear.

Su discurso era tan rabioso y lleno de razones que Richard Nixon lo declaró enemigo de su gobierno. Durante una protesta frente a la Casa Blanca fue arrestado y encarcelado una noche. Fue profesor de bioquímica en Harvard por el resto de su vida, indagando sobre la manera como se genera el color que vemos y las causas de que no sea así en determinadas personas.

Tuvo amistad con Albert Einstein y Niels Bohr. Al igual que el primero, experimentó una “regresión mística”, especulando alegremente, como un genuino solipsista, sobre la razón de ser del cosmos a través del yo y el papel de un Creador en todo ello.



PORTADA Y ARTE GRÁFICO:
DE ANA C. LANDA

Mercurio  *Volante*

SUPLEMENTO DE
hipócritalector

**SUPLEMENTO
MERCURIO VOLANTE**

CARLOS CHIMAL
EDITOR

NORMA ÁVILA JIMÉNEZ
JULIÁN D. BOHÓRQUEZ CARVAJAL
ARTURO CAMPOS
CARLOS COELLO COELLO
ULISES CORTÉS
ALBERTO CASTRO LEÑERO
ANDRÉS COTA HIRIART
FRANCESC DAUMAL I DOMÈNECH
IVÁN DEANCE
CARMINA DE LA LUZ RAMÍREZ
MARIO DE LA PIEDRA WALTER
LORENZO DÍAZ CRUZ
ARTURO FERNÁNDEZ TÉLLEZ
CARLOS FRANZ
FRANCISCO GARCÍA OLMEDO
SIANYA ALANIS GONZÁLEZ PEÑA
JOSÉ GORDON

GERARDO HERRERA CORRAL
ROALD HOFFMANN
EUSEBIO JUARISTI
PIOTR KIELANOWSKI
JUAN LATAPÍ ORTEGA
NIGEL LEASK
CARMEN LEÑERO
ELÍAS MANJARREZ
ARTURO MENCHACA ROCHA
MAURICIO MONTIEL FIGUEIRAS
CARLOS NARANJO CASTAÑEDA
CELINA PEÑA GUZMÁN
GABRIELA PÉREZ AGUIRRE
OCTAVIO PLAISANT ZENDEJAS
ROSALÍA PONTEVEDRA
CIRO PUIG BONET
LUIS FELIPE RODRÍGUEZ
MAESTRO RONCADOR
MARÍA SALAFRANCA
JOSÉ MANUEL SÁNCHEZ RON
GUILLERMO TEJEDA MUÑOZ
JUAN TONDA MAZÓN
JUAN VILLORO
COLABORADORES

HIPÓCRITA LECTOR

MARIO ALBERTO MEJÍA
DIRECTOR GENERAL
CLAUDIA CARRILLO MAYÉN
DIRECTORA EDITORIAL
OSCAR COTE PÉREZ
DISEÑO EDITORIAL
BEATRIZ GÓMEZ
DIRECTORA ADMINISTRATIVA

Hipócrita Lector, diario de lunes a viernes.
Correo: edicion.hipocritalector@gmail.com
Editora responsable: Claudia Carrillo Mayén
Permisos Indautor, Licitud y Contenido: En
trámite Todos los materiales son responsa-
bilidad exclusiva de quien los firma.