

# Mercurio



# Volante

46

SUPLEMENTO ESPECIAL

**hipócrita**lector

Año III, Diciembre 2025



## Luxor y la medicina ancestral

RIBOSOMAS,  
MINÚSCULOS  
POETAS

SUCESOS  
DESTACADOS DEL  
AÑO

PASAJE NAVIDEÑO  
DEL MAESTRO  
RONCADOR

MATEMÁTICAS PARA  
TURISTAS

EDUCACIÓN EN LA  
ERA DE LA IA

LEYENDAS DEL  
NOBEL: JAMES W.  
CRONIN





Papiro Edwin Smith. Partes VI y VII. Imagen original de: Jeff Dahl - Edited version of Image:EdSmPaPlateVlandVIIPrintsx.jpg, Dominio público, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2854143>

# PAPIRO EDWIN SMITH:

## el primer tratado de medicina

Si bien el papiro sobre el que trata el siguiente artículo se halla en el Museo Metropolitano de Nueva York, nuestro apreciado colaborador, quien en fecha reciente realizó un viaje a Egipto, nos ofrece desde el sitio donde se escribió una lúcida, original reflexión acerca de este invaluable documento escrito mil años antes de Hipócrates, por lo cual representa un hito en la historia de la salud humana.

MARIO DE LA PIEDRA WALTER

Sobre las aguas del Nilo se refleja dorado el templo de Luxor. Hace tiempo que Amón, dios solar que surca los cielos y da forma a las cosas, no recibe ofrendas dentro de su santuario. En parte, porque es solo ruinas. Uaset para los antiguos egipcios, Tebas para los griegos que la conquistaron, Luxor para los extranjeros de bigote y botas que llegan en expediciones dudosas, la ciudad es una sombra de su resplandor añejo.





Un anticuario norteamericano, Edwin Smith, pasea por el mercado junto al río. Mustafá Agha, un comerciante y cónsul egipcio, lo acompaña. Ambos entran en una tienda de antigüedades y desaparecen detrás de unas telas de lino. Mustafá le muestra a Smith un papiro escrito en hierático, la forma cursiva del egipcio antiguo, que él mismo no puede leer. Proviene (eso le han dicho) de la necrópolis Tebana, un complejo de tumbas en la orilla contraria del Nilo, donde se enterraban a los nobles y reyes del Imperio Medio y Nuevo de Egipto. Edwin Smith intuye que el papiro puede ser importante y cierra el negocio con un apretón de manos y la palabra “shokran” (gracias). Es invierno de 1862 y, aunque él no vivirá para saberlo, pasarán casi setenta años antes de que alguien logre descifrar su contenido.

El arqueólogo norteamericano, James Henry, tradujo en 1930 lo que hoy conocemos como el papiro de Edwin Smith, el primer tratado de medicina del que se tiene registro. Por el tipo de escritura, se dató el papiro alrededor del 1500-1600 a.n.e. Sin embargo, algunos investigadores argumentan que se trata de una copia de un texto más antiguo, que podría haber sido escrito alrededor del 2500-3000 a.n.e.



Dicho papiro - que mide casi cinco metros de largo - incluye cuarenta y ocho casos de heridas, fracturas y tumores ordenados topográficamente desde la cabeza hasta el cuello, las extremidades superiores y la columna vertebral; similar a los textos de medicina modernos. El tratado termina abruptamente a la mitad de una oración, lo que sugiere que el autor (o los autores) tenía previsto continuar con los casos, probablemente hasta describir la columna lumbosacra, la cadera y las extremidades inferiores.

Cada caso contiene, además, subtítulos que incluyen nociones como "introducción", "síntomas significativos" y "tratamiento recomendado". En una sección aparte, nombrada "explicación", se aclaran los términos que pudieran ser confusos. Cada caso se aborda de forma genérica y no individual, es decir, por patología y no por paciente. La exploración física detallada incluye la observación, las pistas olfativas, la palpación y la toma del pulso. Después de cada diagnóstico hay tres tipos de veredictos: 1.) condición que puede curarse 2.) condición que puede combatirse 3.) condición que no puede curarse. Un tipo de pronóstico que no ha cambiado en la medicina moderna (favorable, incierto y no favorable). Los tratamientos incluyen el cierre de heridas con sutura, vendajes, pomadas para evitar infecciones y técnicas para detener sangrados.

*Existen en el mundo antiguo otros textos con recetas para curar ciertas enfermedades. Sin embargo, contienen más bien hechizos, rezos y fórmulas mágicas, en vez de una guía práctica de tratamiento. En este sentido, el papiro de Edwin Smith resalta por su orden sistemático y su enfoque racional en cada uno de los casos.*







Procedimientos como la inmovilización en lesiones de cuello y columna, así como de fracturas, son en esencia indistintos de los tratamientos modernos. Además, contienen las primeras descripciones de estructuras intracraneales como las meninges (membrana que cubre el cerebro y la médula espinal) y el líquido cefalorraquídeo (líquido que fluye dentro y fuera del cerebro). Con cuatro glifos (buitre, caña, tela y ratón) se nombra —hasta siete veces— al cerebro por primera vez en la historia, traducido en dos fonemas como “ah-is”. Por sus descripciones precisas sobre lesiones traumáticas y delineamiento de los casos de emergencia, pudiera haber sido un compendio para tratar a heridos de guerra o trabajadores de construcción (la evidencia arqueológica actual desmiente que los templos y las pirámides hayan sido construidos por esclavos).

Existen en el mundo antiguo otros textos con recetas para curar ciertas enfermedades. Sin embargo, contienen más bien hechizos, rezos y fórmulas mágicas, en vez de una guía práctica de tratamiento. En este sentido, el papiro de Edwin Smith resalta por su orden sistemático y su enfoque racional en cada uno de los casos. A través de la lógica y no de las supersticiones, ofrece una metodología que no difiere de la clínica actual. Para muchos investigadores, se trata del texto científico más antiguo sobre la medicina del que se tenga registro. Sin lugar a duda, el papiro de Edwin Smith supera con creces en metodología y conocimiento a los tratados de Hipócrates, llamado padre de la medicina, que fueron escritos mil años más tarde.

Hallazgos de este tipo nos ofrecen nuevas perspectivas sobre la narrativa de la historia del conocimiento. Tanto en los salones escolares como en las conferencias académicas se repite incansablemente que la filosofía nació en Grecia, alrededor del 600 a.n.e., con Tales de Mileto. Esta aseveración se centra en que Tales propuso “por primera vez” una explicación racional y naturalista, basada en la observación, sin apelar a lo sobrenatural, distinta a los relatos religiosos de sus predecesores como Homero o Hesíodo. Esta aseveración, sin embargo, tiene muchos matices.



La ciudad de Mileto, si bien yacía dentro de la esfera cultural helénica, se encuentra en la costa occidental de Anatolia, en la actual provincia de Aydin, en Turquía. Una región multicultural donde se cruzaban los caminos entre Grecia, Persia, Egipto y Babilonia. Tan solo cincuenta años después de su nacimiento, los persas incorporaron Mileto a su imperio, lo que nos habla de la tensión cultural en la región. Fuentes antiguas señalan, además, que Tales estudió geometría y astronomía en Egipto y que estuvo en contacto con los conocimientos babilónicos. Ningún hombre es una isla. Las ideas de Tales y los filósofos posteriores fueron el producto de una época multipolar y de la integración de distintas escuelas de conocimiento.

Por ejemplo, Platón relata —en boca de Sócrates— la historia del dios egipcio Thot, inventor de la escritura, los números, la geometría y la astronomía. Timeo, uno de sus personajes, le dice a Sócrates en otra ocasión: “en Egipto, por el contrario, desde los más remotos tiempos, el amor al saber está establecido”. En otro pasaje, Platón confiesa: “Es en Egipto donde se puede contemplar la verdadera antigüedad. Allí existen modelos desde los cuales se han copiado aquí muchas instituciones”.


¿De dónde proviene la noción de que la filosofía y la ciencia germinaron primero en la Antigua Grecia? ¿Por qué occidente se empeña en afirmar que es el heredero de cultura griega? Tal vez haya que remontarse a la “invención” de Europa misma. La división entre Oriente y Occidente es, en parte, una construcción muy posterior a la Edad Antigua. Cuando los romanos conquistaron Grecia adoptaron la mayoría de sus tradiciones e ideas filosóficas.

Del mismo modo, no dudaron en reconocer —y muchas veces asimilar— la cultura de las civilizaciones de Oriente. Los “bárbaros” eran los que amenazaban sus fronteras del norte (galos, teutones, anglos, etc.) De hecho, Roma sobrevivió en Oriente muchos siglos después de que las tribus germánicas, lideradas por el rey Odoacer, tomaran la península itálica. Lo que los historiadores del siglo XIX nombraron convenientemente Imperio Bizantino es, en realidad, el Imperio Romano de Oriente.

Fue durante la Edad Media, y la expansión musulmana desde el oriente, que los reinos cristianos comenzaron a definirse como “occidentales”. Con el inicio de las cruzadas se consolidó una identidad “europea y cristiana”, que resistía a los paganos del norte (vikings) y a los musulmanes del Sur y del Este. Mientras una guerra ideológica y religiosa se combatía en las fronteras, las artes y las ciencias encontraron su punto más bajo en una época denominada como Oscurantismo. Fueron los califas musulmanes, que extendieron su dominio por los territorios de la Grecia Antigua, los que promovieron la traducción al árabe de los textos de Aristóteles, Platón, Ptolomeo, Hipócrates, Euclides y Arquímedes. Contrario al oscurantismo europeo, el mundo islámico experimentó una época dorada, en la que rescató parte del conocimiento antiguo.







Durante la conquista cristiana de la península ibérica (Al-Andalus), eruditos como Gerardo de Cremona trabajaron junto con judíos y mozárabes para traducir del árabe al latín estas mismas obras (junto con los textos filósofos de árabes como Avicenna y Averroes), lo que cimentó los comienzos del Renacimiento. En los siglos posteriores, y en especial durante la Ilustración, se forjó el mito de Europa como heredera directa de la razón y la civilización griega. La triada conceptual Grecia-Roma-Europa se autoproclamó como la línea del progreso humano, todo lo que el resto del mundo debía aspirar a ser. Con el apogeo del colonialismo europeo en el siglo XIX, esta narrativa — con connotaciones raciales — se expandió por el mundo como una “misión civilizadora”, negando la cultura de otras latitudes.

Aún en pleno siglo XXI se utilizan estas nociones para evadir una responsabilidad histórica. “Les dimos más de lo que nos llevamos” es el lema actual de movimientos nacionalistas para negar la masacre de los pueblos originarios durante el colonialismo europeo. Sin olvidar las políticas antinmigrantes que se fundamentan en “mantener la pureza” de la civilización occidental. En nombre de la democracia y los valores occidentales se han bombardeado varios países. El papiro de Edwin Smith nos recuerda que no existe un monopolio del conocimiento y que la riqueza cultural se nutre de la multipolaridad del mundo. Tanto lo sabían los griegos y los egipcios que, juntos, a tan solo 800 kilómetros al norte de Luxor, construyeron la biblioteca más universal de todos los tiempos. Misma que, aunque reconstruida, se puede visitar en la ciudad de Alejandría.



---

**\*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).*



# Ribosomas, poetas minúsculos

ELÍAS MANJARREZ

*Los ribosomas son poetas  
que escriben palabras  
de carne y hueso  
de sangre encendida  
que respira  
Escriben poemas de letras prístinas*

**A**ntes de definir qué es un ribosoma y cómo funciona, conviene examinar los estudios que condujeron a su descubrimiento. Veremos cómo las historias de la química y la biología se entrelazan de forma sorprendente.

Emil Fischer, en 1891, publicó un artículo en el que describió una nueva forma de azúcar artificial, la L-ribosa, a la que llamó “ribosa”. Acunó este nombre inspirado en una reorganización de algunas letras de la palabra “aRaBInOSA” (azúcar árabe), otro tipo de hidrato de carbono obtenido de la resina que desprende el árbol *Acacia nilótica*.

Más tarde, en 1909, Levene y Jacobs encontraron que los ácidos nucleicos, el ADN y el ARN, poseen una molécula natural similar en espejo, en la que los grupos -OH están a la derecha, en lugar de a la izquierda, lo cual evidencia su quiralidad.

Levene y Jacobs decidieron mantener el mismo nombre, “ribosa”, para este tipo de azúcar natural, en consonancia con el nombre del centro en el que trabajaban, el *Rockefeller Institute of Biochemistry* (RIB, por sus siglas en inglés). Una coincidencia curiosa, ¿no te parece?



El Nobel Fischer y el magnate Rockefeller vivieron en la misma época y es posible que ni se conocieran. Pero ¿quién se imaginaría que, por un lado, Fischer, caminando de joven por los bellos senderos de la Selva Negra en Alemania, y, por otro, Rockefeller, caminando de adulto por la selva de asfalto en Nueva York, compartirían un legado en un término tan importante para la biología de la vida?

En la página web de los Premios Nobel se menciona que Fischer amaba tomar vacaciones en la Selva Negra de Alemania, una densa cordillera de abetos, famosa por sus paisajes y el senderismo. Se comenta que Fischer también estudió las enzimas y las sustancias químicas de los líquenes que encontró durante sus frecuentes viajes a esos parajes [1].

Eso me recuerda a los relatos de Hermann Hesse, quien también amaba esa naturaleza, porque era su hogar e inspiración para muchas de sus novelas, como Bajo la rueda. Hesse era 25 años más joven que Fischer, y no dudo que alguna vez pudieron coexistir en ese ambiente, en el que cada uno, por su lado, echaba a volar su imaginación: uno, movido por las emociones de lo escrito, y el otro, por las de lo cuantificado.

A Fischer se le facilitaba poner nombres a las moléculas que sintetizaba y “bautizó” muchas sustancias esenciales para la vida, sin sospecharlo. También acuñó el término “purina”, inspirado en la palabra “pura orina”, en alusión a los líquidos de los que extrajo estructuras moleculares que sintetizó y que conocemos como adenina y guanina, y que también forman parte de las moléculas de la vida, el ADN y el ARN.

Más tarde, el Nobel Albert Kossel demostró que las purinas, adenina y guanina, y las pirimidinas, adenina y timina, son bases nitrogenadas que componen los ácidos nucleicos ricos en fósforo descritos por Miescher.

Estos avances, junto con las observaciones de Chargaff [2] de que la proporción de guanina es similar a la de citosina y la de adenina a la de timina, prepararon el camino para comprender la estructura del ADN. Pero fue definitiva la fotografía 51 de Rosalind Franklin de la estructura cristalizada del ADN [3], que permitió a Watson y Crick publicar la propuesta de que el ADN se conforma en una doble hélice, con una disposición de desoxirribosas (ribosas sin un oxígeno), fosfatos y bases nitrogenadas, unidas por puentes de hidrógeno.

Tanto el azúcar desoxirribosa como el fosfato presentan un arreglo alternado, formando un exosqueleto estable de la doble hélice del ADN. En los libros de biología celular encontrarán la palabra esqueleto en lugar de exosqueleto, pero a mí me gusta más este otro término, ya que ofrece una mejor manera de visualizar la doble hélice y su propiedad hidrofílica que explicaré a continuación.

*El Nobel Fischer y el magnate Rockefeller vivieron en la misma época y es posible que ni se conocieran. Pero ¿quién se imaginaría que, por un lado, Fischer, caminando de joven por los bellos senderos de la Selva Negra en Alemania, y, por otro, Rockefeller, caminando de adulto por la selva de asfalto en Nueva York, compartirían un legado en un término tan importante para la biología de la vida?*





Los fosfatos confieren una carga negativa al ADN, aunque la desoxirribosa permanezca neutra, lo que hace que la cadena de ADN sea soluble en agua, a lo que se le llama hidrofílica o afín al agua. En cambio, las bases nitrogenadas adenina, guanina, citosina y timina son hidrofóbicas, es decir, huyen del agua.

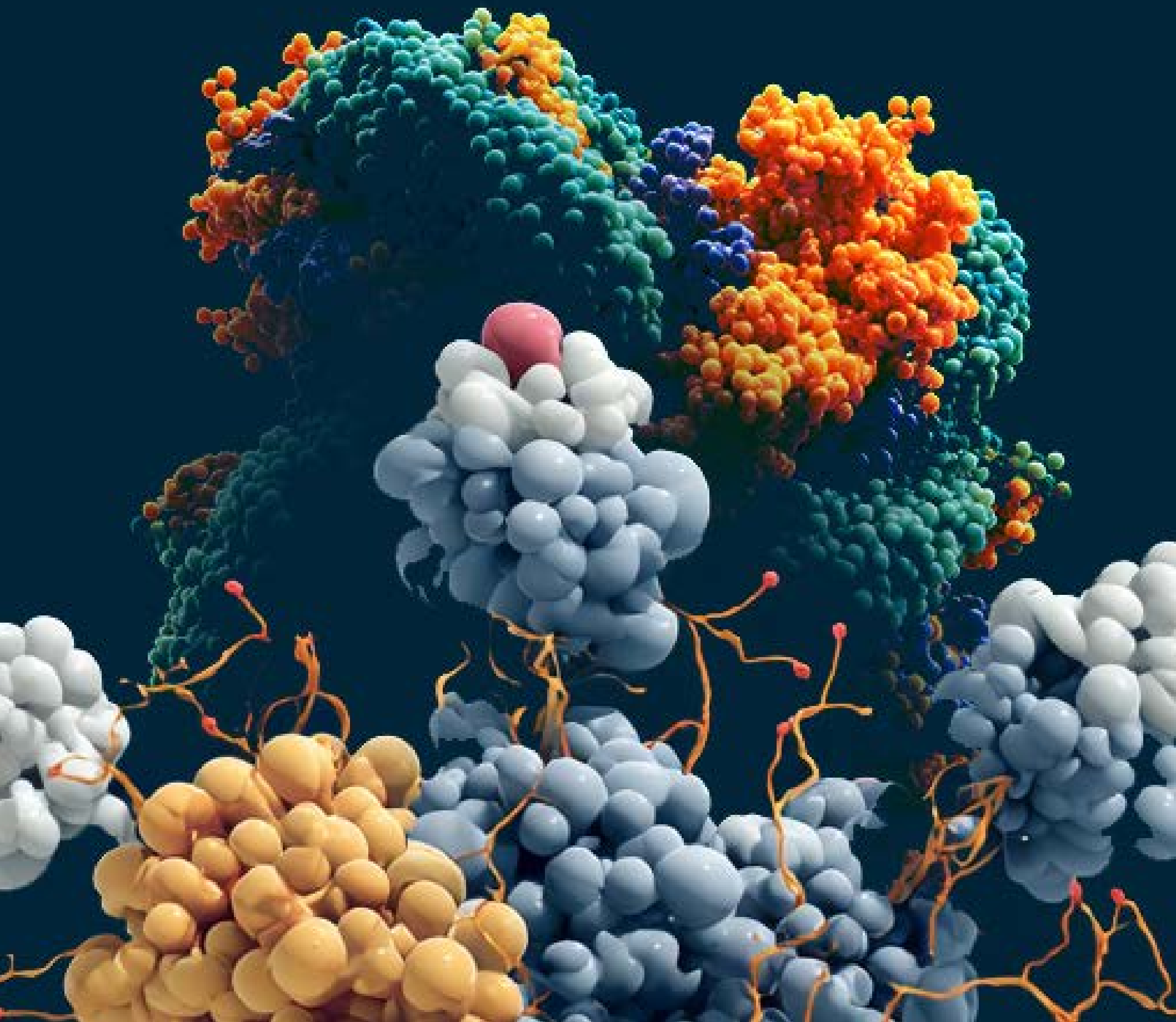
En el centro de este exoesqueleto se establecen las bases nitrogenadas como escalones, unidos entre sí mediante puentes de hidrógeno. Como en una escalera de caracol. Los escalones son pares de guanina con citosina y de adenina con timina, los cuales no se “mojan” porque son hidrofóbicos y están protegidos por el exoesqueleto formado por desoxirribosa y fosfato.

Este arreglo de exoesqueleto hidrofílico nos recuerda a la conformación de la membrana lipídica de las células, en que las cabezas polares de fosfato de las moléculas de lípidos son hidrofílicas y se orientan hacia el mundo acuoso, mientras que sus colas internas son ácidos grasos que repelen el agua y se alinean atrayéndose entre sí, como pares, en el interior de la membrana.

Podemos observar que tanto la doble hélice de bases nitrogenadas como la membrana lipídica de las células comparten una organización similar, siguiendo principios físicos de atracción y repulsión relativos al agua, a nivel molecular. Ambos sistemas tienen un exoesqueleto y algo que proteger dentro de su estructura, formando una doble hélice en el caso del ADN y una geometría cuasi esférica en el caso de la membrana lipídica.

El ADN es como una escalera de caracol, pero el ARN es como si se partiera esa escalera por la mitad. Todavía mantiene una parte de ese exoesqueleto del que hablé y otra de los escalones, que son bases nitrogenadas, en los que solo se sustituye el escalón de timina por el de uracilo. Vemos que el ARN aún conserva una parte hidrofílica (la agarradera de la escalera) y otra hidrofóbica: las bases nitrogenadas.

Es natural preguntarse *cómo le hacen esas bases nitrogenadas* para protegerse del agua, ya que no son afines a ella: son hidrofóbicas y, por lo tanto, tratan de evitarla. La respuesta es que tienden a plegarse.





Por eso, el ARN mensajero que se forma en el proceso de transcripción a partir del ADN se pliega sobre sí mismo, formando estructuras complejas, como bucles, y el ARN de transferencia se pliega aún más en forma de trébol para proteger sus bases nitrogenadas, de manera que el exoesqueleto de fosfato y ribosa queda afuera, como protector, en contacto con el agua.

Pero hay un tercer tipo de ARN que se pliega junto con proteínas para proteger sus bases nitrogenadas y desempeñar una función muy interesante: fabricar proteínas. Este complejo, en forma de soma cuasi esférico, observado al microscopio electrónico, conserva los fosfatos y la ribosa del esqueleto del ARN, por lo que en los años 50 se le denominó ribosoma, término acuñado por Howard Dintzis.

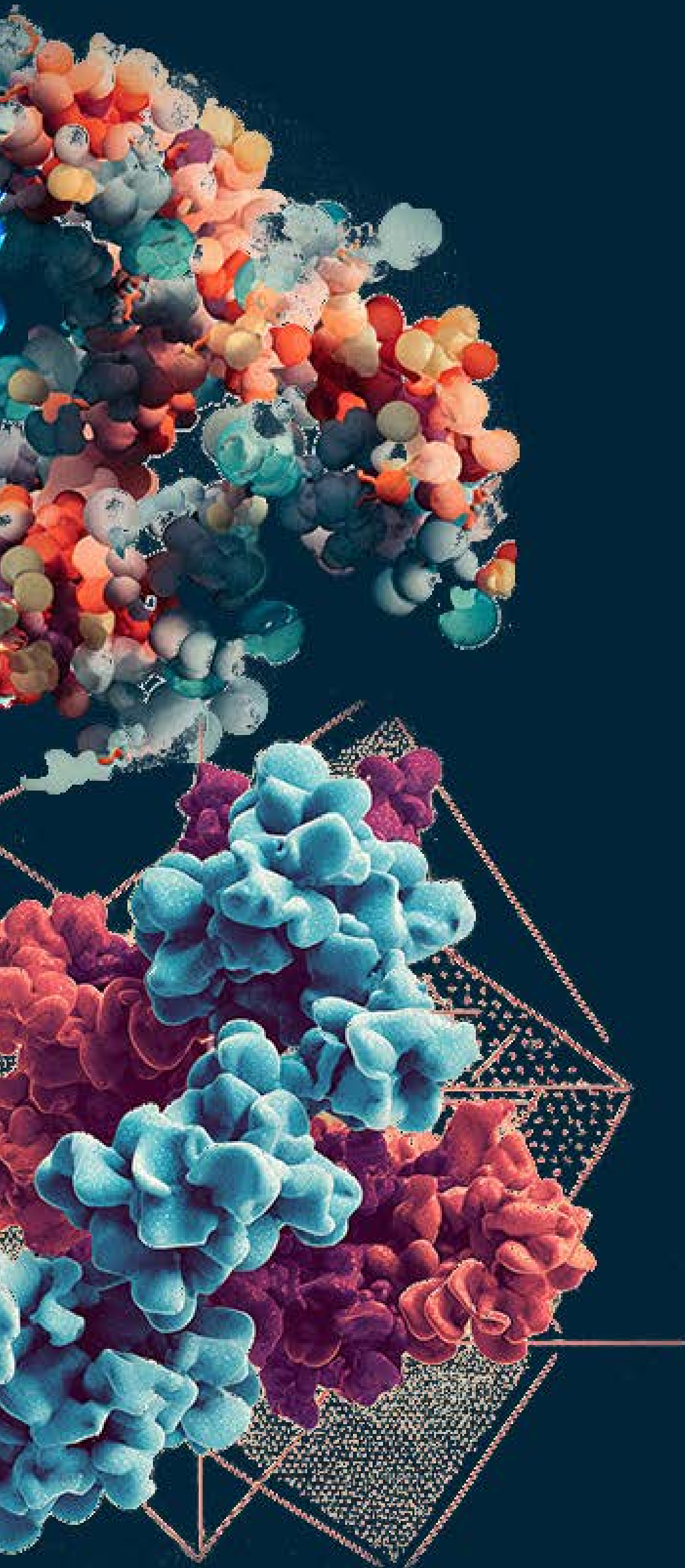
Para muchos científicos, haber descubierto con el microscopio electrónico los ribosomas como puntitos dentro de las células y haber usado la bioquímica para inferir su papel en la elaboración de proteínas era uno de los grandes triunfos de la biología moderna. Pero esa opinión no satisfacía del todo a Venki Ramakrishnan, un físico de formación, con un gusto por la búsqueda de mecanismos y de los primeros principios de los fenómenos de la naturaleza.

Venki, en su libro *La máquina genética* [4], presenta una autobiografía del camino que tuvo que recorrer para dilucidar la estructura y la función de los ribosomas. Al leer el libro, me sorprendió que Venki llegara primero a trabajar en biología celular con Mauricio Montal, un mexicano estudioso de las proteínas de membrana, egresado de la UNAM, quien después fue contratado en la Universidad de California.

Hoy supe, por una nota periodística, que Mauricio también trabajó durante 6 años en el departamento de bioquímica del CINVESTAV, pero dejó el país debido al apoyo insuficiente a la ciencia. Eso refleja que nuestros científicos mexicanos también han contribuido a la formación de grandes científicos en el extranjero.

*Venki, en su libro **La máquina genética**, presenta una autobiografía del camino que tuvo que recorrer para dilucidar la estructura y la función de los ribosomas. Al leer el libro, me sorprendió que Venki llegara primero a trabajar en biología celular con Mauricio Montal, un mexicano estudioso de las proteínas de membrana, egresado de la UNAM, quien después fue contratado en la Universidad de California.*





Después de pasar unos pocos meses en el laboratorio de Mauricio, Venki leyó un artículo de divulgación de *Scientific American* sobre la ubicación de proteínas en el ribosoma, relacionado con la dispersión de neutrones, y, motivado por el tema, escribió a uno de los autores para trabajar con él. No fue posible hacerlo, pero sí con el otro coautor, Peter Moore, de la Universidad de Yale. Así, Venki inició una estancia posdoctoral en el laboratorio de Moore en 1978.

Al revisar PubMed, encontré que Venki publicó un par de artículos en coautoría con Mauricio sobre la rodopsina, uno de ellos, publicado en 1983 [5], en el que empleó dispersión de rayos X, una técnica que aplicaría más tarde en sus estudios del ribosoma. Y digo más tarde porque los primeros trabajos de Venki en coautoría con Moore, publicados en 1981, se basaron en la dispersión de neutrones.

Enseguida, Venki notó que la dispersión de neutrones no era suficiente para estudiar los ribosomas, por lo que emprendió una búsqueda para aprender cristalografía de rayos X. Es razonable que así lo hiciera, pues esta es la técnica que Rosalind Franklin había usado para dilucidar la estructura del ADN, y si Venki quería estudiar estructuras que contenían ARN y proteínas, entonces debería emplearla también.

Venki dio un salto radical en su vida científica al trabajar en el Laboratorio de Biología Molecular de Cambridge en el Reino Unido. Allí pudo disponer de un gran equipo de colaboradores y de dispositivos de primer nivel. También pudo acceder a los sincrotrones de rayos X para examinar con precisión la estructura de los ribosomas tras cristalizarlos. Recordemos que la cristalización es un proceso como el que ocurre al agregar un poco de agua a la sal de mesa y dejarla evaporar. Después de unos días se puede observar un crecimiento cristalino de la sal.



Venki hacía pasar los rayos X de un sincrotrón sobre un ribosoma cristalizado para recoger la luz dispersa en un detector, muy similar a lo que hizo Rosalind Franklin con el ADN cristalizado y un tubo de rayos X. Después, analizaba las señales y reconstruía la imagen de los componentes del ribosoma: su ARN y sus proteínas. Así empezó una competencia entre varios grupos de investigadores para obtener las mejores imágenes del ribosoma, una carrera llena de anécdotas que Venki comenta en su libro *La máquina genética* [4].

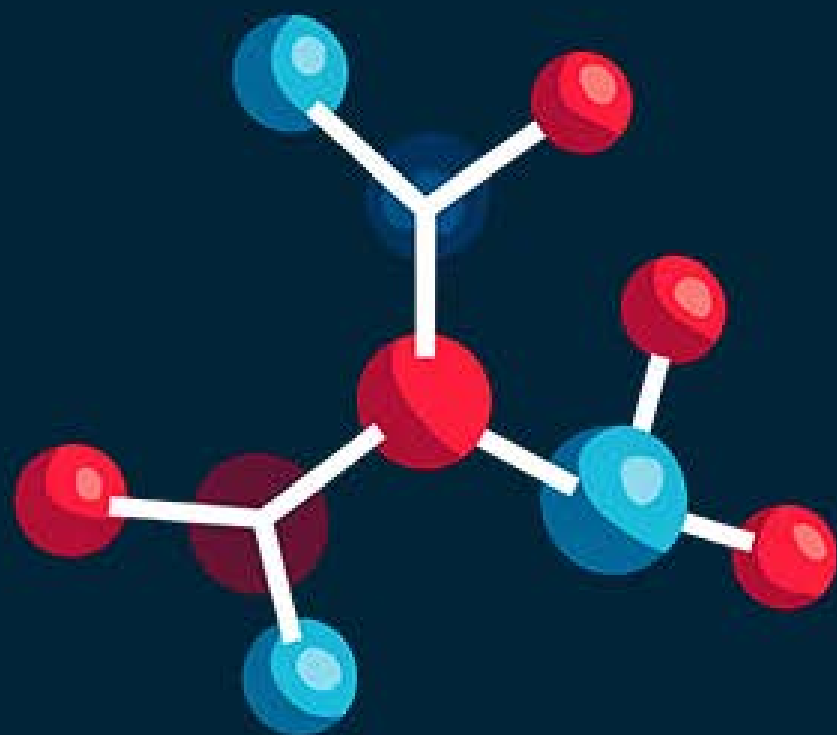
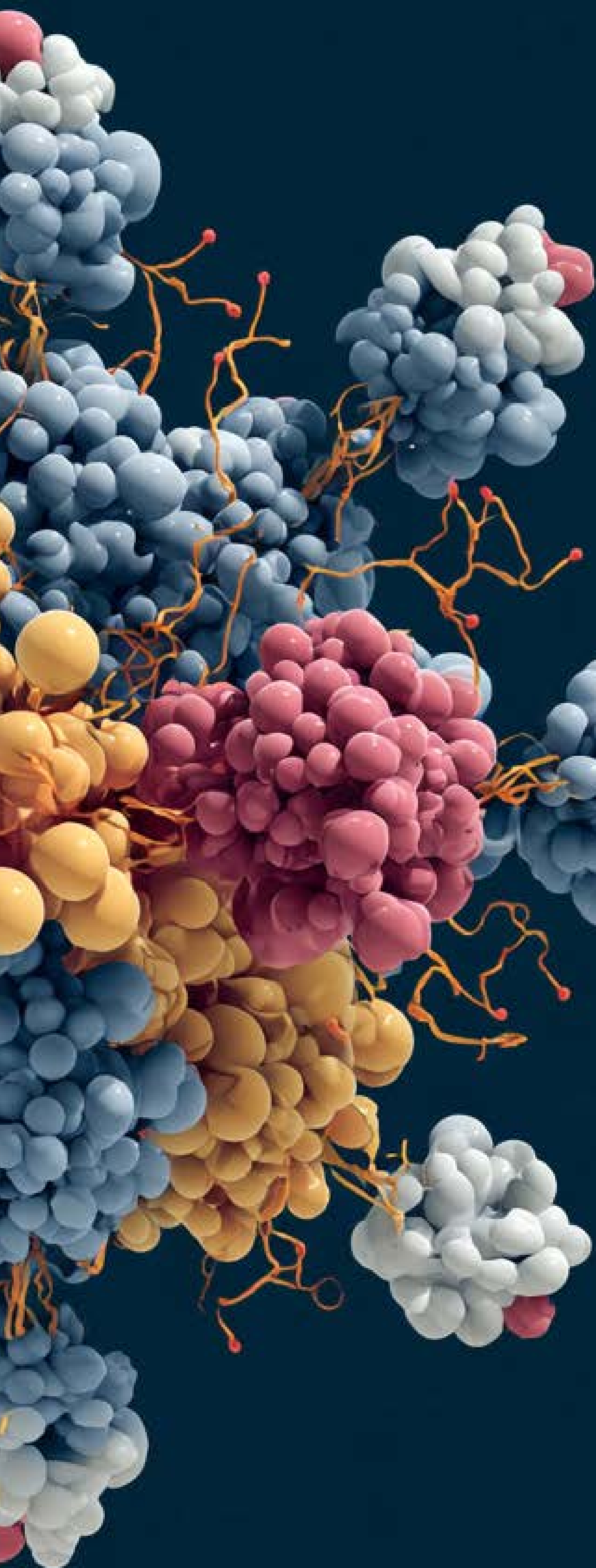
Un paso crucial en sus investigaciones sobre los ribosomas fue emplear antibióticos que modificaban su estructura, lo que le permitió identificar los sitios de acción de estos. Esto es muy relevante para la medicina, ya que permite diseñar nuevos antibióticos que actúan como antimicrobianos y matan las bacterias patógenas en una enfermedad.

*¿Cómo se le ocurrió a Venki usar antibióticos para estudiar los ribosomas? La respuesta es que los usó como herramienta para inmovilizar el ribosoma en estados funcionales específicos y así visualizar su interacción con otras moléculas.*

Recordemos que en 1928 Alexander Fleming observó que un hongo (*Penicillium notatum*) acumulado en un cultivo de bacterias inhibía su crecimiento. Lo que surgió que había una batalla campal entre estos dos tipos de organismos, en la que el primero liberaba sustancias tóxicas para el segundo. Una lucha darwiniana por la supervivencia.







Con esto en mente, Venki pudo haber inferido que existían antibióticos capaces de entrar en la célula y afectar a los ribosomas. *¿Y cómo garantizar que los antibióticos actúen de manera selectiva en los ribosomas de las bacterias, pero no en los de las células humanas?* La respuesta es que, gracias a los descubrimientos de Venki, hoy podemos diseñar antibióticos que actúen de manera específica en sitios de acción únicos del ARN ribosomal, presentes *únicamente* en la estructura de los ribosomas bacterianos.

Venki descubrió cómo funciona la maquinaria del ribosoma, que fabrica proteínas, y por ello recibió el Premio Nobel en el 2009 [6]. Sabemos cómo se ensamblan las unidades mayor y menor de los ribosomas, así como los sitios por los que entran el ARN mensajero y el ARN de transferencia. Ahora sabemos con mayor precisión que el ribosoma es esencial para la vida, ya que traduce el ARN mensajero en proteínas.

El pasado 3 de diciembre, Venki visitó la BUAP para presentar su libro «¿Por qué morimos?». Y aprovechó para hablar con la juventud poblana sobre los retos que enfrentan quienes se dedican a la ciencia, aconsejando que lo más crucial para dedicarse a esa actividad es mantenerse motivados y disfrutar del trabajo que se hace cada día, ya que, en la mayoría de los casos, los problemas no se resuelven. Lo más grandioso del quehacer científico es cuando encuentras una respuesta a algo que nadie más conoce; es una emoción indescriptible que vale la pena experimentar [7].

El descubrimiento de Venki sobre la estructura de los ribosomas es relevante, ya que las proteínas que estos ribosomas fabrican son esenciales para la vida. Por ejemplo, las proteínas conforman la actina y la miosina de nuestros músculos, así como el colágeno de nuestros tendones, piel y huesos. La hemoglobina es una proteína presente en nuestra sangre que permite captar el oxígeno en los pulmones y transportarlo a los tejidos y órganos del cuerpo.



Lo más maravilloso es que los ribosomas traducen el código genético, un lenguaje ancestral que ha viajado intacto a lo largo de la evolución. En cada célula, como poetas minúsculos, convierten esas letras antiguas en proteínas: metáforas de la materia viva consciente en movimiento, que se traducen en nosotros mismos.

Después de todo, Gustavo Adolfo Bécquer tenía razón en su famoso verso:

*¿Qué es poesía?, dices mientras clavas  
en mi pupila tu pupila azul.  
¿Qué es poesía! ¿Y tú me lo preguntas?  
Poesía eres tú.*



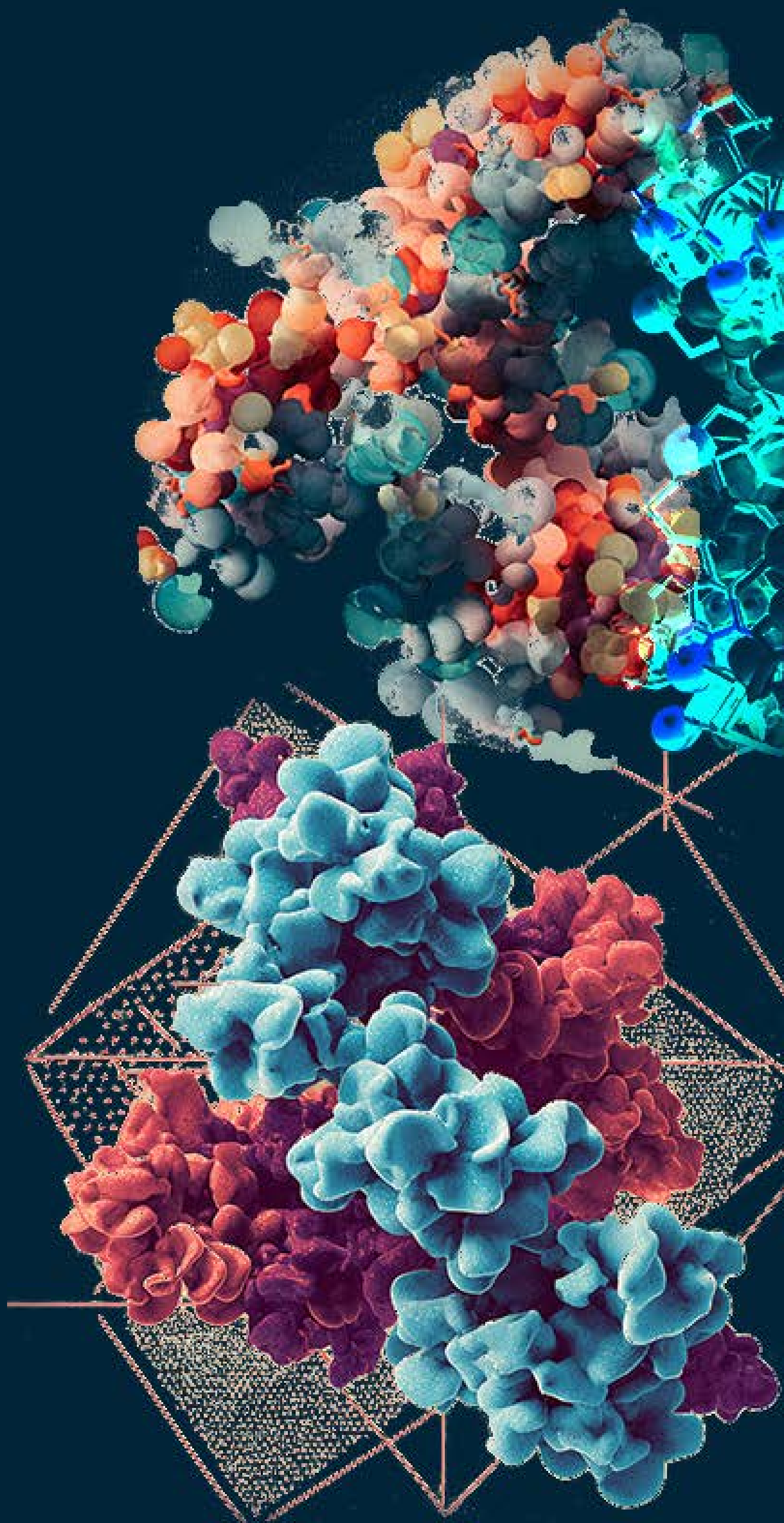
#### ELÍAS MANJARREZ

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 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.

#### REFERENCIAS:

- [1] <https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/1902/fischer/biographical/>
- [2] Chargaff, Erwin (1978). Heraclitean Fire: Sketches from a Life Before Nature. Rockefeller University Press. p. 252. ISBN 0-874-70029-9.
- [3] <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-medica-clinica-las-condes-202-articulo-roosalind-franklin-el-descubrimiento-estructura-S0716864015001042>
- [4] Ramakrishnan, V. (2020) La máquina genética. Editorial Grano de Sal. ISBN-13: 978-6079899448
- [5] Ramakrishnan VR, Darszon A, Montal M. A small angle x-ray scattering study of a rhodopsin-lipid complex in hexane. J Biol Chem. 1983 Apr 25;258(8):4857-60. PMID: 6833280.
- [6] <https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/2009/summary/>
- [7] <https://www.youtube.com/watch?v=aX-HcTUCcxl>



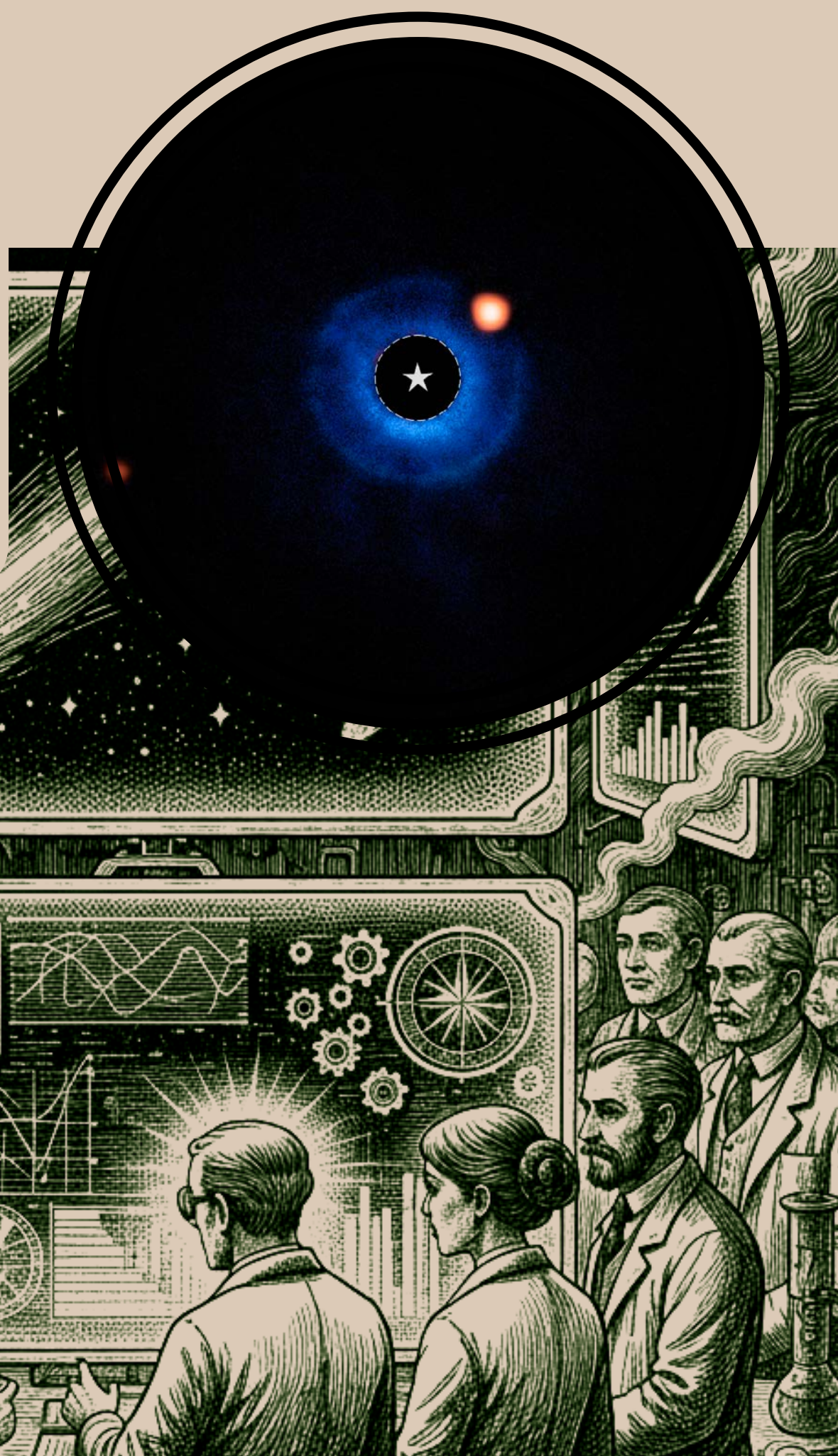


# LO MÁS IMPORTANTE EN CIENCIA DIE 2025

GERARDO HERRERA CORRAL

**E**n junio el Telescopio James Web anunció el descubrimiento de un planeta “viéndolo”, es decir que por primera vez lo hizo de manera directa y no con el método de tránsito que ha sido usual en este tipo de investigaciones. El candidato a planeta TWA 7b tiene un tamaño similar al de Saturno y orbita la estrella TWA 7 que es una enana roja también conocida como Antilae que se encuentra a 111 años luz de nosotros. El método usual de tránsito mide el descenso en la luz que llega de la estrella orbitada cuando el planeta pasa por enfrente. El grupo de investigación usó métodos alternativos para suprimir la luz que proviene de la estrella misma y obtuvo la imagen directa del objeto.

El planeta tiene una masa de aproximadamente un tercio de la de Júpiter, es decir, unas 100 veces la masa de nuestro planeta. Su órbita se encuentra a una distancia de su estrella que es cincuenta veces mayor a la distancia entre la Tierra y el Sol.







La revista *Nature* anunció la primera observación de asimetría entre materia y antimateria en bariones. Los bariones son aglomerados de tres quarks - como los protones y los neutrones -. Hasta ahora, la asimetría entre materia y antimateria se había medido en mesones que son conjuntos de dos quarks.

El experimento LHCb en el Gran Colisionador de Hadrones del CERN (Centro Europeo de Investigaciones Nucleares) estudió en detalle la manera como un barión llamado Lambda que contiene al quark pesado b (belleza) se desintegra de manera distinta si es materia a el correspondiente de antimateria.

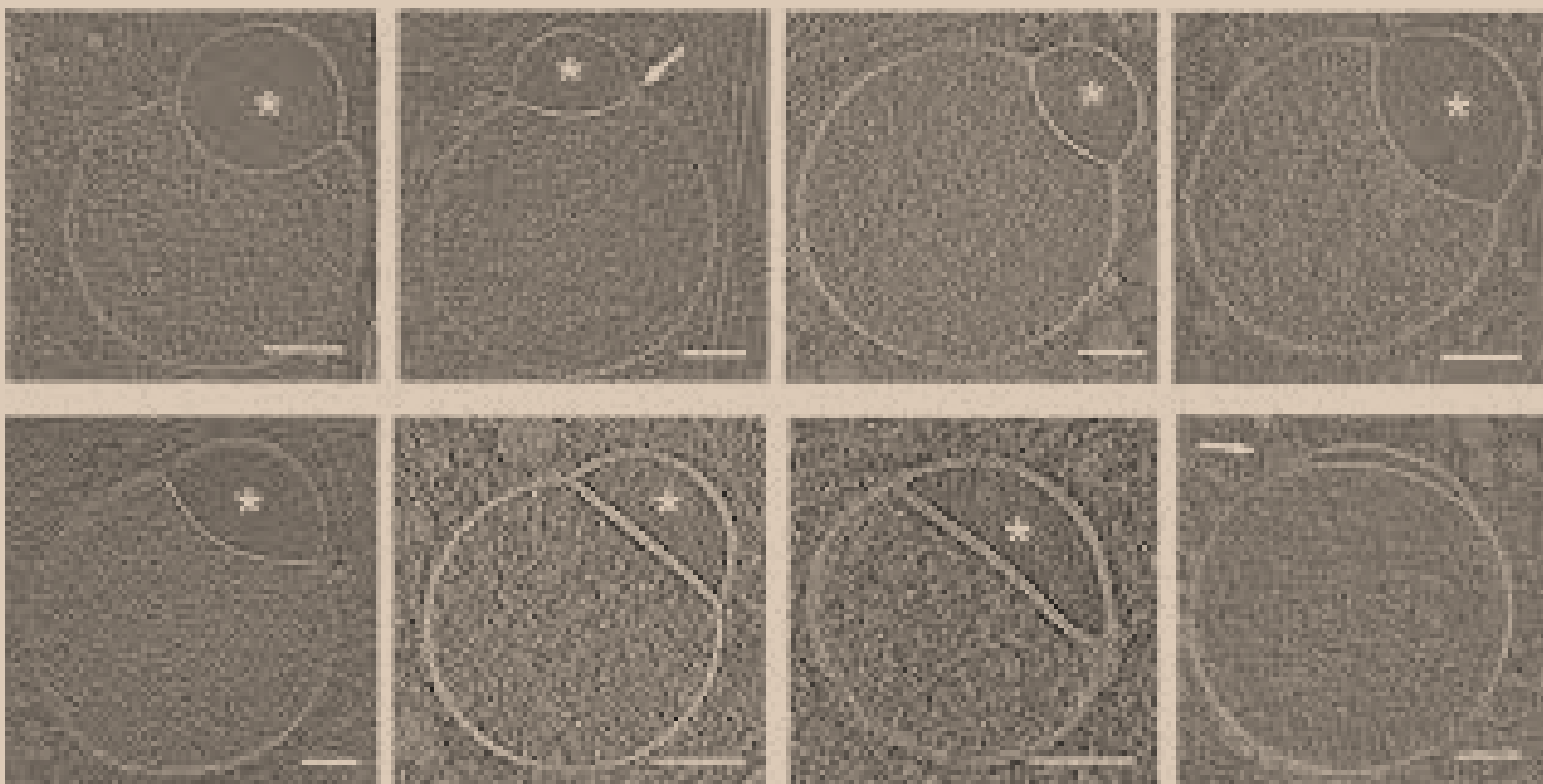
El año 2025 fue el designado Año Internacional de las Ciencias y Tecnologías Cuánticas por la Organización de Naciones Unidas. Se celebraron así 100 años desde que en 1925 se publicaran los trabajos que dieron un marco teórico de ideas a los fenómenos estudiados durante los primeros años del siglo pasado. Se realizaron muchas actividades de todo tipo a lo largo y ancho del mundo.

Por primera vez la Sonda Solar Orbiter capturó imágenes del misterioso polo solar. Esta región del Sol estuvo oculta a nuestra vista todo el tiempo. Solo veíamos al Sol a la altura de su ecuador. Este año Solar Orbiter inclinó su trayectoria fuera del plano para observar el polo sur del Sol. El primer hallazgo muestra que los campos magnéticos sur y norte del Sol están entrelazados. Lo que parece significar que el Sol está en el pico de actividad de su ciclo de 11 años. Este ciclo marca un cambio en el sentido de los polos magnéticos. Las imágenes obtenidas permitirán entender mejor el campo magnético de la estrella.



El Observatorio Vera Rubin recibió su “primera luz” y divulgó sus primeras imágenes en junio para comenzar la actividad formal en octubre. El telescopio basado en la superficie del planeta tiene la cámara digital más grande jamás construida con 3.2 gigapíxeles. Se encuentra en Cerro Pachón, Chile y estará registrando imágenes del cielo durante por lo menos diez años.

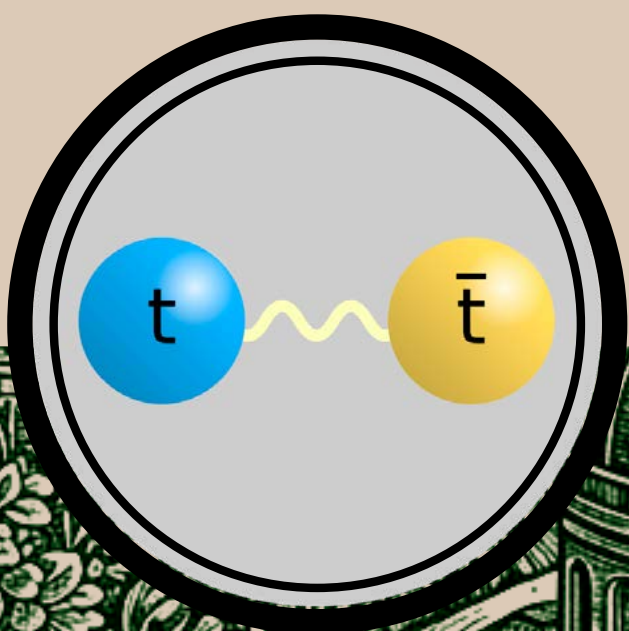
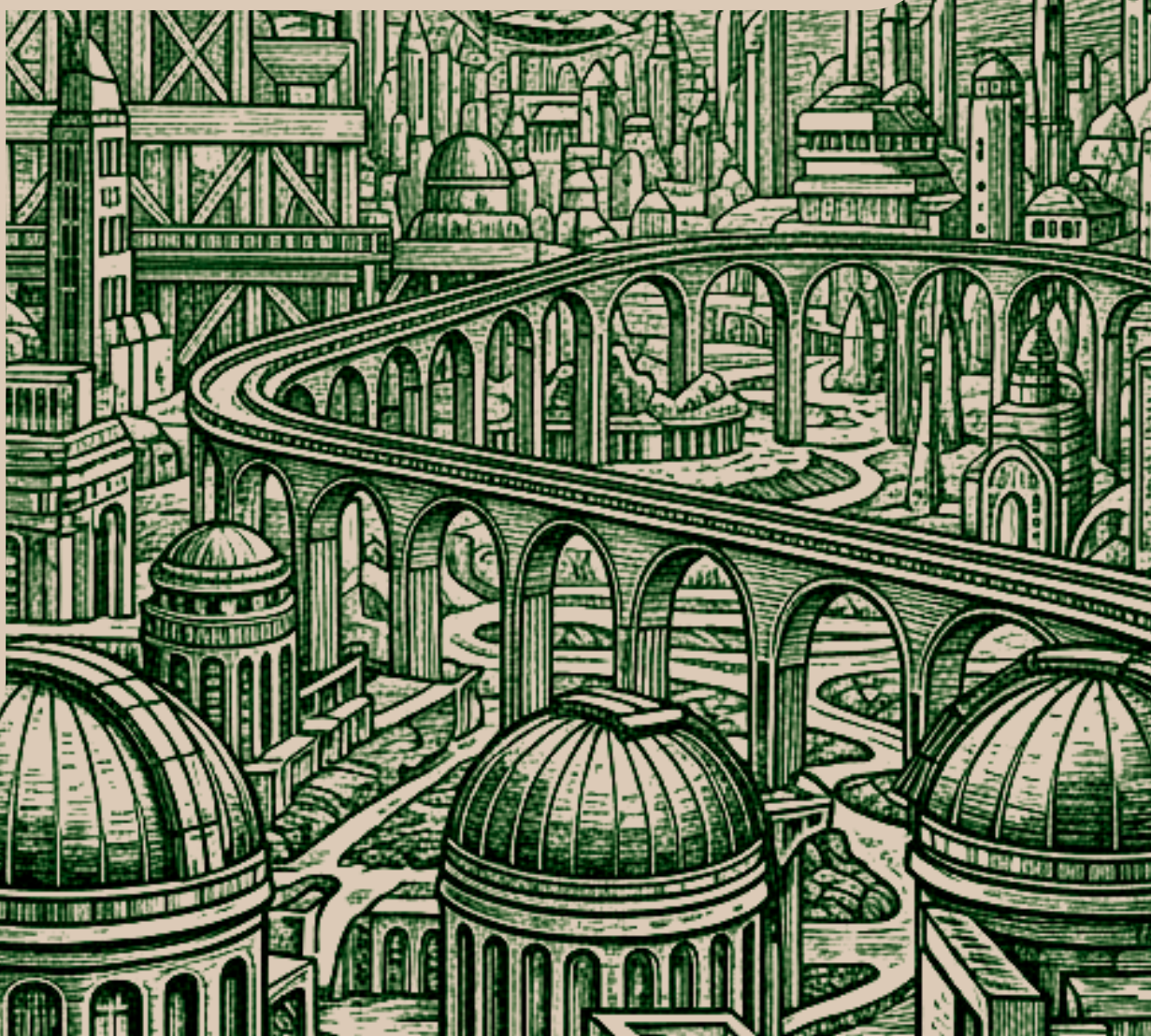
Una estructura dentro de las células había pasado desapercibida. Sorprendentemente, el interior de las células aún da nota en el mundo de la ciencia. Investigadores norteamericanos reportaron un nuevo orgánulo a la que llamaron hemifusoma. Se trata de una vesícula formada por dos burbujas, una grande y una pequeña, con las paredes hechas de grasas que se tocan, pero no están unidas y con un tamaño medio de aproximadamente 160 nanómetros. Los autores del artículo especulan que estas estructuras se encargan de la clasificación de proteínas y lípidos, así como su reciclaje y la expulsión de componentes tóxicos.



El Toponium apareció cuando nadie lo esperaba. Un estado formado por un quark top y anti-top o en español cima y anti-cima, dejó huella en los detectores CMS y ATLAS del Gran Colisionador de Hadrones del CERN.

La colaboración CMS lo anunció en abril y el experimento ATLAS lo constató meses después.

Siempre se pensó que el quark más pesado de todos: el top o “cima”, no formaría hadrones, es decir, no se agruparía para formar compuestos con otros quarks. Lo anunciado parece mostrar que si existen hadrones con el quark top y el primero en mostrarse es justamente el arreglo de quark y antiquark cima.





Durante el verano la revista Science reportó el descubrimiento de un “microorganismo” que parece ser un eslabón entre las arqueas y los virus.

Investigadores japoneses le dieron el nombre provisional Sukunaarchaeum. Este bicho requiere de un hospedero para reproducirse, como los virus. El microbio parece no contar con rutas metabólicas para producir moléculas esenciales. De manera que toma todo de su huésped. Los especialistas sospechan que se trata de una arquea en camino de convertirse en virus. El *Candidatus Sukunaarchaeum mirabile* vive en simbiosis con otros microbios y posee el genoma más reducido para una célula autónoma de tan solo 238 mil pares de bases.

La colaboración experimental BASE del Centro Europeo de Investigaciones Nucleares (CERN) reportó que pudo mantener atrapado a un Anti-Protón (la contraparte de antimateria del protón) durante un minuto.

Durante este tiempo el Anti-Protón osciló suavemente entre dos estados cuánticos. El experimento BASE se ha propuesto almacenar antimateria por el tiempo suficiente y la estabilidad necesaria como para transportarla de un lugar a otro.

El evento GW231123 como se ha llamado a la singular colisión detectada el 23 de noviembre de 2023, aunque fue este año que se publicó el estudio de la señal.

Esta es la medición del hoyo negro más grande observado con la ayuda de ondas gravitacionales. Uno de los agujeros negros que chocaron era 137 veces la masa del Sol. El otro tenía 103 masas solares. Los agujeros negros colisionaron a una distancia entre 2 y 13 mil millones de años luz de nosotros. La señal en el detector duró 0.1 segundos. Los agujeros negros que se fundieron para generar uno más grande no solo eran masivos, además rotaban a una velocidad enorme que equivale a unos 400 mil veces la velocidad de rotación de nuestro planeta.

Estos son algunos de los descubrimientos de 2025, la lista acortada deja a muchos grandes anuncios fuera pero sirve para mostrar que hay una actividad intensa, extraordinarias observaciones y fascinantes avances en todas las áreas de la investigación científica.



**\*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.



# PSICOACÚSTICA

## Mensaje del maestro Roncador

### El hombre del acordeón



Su música resuena por el largo y soterrado pasillo.  
Bueno, un pianista que pasa por su lado no piensa así,  
considera que no utilizar la mano izquierda ya le invalida, pero lo cierto es que  
con la derecha tampoco hace las notas que precisa.  
Yo me acerco y le veo sentado, con el amplificador que le hace los bajos situado  
a su lado, y la gorra en el suelo, esperando nuestra voluntad.  
Tengo prisa. Debo ir a recoger el turrón de crema. A las once, en "La Colmena".

Su música aún resuena por el largo y soterrado pasillo.  
Es la misma música de antes. No parece que sepa otra.  
Tres personas se han detenido, y una de ellas le deja algo en la gorra.  
Percibo que las notas que interpreta suenan aún más confusas.  
Lo cierto es que me ha costado reconocer la melodía, y no es por el eco.  
Seguramente, alguien tan poco diestro como él le enseñó este villancico.  
Ahora tengo tiempo y le dejo la moneda. Mañana es Navidad.



**MAESTRO RONCADOR**  
*Experto en psicoacústica y  
aprendiz de lo que sea menester.*





## Obituario del Mercurio

# HERWIG SCHOPPER



Una de las pérdidas lamentables en el mundo de la ciencia de este año fue la de Herwig Schopper, Director General del Centro Europeo de la Investigación Nuclear (CERN), localizado en las afueras de la ciudad suiza de Ginebra, entre 1981 y 1988. Eminente físico, destacó por sus eficaces, diligentes gestiones y cabildeos a favor de la física que estudia el interior del átomo y otras partículas subatómicas de origen cósmico. Su labor fue fundamental en la consolidación dentro del territorio europeo occidental de dicha ciencia, así como para hacer del CERN el prestigioso laboratorio que es en la actualidad. El profesor Herwig Schopper falleció el 19 de Agosto a la edad de 101 años.





# M4T3M4T1C42 P4R4TUR12TA2

ROSALÍA PONTEVEDRA

“Nunca salgas de casa sin las matemáticas”, le gustaba decir a Claudi Alsina. En uno de sus múltiples libros de popularización (*Geometría para turistas*, 2009) logra convencernos de que todo viajero es un turista y viceversa, pues ambas personas pertenecen al mismo conjunto, el de los curiosos.

El viaje inicia en cuanto salimos de nuestra habitación, todo lo demás es turismo, cosa que acarrea sus peligros. ¿Qué sería de nosotros si no conociésemos algunos trucos numéricos?, se pregunta Alsina.

Lo mejor de la mayoría de los viajes, asegura, es el antes y el después, esto es, la preparación y los recuerdos. Y con ironía cita a Regina Nadelson: “La realidad del viaje tiene más que ver con la pérdida del equipaje”. Nos da tips para disfrutarlo: Haz la maleta y fija un presupuesto. Luego, deshazla, saca la mitad de la ropa y duplica tu presupuesto.

Invita a quienes piensan en su próxima excursión como una aventura, donde la improvisación debe jugar un papel clave con la esperanza de hacerlo más interesante, a que desistan. Y no solamente por razones prácticas, sino por motivos estéticos, emocionales.

Visitamos el Museo del Prado y nos acercamos con dificultad entre el gentío para admirar el célebre cuadro de *Las Meninas*. ¿Vamos a realizar todo ese esfuerzo para marcharnos sin conocer los fascinantes secretos que contiene dicha pintura fantástica de un impresionante realismo? Resulta triste. Lo mismo sucede con la Catedral de Gaudí, para gozarla siguiendo los consejos de dónde y cómo mirar esa magnífica estructura. La torre Eiffel, las cúpulas bulbiformes de las iglesias rusas, las pirámides mayas y la arquitectura de Machu Picchu, son todas joyas que guardan secretos fáciles de descubrir y que nos harán más placentero nuestro periplo.





Desde muy joven se interesó en las relaciones numéricas, geométricas, estructurales, funcionales que definen nuestras vidas. Apasionado de los números, escribió más de cincuenta libros, uno más divertido que el otro. Entre ellos, *Los matemáticos no son gente seria* (2000), *Vitaminas matemáticas* (2008), *El club de la hipotenusa* (2008) y *Mateschef* (2015).

En el libro de maras, Alsina desmenuza objetos que muy probablemente pasan por nuestras manos cuando viajamos. Tal es el caso del billete con valor de un dólar norteamericano, toda una leyenda en sí mismo. Tal trozo de papel sellado contiene variedad de relaciones geométricas de carácter esotérico, lo cual ha generado desde el siglo XVIII especulaciones de toda clase.

Se refiere a la rampa helicoidal del Museo de Ciencias en Barcelona, ideado y echado a andar por el notable escritor científico, Jorge Wagensberg. En un sitio donde todo es transparente, desde esta amigable pendiente puede observarse el diseño modular de los diversos espacios del museo lleno de insinuaciones lúdicas e imaginación alrededor del conocimiento.

Alsina tuvo especial gusto por las ecuaciones funcionales, por la naturaleza de la visualización y la lógica difusa. Su compromiso social lo llevó a empujar el pesado carromato de la educación de los jóvenes de Catalunya cuando ejerció como director general de Universitats. Sus consejos ayudaron a elaborar la primera ley de universidades de Catalunya.

Claudi Alsina i Catalá, quien falleció el 16 de noviembre de 2025 en Barcelona, compartió con nosotros la fórmula de la felicidad de Albert Einstein:

$$F = x + y + z,$$

donde  $x$  es trabajo,  $y$  el azar y  $z$  el silencio. Dicho de otra manera: trabajar, buscar y callar.

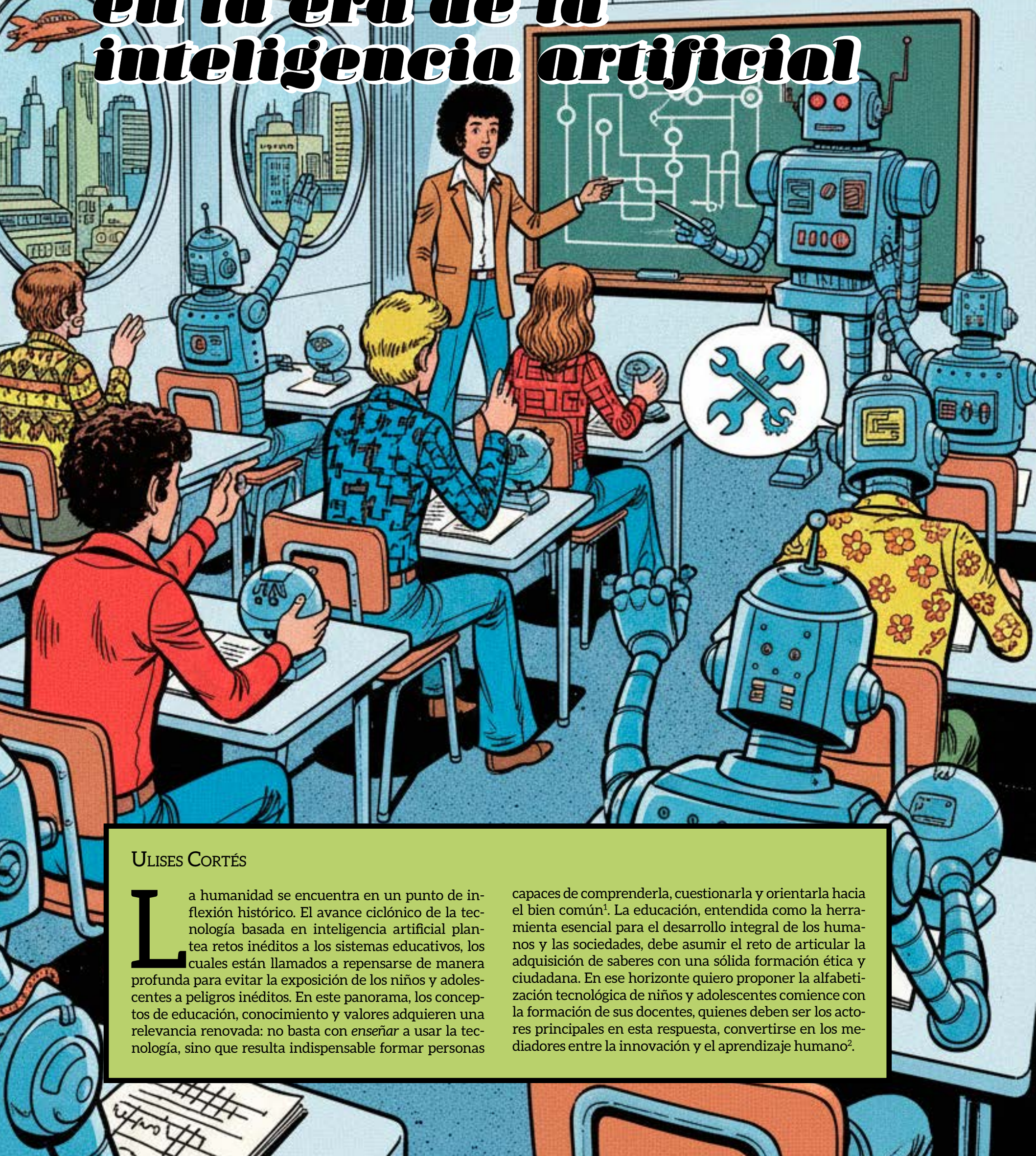
ROSALÍA PONTEVEDRA  
Escritora de ciencia, radica en Madrid.





# Educación, conocimiento y valores en la era de la inteligencia artificial

El educador democrático no puede negarse en el deber de reforzar, en su práctica docente, la capacidad crítica del educando, su curiosidad, su insumisión.  
P. Freire



ULISES CORTÉS

**L**a humanidad se encuentra en un punto de inflexión histórico. El avance ciclónico de la tecnología basada en inteligencia artificial plantea retos inéditos a los sistemas educativos, los cuales están llamados a repensarse de manera profunda para evitar la exposición de los niños y adolescentes a peligros inéditos. En este panorama, los conceptos de educación, conocimiento y valores adquieren una relevancia renovada: no basta con enseñar a usar la tecnología, sino que resulta indispensable formar personas

capaces de comprenderla, cuestionarla y orientarla hacia el bien común<sup>1</sup>. La educación, entendida como la herramienta esencial para el desarrollo integral de los humanos y las sociedades, debe asumir el reto de articular la adquisición de saberes con una sólida formación ética y ciudadana. En ese horizonte quiero proponer la alfabetización tecnológica de niños y adolescentes comience con la formación de sus docentes, quienes deben ser los actores principales en esta respuesta, convertirse en los mediadores entre la innovación y el aprendizaje humano<sup>2</sup>.





### La educación como motor transformador

La educación ha sido siempre el medio por excelencia para transmitir el conocimiento acumulado por la humanidad. Sin embargo, en la actualidad, su papel va más allá de reproducir saberes: se trata de generar en los estudiantes las competencias y conocimientos necesarios para interpretar un mundo cambiante, dominado por flujos de información y desinformación, automatización y complejidad. La irrupción en la vida cotidiana de las tecnologías basadas en la IA demanda que los sistemas educativos promuevan no solo habilidades técnicas, sino también el pensamiento crítico, la creatividad y la comprensión responsable de la tecnología.

El entendimiento de la revolución tecnológica debe comenzar con los maestros. No se puede esperar que los niños y jóvenes comprendan los fundamentos y límites de la inteligencia artificial y sus aplicaciones si sus docentes no están preparados para interpretarla y enseñarla. Capacitar primero a los educadores significa multiplicar el alcance de la formación digital. El docente, como mediador cultural, es quien traduce la complejidad del mundo técnico en experiencias significativas de aprendizaje. Por tanto, los gobiernos al invertir en la formación de los docentes invierten en el futuro mismo de la sociedad.



### Conocimiento y pensamiento crítico en la era digital

La producción del conocimiento contemporáneo se caracteriza por su naturaleza dinámica y accesible. El desafío actual no es tanto la acumulación de información, sino el de saber interpretarla, evaluarla y aplicarla de manera consecuente y responsable. El pensamiento crítico se convierte, entonces, en el núcleo de la educación moderna. Frente al exceso de datos y a los sesgos que pueden introducir los algoritmos, los alumnos deben aprender a analizar la veracidad y pertinencia de las fuentes, a distinguir entre hechos y opiniones, y a desarrollar una mirada independiente y reflexiva<sup>3</sup>.



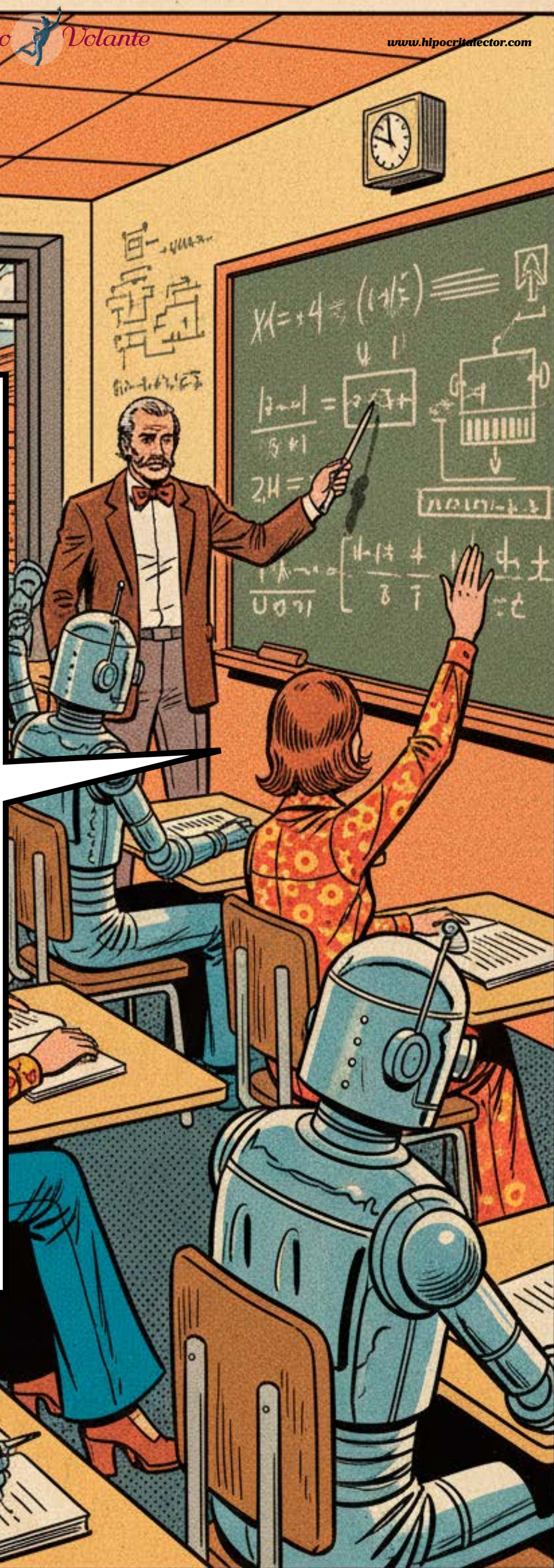
La tecnología basada en IA puede funcionar como aliada en este proceso si es utilizada con un propósito pedagógico. Mediante herramientas adaptativas, análisis de desempeño y simulaciones, los docentes pueden ayudar a los estudiantes a *personalizar* su aprendizaje y profundizar en áreas de interés. Sin embargo, esta potencialidad solo se realiza si está guiada por valores ciudadanos claros. Sin una orientación ética y legal, el conocimiento tecnológico puede convertirse en instrumento de desigualdad o manipulación, de facto, estamos en esa situación. Por ello, educar en tecnología y para comprender los alcances de las aplicaciones basadas en la inteligencia artificial implica, ante todo, enseñar a pensar de manera crítica sobre su uso y sus efectos en la sociedad y el entorno<sup>4</sup>.

El pensamiento crítico también constituye la base de una ciudadanía activa y democrática<sup>5</sup>. En un contexto donde las redes sociales y los sistemas automatizados influyen de forma pertinaz en la opinión pública, formar individuos capaces de cuestionar y razonar es esencial para preservar la libertad de pensamiento. Así, el conocimiento ya no es solo una acumulación de datos, sino una práctica reflexiva que integra ética, empatía y responsabilidad<sup>6</sup>.

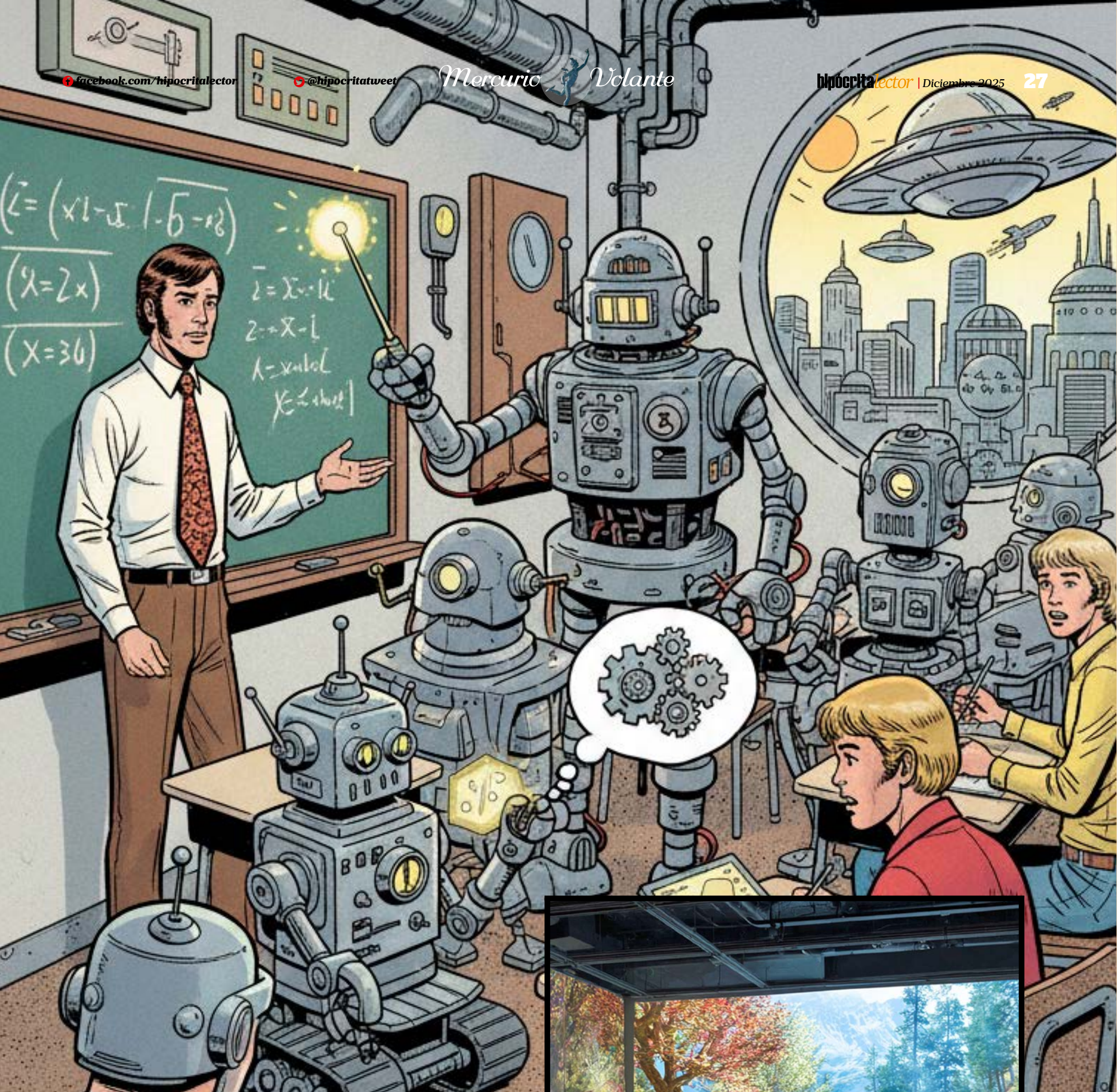
#### Valores y la cultura del esfuerzo

Junto al conocimiento, los valores conforman el pilar moral de la educación. En un mundo donde la inmediatez y el consumo rápido tienden a debilitar la perseverancia, resulta urgente rescatar la cultura del esfuerzo. Aprender exige tiempo, dedicación y disciplina, y estas cualidades deben ser fomentadas desde la escuela como virtudes fundamentales. Las herramientas basadas en la IA pueden facilitar el acceso a la información, pero no reemplazar la experiencia humana del aprendizaje, que es una experiencia individual y social, y que se nutre del error, la constancia y la superación personal.

La cultura del esfuerzo no debe confundirse con la competitividad desmedida, sino entenderse como un compromiso responsable con el propio desarrollo. Educar en la constancia y la gratificación diferida ayuda a formar ciudadanos capaces de enfrentar los retos con resiliencia y propósito. En este sentido, los docentes tienen un papel central: su ejemplo, más que sus palabras, comunica el valor del trabajo bien hecho, del rigor intelectual y del respeto por el conocimiento.







Los valores democráticos —respeto, solidaridad, justicia, libertad e igualdad, y cooperación— también deben estar presentes en la formación escolar. Una sociedad sana no se construye solo con individuos capaces, sino con personas respetuosas de los derechos de los demás. Las aplicaciones de la IA, en su dimensión social, ponen a prueba estos principios. Las decisiones automatizadas pueden generar discriminación o vulnerar la privacidad si no se establecen marcos éticos y legales claros. Enseñar a los jóvenes a valorar la dignidad humana y la equidad social es, por tanto, tan importante como enseñarles a programar o interpretar datos.





### Sostenibilidad y responsabilidad tecnológica

El auge de la tecnología basada en la inteligencia artificial plantea además retos ambientales y de sostenibilidad. Los modelos masivos del lenguaje como el ChatGPT o similares requieren grandes cantidades de energía y recursos, lo que nos obliga a reflexionar sobre su impacto ecológico y, en lo posible, reducir su uso masivo. La educación tiene un papel esencial en fomentar una conciencia tecnológica sostenible: aprender a diseñar, usar y evaluar herramientas digitales de manera responsable con el entorno. Ante la clara evidencia del cambio climático, la sostenibilidad no debe percibirse como un tema accesorio, sino como parte integral del pensamiento científico y ético.

Formar en sostenibilidad implica también enseñar a pensar en el largo plazo. Los estudiantes deben comprender que cada innovación lleva consigo consecuencias sociales y ambientales, y que el progreso técnico solo es auténtico cuando mejora la vida de todos sin comprometer la calidad de vida de las generaciones futuras<sup>7</sup>. Las herramientas basadas en la IA pueden contribuir a este propósito si se orientan hacia soluciones de eficiencia energética, gestión ambiental o inclusión educativa, pero esa orientación depende en gran medida de los valores con los que se eduque a quienes la desarrollan.

### La educación del futuro: integrar ética y técnica

La educación del siglo XXI no puede limitarse a reproducir modelos del pasado. Debe combinar la solidez de los valores humanistas clásicos con la apertura a la innovación tecnológica. Preparar a los docentes en tecnologías digitales no es solo una cuestión técnica, sino ética y social: significa prepararlos para acompañar a sus alumnos en un mundo de incertidumbre, guiándolos hacia una comprensión humanista de la tecnología<sup>8</sup>. La finalidad de la educación no es producir autómatas competentes, sino ciudadanos conscientes, autónomos y responsables, capaces de orientar el diseño y uso de las tecnologías basadas en la inteligencia artificial al servicio del bienestar común y asegurar la sostenibilidad de nuestro entorno a largo plazo.

El futuro de una sociedad decente<sup>9</sup> del bienestar dependerá de la educación y de su capacidad para equilibrar conocimiento, valores y esfuerzo. El pensamiento crítico permitirá discernir entre lo útil y lo superficial; la cultura del esfuerzo fortalecerá la voluntad necesaria para aprender; y los valores democráticos asegurarán que la tecnología se utilice con justicia y humanidad. Solo así podremos construir una sociedad en la que las herramientas basadas en la inteligencia artificial no sustituyan lo humano, sino que lo potencien, respetando la dignidad, los derechos de todos y el entorno, construyamos entre todos una resistencia ilustrada.





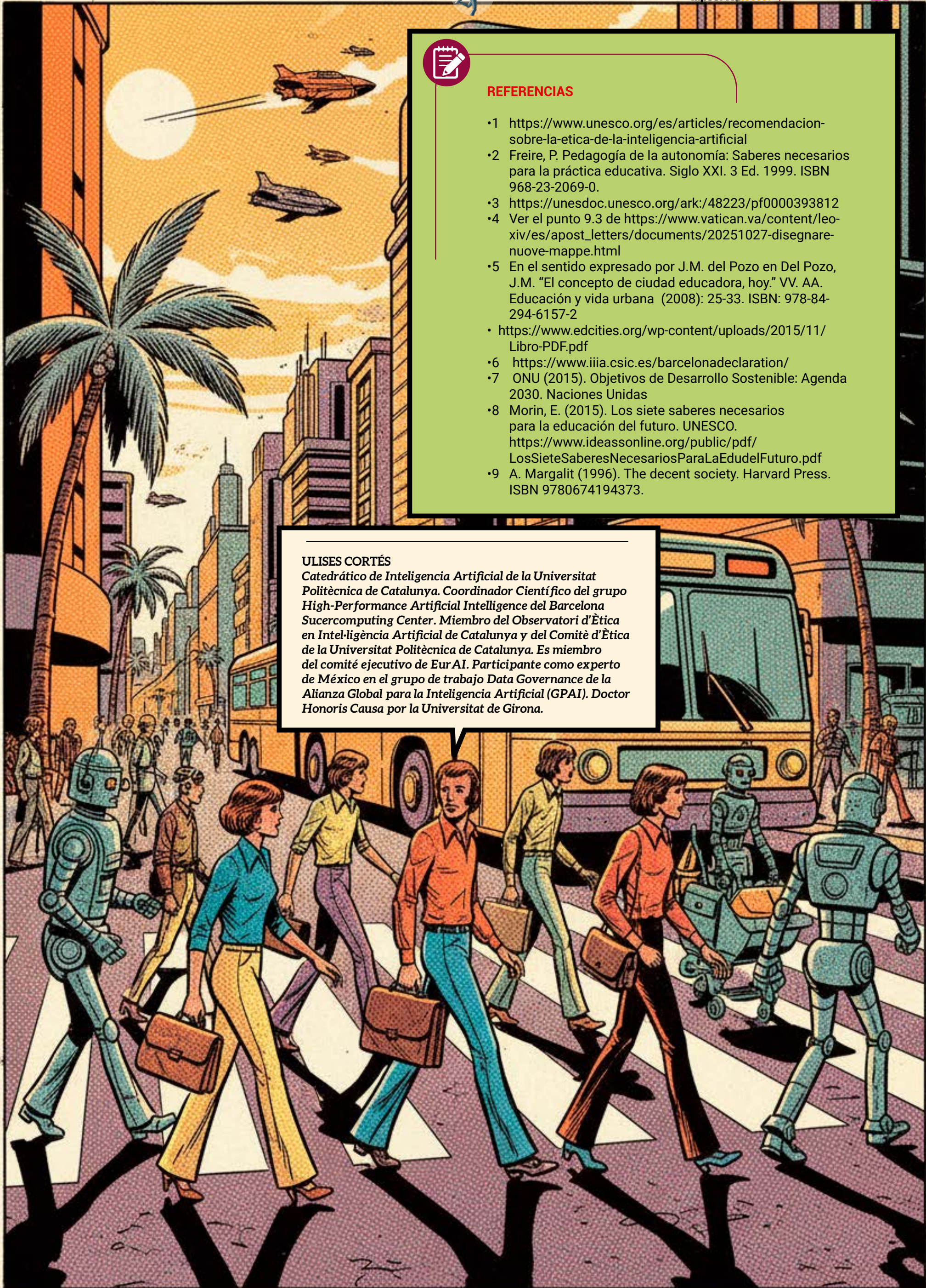


## REFERENCIAS

- 1 <https://www.unesco.org/es/articles/recomendacion-sobre-la-etica-de-la-inteligencia-artificial>
- 2 Freire, P. Pedagogía de la autonomía: Saberes necesarios para la práctica educativa. Siglo XXI. 3 Ed. 1999. ISBN 968-23-2069-0.
- 3 <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000393812>
- 4 Ver el punto 9.3 de [https://www.vatican.va/content/leoxiv/es/apost\\_letters/documents/20251027-disegnare-nuove-mappe.html](https://www.vatican.va/content/leoxiv/es/apost_letters/documents/20251027-disegnare-nuove-mappe.html)
- 5 En el sentido expresado por J.M. del Pozo en Del Pozo, J.M. "El concepto de ciudad educadora, hoy." VV. AA. Educación y vida urbana (2008): 25-33. ISBN: 978-84-294-6157-2
- <https://www.edcities.org/wp-content/uploads/2015/11/Libro-PDF.pdf>
- 6 <https://www.iiia.csic.es/barcelonadeclaration/>
- 7 ONU (2015). Objetivos de Desarrollo Sostenible: Agenda 2030. Naciones Unidas
- 8 Morin, E. (2015). Los siete saberes necesarios para la educación del futuro. UNESCO. <https://www.ideassonline.org/public/pdf/LosSieteSaberesNecesariosParaLaEdudelFuturo.pdf>
- 9 A. Margalit (1996). The decent society. Harvard Press. ISBN 9780674194373.

## 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.





Pausa

00:09:19;22

Pausa

00:09:44;00

GERARDO HERRERA CORRAL  
CARLOS CHIMAL

**P**laticamos con el profesor Cronin durante un congreso sobre rayos cósmicos y asimetrías en la estructura física del universo. Detrás de nosotros se levantaba el majestuoso Popocatepetl. Algo que de inmediato se nos quedó grabado fue la apacible intensidad de su mirada, como si estuviera oteando el contorno cósmico.

“Sabemos algo de cómo son las cosas en el universo, pero casi nada de las causas”, aseguró aquella ocasión.

En ese entonces, 2001, James Watson Cronin trabajaba en un campo fascinante de la nueva cosmología experimental: los rayos cósmicos de ultra alta energía o energía extrema.

“Proviene de zonas muy remotas del universo y de los cuales sabemos muy poco”, nos dijo.

Su énfasis en que buena parte de los fenómenos interestelares son observables, pero de alguna manera desconocidos, no era gratuito. Es cierto que desde entonces han ocurrido algunos avances, por ejemplo, y en forma sobresaliente, los que se derivan de las observaciones realizadas en el Observatorio Pierre Auger, más algunas hipótesis factibles, aunque sin ser concluyentes.

## *Leyendas del Nobel* **JAMES W. CRONIN** *CORAZONADAS COSMOLÓGICAS*





Para el profesor Cronin, el hecho de que se estuviesen publicando una docena de artículos mensuales sobre el tema, significaba, en efecto, que nadie tenía la menor idea acerca de la naturaleza de tales rayos. Y algo parecido podría decirse hoy sobre aspectos cruciales de la cosmología. Según él, no solo ignoramos el porqué del origen de las estrellas y las galaxias, en muchos casos incluso el cómo es un total enigma. Los velos que ocultan la naturaleza del universo apenas comienzan a ser retirados.

Pero no fue esta disciplina lo que le valió el Premio Nobel de Física en 1980. Lo obtuvo por haber descubierto algunas fisuras en los principios fundamentales de la simetría. Como muchos físicos, Cronin ha honrado la tradición impuesta por la filosofía natural de la Antigüedad, según la cual es necesario llevar a cabo ejercicios mentales, juegos profundos que arrojen inferencias trascendentales y, a veces, derriben paradigmas.

Así, durante años los físicos creyeron que las simetrías presentes en la naturaleza operaban como en un juego especular, donde lo derecho se convertía en lo izquierdo, la materia se volvía antimateria, y las leyes físicas de este lado del espejo se aplicaban de igual manera de aquel lado. Un mundo hecho de antimateria sería igual que el nuestro. El profesor Cronin aclara que fue Andrei Sakharov quien en un experimento de 1964 descubrió que esta regla no se cumplía en determinadas partículas subatómicas (bariones), si bien el artículo con los resultados se publicó tres años más tarde.

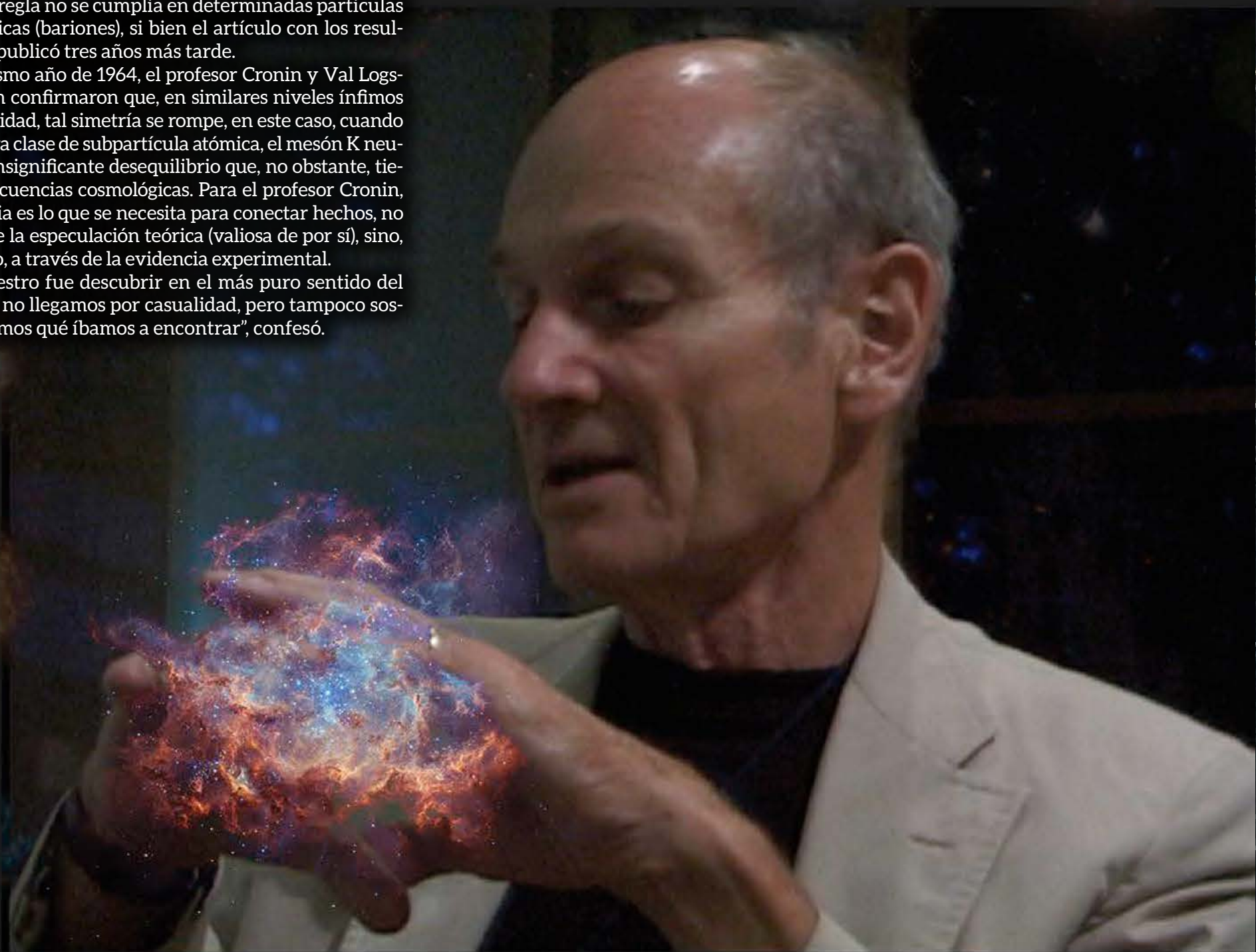
Ese mismo año de 1964, el profesor Cronin y Val Logsdon Fitch confirmaron que, en similares niveles ínfimos de la realidad, tal simetría se rompe, en este caso, cuando decae otra clase de subpartícula atómica, el mesón K neutro. Un insignificante desequilibrio que, no obstante, tiene consecuencias cosmológicas. Para el profesor Cronin, serendipia es lo que se necesita para conectar hechos, no mediante la especulación teórica (valiosa de por sí), sino, ante todo, a través de la evidencia experimental.

“Lo nuestro fue descubrir en el más puro sentido del término; no llegamos por casualidad, pero tampoco sospechábamos qué íbamos a encontrar”, confesó.

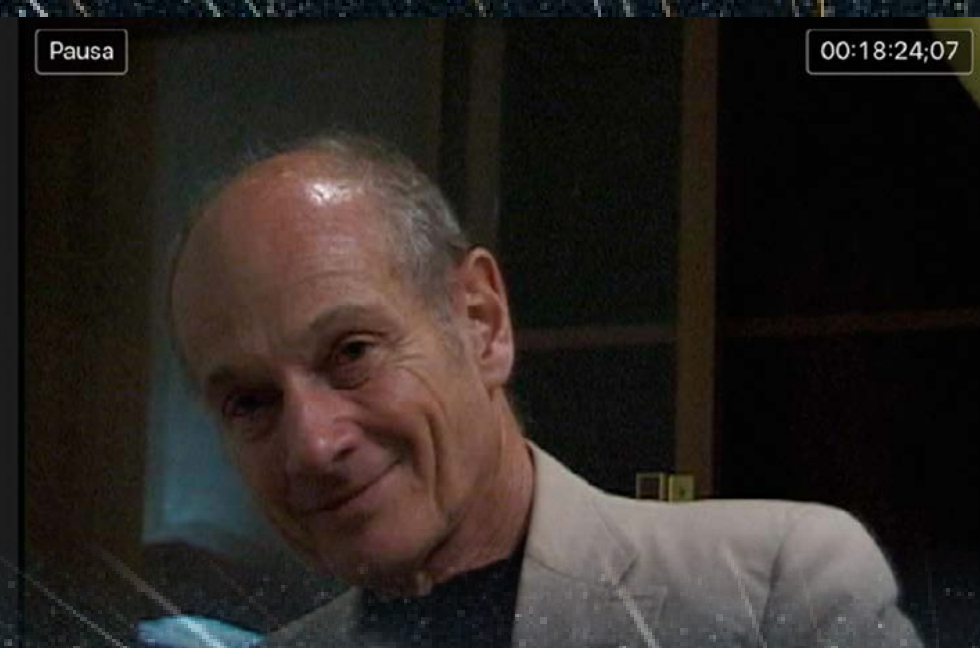
*“Sabemos algo de cómo son las cosas en el universo, pero casi nada de las causas”, aseguró aquella ocasión.*

*En ese entonces, 2001, James Watson Cronin trabajaba en un campo fascinante de la nueva cosmología experimental: los rayos cósmicos de ultra alta energía o energía extrema.*

*“Proviene de zonas muy remotas del universo y de los cuales sabemos muy poco”, nos dijo.*







“De este y otros experimentos se dedujo algo extra, de carácter esencial”, añadió, “esto es, que el tiempo sigue una flecha; que las reacciones bioquímicas, físicas, sucedidas en un momento dado no serían idénticas si se pudieran echar en reversa. No hay simetría respecto del tiempo en determinados acontecimientos del mundo subatómico”.

Le preguntamos por sus mentores. Mencionó en particular el apoyo de un profesor de física, Charles H. Marshall, quien daba clases en la Universidad de Chicago cuando él inició sus estudios universitarios, en 1951.

“Recuerdo que se detenía a explicarnos los métodos analíticos aplicados a sistemas físicos simples y nos animaba a encontrar problemas experimentales prácticos”, comentó.

El profesor Cronin tuvo la suerte de asistir a clases con Enrico Fermi, “un demonio bueno”, aseguró.

Asimismo, a Edward Teller lo calificó de “persistente y metódico”. Cuando le preguntamos por Murray Gell-Mann, contestó:

“¿Qué puedo decirles de esa figura legendaria?”

Se refirió a la afición de este último por la filología y la lingüística. También ponderó su contribución iluminadora al proponer una hipótesis sólida sobre la existencia de los quarks, más tarde corroborada experimentalmente, por lo cual le otorgaron el Premio Nobel.

“Fue Gell-Mann quien me inspiró a entender la realidad desde un punto de vista de la filosofía del lenguaje”, añadió, “sin olvidar que luego de tomar con él un curso de física de altas energías, campo novedoso en aquel entonces, decidí dedicarme a ello”.

*Durante el otoño de 1958, Val Logsdon Fitch convenció al profesor Cronin para que se uniera al Departamento de Física de la Universidad de Princeton, donde siguió estudiando la desintegración de los hiperones y colaboró en el desarrollo de la cámara de chispas con el objetivo de convertirla en una herramienta práctica para la investigación. Más adelante se unió al mismo Fitch a fin de estudiar la desintegración de los mesones K neutros, junto con James H. Cristenson, en el acelerador de Brookhaven. Juntos descubrieron esta clase de violación de la simetría de Paridad de Carga durante el verano de 1964.*



Nos relató cómo se “enredó” con los cazadores de partículas subatómicas. Después de recibir su doctorado, en 1955, comenzó a trabajar con Rodney Cool y Oreste Piccioni, quienes tenían acceso al Cosmotrón, el acelerador de 3 GeV instalado en el Laboratorio Nacional de Brookhaven. Ahí se descubrió el mesón K neutro.

Tsung-Dao Lee y Chen Ning Yang predijeron y comprobaron la violación de la simetría de paridad de manera experimental en 1956, por lo cual obtuvieron un año después el Premio Nobel de Física. Animado por semejante descubrimiento, el profesor Cronin se dispuso a observar la violación de paridad que se producía en las desintegraciones de los hiperones, familia de partículas muy inestables. Sin embargo, a principios de 1958 el Cosmotrón dejó de funcionar, por lo que él y sus colaboradores tuvieron que trasladar su experimento al Bevatron de Berkeley, California.

“Los aceleradores eran cada vez más grandes, potentes y complejos”, afirmó el profesor Cronin, “podía sentirse uno como Faetón queriendo controlar el carro del Sol. Pero aprendí a medir mis temores, a darles la vuelta y procurar concentrarme en la mejor manera de sacarle jugo a esos gigantescos laboratorios de partículas”.

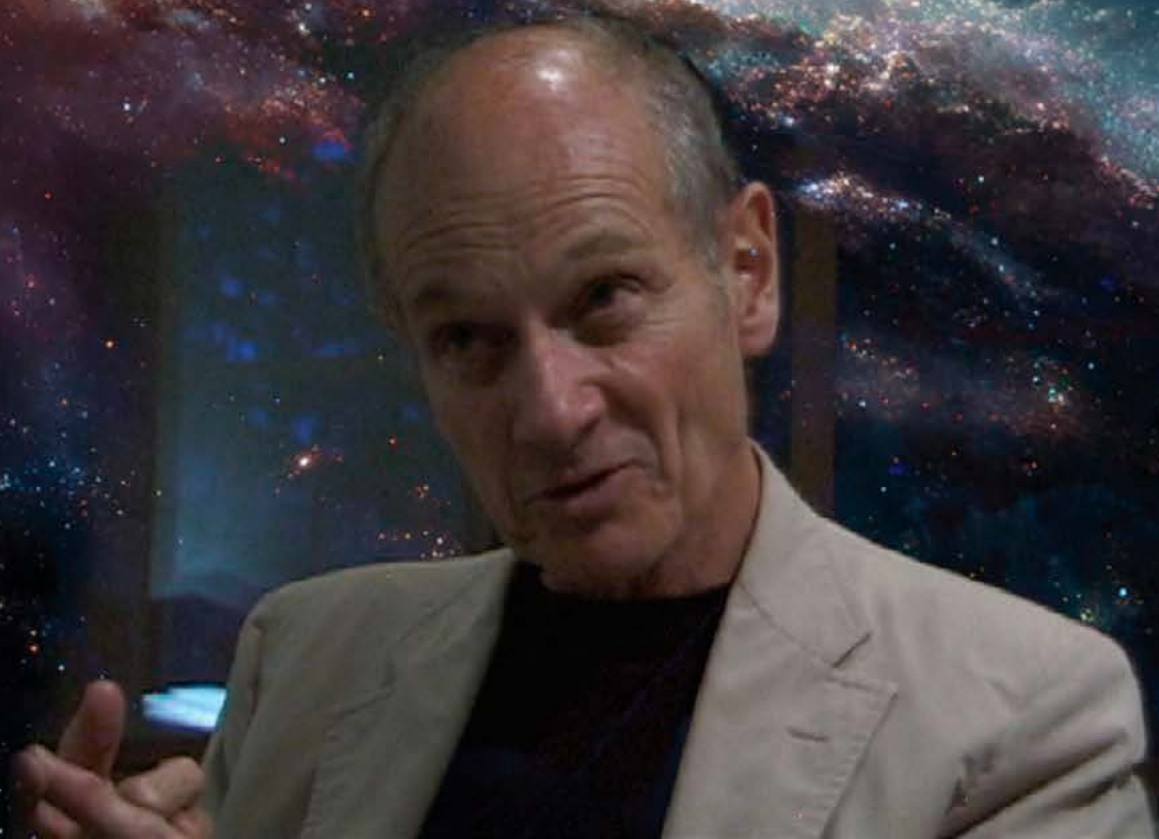
No olvidó mencionar a William Wenzel y Bruce Cork, quienes lo animaron a perseverar.

Es importante hacer notar que, si bien la aceleración y detección de partículas subatómicas había crecido como la espuma, aún no alcanzaba la sofisticación que veinte años más tarde, a fines de la década de 1980, proporcionarían el súper cálculo, el súper cómputo y los nuevos detectores, culminando con el Gran Colisionador de Hadrones a principios del siglo XXI. Echar a andar todo era tan laborioso y frágil que resultaba fácil desanimarse con el paso del tiempo.

Durante el otoño de 1958, Val Logsdon Fitch convenció al profesor Cronin para que se uniera al Departamento de Física de la Universidad de Princeton, donde siguió estudiando la desintegración de los hiperones y colaboró en el desarrollo de la cámara de chispas con el objetivo de convertirla en una herramienta práctica para la investigación. Más adelante se unió al mismo Fitch a fin de estudiar la desintegración de los mesones K neutros, junto con James H. Cristenson, en el acelerador de Brookhaven. Juntos descubrieron esta clase de violación de la simetría de Paridad de Carga durante el verano de 1964.

“Los detectores que colocamos en el acelerador fueron cámaras de chispas, cintiladores y contadores Cerenkov”, recordó, “a través de ellos descubrimos otras grietas en los fundamentos de la simetría universal”.

Según la simetría C, o simetría de carga, las leyes físicas serían equivalentes si fuese posible intercambiar las partículas con carga positiva y negativa. La simetría P, o simetría de paridad, sostiene que las leyes de la física permanecerían sin cambios bajo inversiones especulares, es decir, el universo se comportaría igual que su imagen en un espejo. La simetría CP es resultado de ambas. De las cuatro fuerzas fundamentales del universo, tres de ellas presentan simetría CP (la interacción fuerte, la gravedad y el electromagnetismo), mientras que ésta se rompe en la interacción débil al interior de los átomos, lo cual se manifiesta en determinadas desintegraciones que emiten radiactividad.





El profesor Cronin pasó un año en Francia, en el Centre d'Etudes Nucleaires con René Turlay, brillante cazador de partículas que hizo valiosas contribuciones en la época del acelerador LEP (Colisionador de electrones y positrones) del CERN. Durante esa temporada, trabajó en los detalles de la violación de la simetría de Paridad de Carga en los mesones K neutros. En 1965 regresó a Princeton, donde inició otra serie de experimentos a lo largo de seis años sobre los modos de desintegración del mesón K neutro de vida larga (estado KL). Luego, en 1971 volvió a la Universidad de Chicago como catedrático de física.

“Me decidí porque estaría cerca del nuevo acelerador del Fermilab”, afirmó.

Gracias a que el Tevatrón era capaz de alcanzar una energía de 400 GeV pudo llevar a cabo experimentos observando partículas con altos momentos transversales, así como generar leptones en forma directa.

“En el momento en que me concedieron el Nobel, me hallaba preparando experimentos para estudiar con mucha mayor precisión alguno de los parámetros de la violación de la simetría de Paridad de Carga por parte de los ya mencionados mesones K neutros”, recordó.

Quizás semejante “barroquismo” en la experimentación con pequeñas entidades, una más exótica que la otra, parezca superflua para algunos, comentamos. Respondió:

“Para otros tiene enorme valor el empezar a descubrir los porqués y saber los cómo de la naturaleza del universo, por ejemplo, que existe otra implicación de la ruptura de semejante simetría: sin ella no habría cuerpos materiales en el universo. Esto ofrece alguna clase de certidumbre y nos prepara para la conquista del espacio cósmico”.

En su búsqueda de nuevos desafíos, el profesor Cronin lideró el proyecto multinacional Pierre Auger, cuyo despliegue de antenas en Argentina aún tienen el propósito de aclarar la naturaleza y procedencia de los rayos cósmicos de alta energía extrema que de tanto en tanto pasan por la Tierra. Volvió a referirse a su mentor, Murray Gell-Mann, quien le enseñó la forma de internarse en lo desconocido. ¿Cómo?

“Con genuina, profunda intuición, lo cual tiene mucho que ver con tu capacidad de observación”, contestó, “pensando fuerte, esto es, aprendiendo a establecer relaciones certeras entre datos e hipótesis que, en apariencia, son inconexos; sugiero no dejar de ser escéptico, es decir, confía siempre en la evidencia experimental. Y cuando la realidad te sonría con una corazonada, tómalala como poema inesperado”.

El profesor James Watson Cronin falleció en Agosto de 2016.



PORTADA:  
SARCÓFAGO EN PLATA DE  
PSUSENES I, FOTO DE MPW  
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  
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.