



Ciencia en Contexto

MENSAJE DEL EDITOR

Mayo es un mes particularmente fértil para pensar la ciencia en contexto. En muchas latitudes, la primavera alcanza ya su plenitud; la luz se prolonga, la vida se expande y la naturaleza muestra, con una claridad casi pedagógica, la complejidad de sus equilibrios. No es casual que este mes reúna varias conmemoraciones especialmente significativas para la comunidad científica y educativa.

El 16 de mayo se celebra el Día Internacional de la Luz, proclamado por la UNESCO para reconocer el papel central de la luz y de las tecnologías basadas en ella en la ciencia, la cultura, la educación, la medicina, las comunicaciones y el desarrollo sostenible. La fecha recuerda la primera operación exitosa de un láser en 1960, un hito que transformó de manera profunda la física, la química, la ingeniería, la biomedicina y nuestra vida cotidiana.

Pocos días después, el 20 de mayo, el Día Mundial de las Abejas nos invita a mirar hacia esos organismos pequeños, discretos y esenciales cuya actividad sostiene una parte fundamental de los ecosistemas terrestres. Las abejas y otros polinizadores son indispensables para la biodiversidad, la seguridad alimentaria y el equilibrio ambiental. Y el 22 de mayo, el Día Internacional de la Diversidad Biológica amplía esa reflexión hacia la extraordinaria red de especies, interacciones y sistemas naturales de los que dependemos, muchas veces sin ser plenamente conscientes de ello.

Estas efemérides no deberían entenderse como simples fechas en el calendario. Son recordatorios de que la ciencia no ocurre en abstracto. La luz que estudiamos en los laboratorios ilumina también diagnósticos médicos, sistemas de comunicación, tecnologías energéticas y métodos de análisis. La biodiversidad que describimos en términos biológicos, químicos o ecológicos sostiene la vida material de nuestras sociedades. Y los pequeños procesos naturales, como la polinización, revelan hasta qué punto lo aparentemente modesto puede tener consecuencias globales.

Mayo es también, en el ámbito universitario, un mes de balances. Para muchos estudiantes y profesores, representa la etapa final del semestre: semanas de evaluación, cierre de proyectos, informes, exámenes, presentaciones y revisión crítica del trabajo realizado. Es un momento exigente, pero también necesario. Evaluar no debería significar únicamente medir resultados; debería ser también una oportunidad para comprender procesos, reconocer avances, identificar dificultades y mejorar nuestras formas de enseñar, aprender e investigar.

En este número de *Ciencia en Contexto*, queremos mantener precisamente esa mirada: una ciencia conectada con la realidad, con el aula, con el laboratorio, con el ambiente y con la sociedad. Una ciencia que no se limite a acumular datos, sino que ayude a formular mejores preguntas. Una ciencia que, como la luz, permita ver con mayor claridad; y que, como la biodiversidad, nos recuerde que el conocimiento se construye a partir de relaciones, matices e interdependencias.

Que este mes de mayo nos encuentre con la curiosidad intacta, con espíritu crítico y con la voluntad de seguir aprendiendo. Porque cada número, cada clase, cada experimento y cada conversación académica son también pequeñas formas de iluminar el mundo.

Comité Editorial

Editora:
Dra. Magda Flores
Matemáticas

Editores Asociados:
Dr. Francisco Márquez
Química

Dr. Francisco Díaz
Física

Dra. María Del C. Cotto
Ambiental

TEMAS RELEVANTES

12 DE MAYO: DÍA INTERNACIONAL DE MUJERES MATEMÁTICAS 2

CUANDO EL DUELO NO TERMINA: AMOR, CULPA Y APRENDIZAJE TRAS LA PÉRDIDA DE UNA MASCOTA 3

COMPUESTO DEL MES: CLOROFILA A 4

¿SABÍAS QUE ...? 5

LA EVOLUCIÓN DE LAS IDEAS EN LA FÍSICA-PARTE XI: CORRIENTE ELÉCTRICA 6

LA EVOLUCIÓN DE LAS IDEAS EN LA FÍSICA-PARTE XII: MAGNETISMO 8

CUASICRISTALES: EL ORDEN IMPOSIBLE QUE OBLIGÓ A REESCRIBIR LA CRISTALOGRAFÍA 10

PANTALLAS, REDES SOCIALES Y SUEÑO: UNA TRÍADA SILENCIOSA EN EL DETERIORO DEL RENDIMIENTO ACADÉMICO 11

TRES CAMINOS, UN MISMO ORIGEN: UNA MIRADA CIENTÍFICA Y NARRATIVA A LAS DIETAS 14

LA HIPÓTESIS DE RIEMANN: EL MISTERIO DE LOS NÚMEROS PRIMOS 16

12 DE MAYO: DÍA INTERNACIONAL DE MUJERES MATEMÁTICAS

MAGDA I. FLORES

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS NATURALES Y TECNOLOGÍA, UNIVERSIDAD ANA G. MÉNDEZ, RECINTO DE GURABO

En el año 2018, durante el Congreso Internacional de Matemáticos, se proclamó oficialmente el 12 de mayo como el Día Internacional de las Mujeres Matemáticas. Esta fecha fue propuesta por el Comité de Mujeres Matemáticas de la Sociedad Matemática Iraní en honor a Maryam Mirzakhani, nacida ese mismo día y reconocida por ser la primera mujer en recibir la Medalla Fields, uno de los galardones más prestigiosos en el ámbito matemático. Su legado representa no solo un logro individual extraordinario, sino también un símbolo del avance y la visibilidad de las mujeres en una disciplina históricamente dominada por hombres.

A lo largo de la historia, numerosas mujeres han realizado aportaciones fundamentales al desarrollo de las matemáticas y su integración en las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, conocidas colectivamente como STEM. Figuras como Ada Lovelace, pionera de la programación, y Katherine Johnson, clave en los cálculos de misiones espaciales, han demostrado el impacto transformador de las mujeres en estos campos. Sin embargo, su reconocimiento ha sido, en muchos casos, tardío o limitado, lo que resalta la importancia de iniciativas que visibilicen sus contribuciones.

En este contexto, es fundamental expresar gratitud y reconocimiento no solo a estas pioneras, sino también a educadores, investigadores, instituciones y medios de comunicación que promueven activamente el acceso y la participación en las áreas STEM. A través de proyectos educativos, investigaciones tanto públicas como privadas y la divulgación científica, se fomenta el interés y la formación de nuevas generaciones. Estas acciones resultan esenciales para inspirar a futuros profesionales que asumirán roles de liderazgo y contribuirán al desarrollo científico y tecnológico a nivel global.



Imagen: NEWS1 (REUTERS).

“Este es un gran honor. Seré feliz si esto anima a las mujeres científicas y matemáticas jóvenes. Estoy segura de que habrá muchas más mujeres que ganen este tipo de premio en los próximos años.”

Maryam Mirzakhani

“Es la razón por la que hacer investigación es un reto, así como atractiva. Es como estar perdida en una selva, tratas de utilizar todo el conocimiento que puedes reunir para intentar obtener algunos trucos nuevos que, con un poco de suerte, te permitan encontrar un salida.”

Maryam Mirzakhani

CUANDO EL DUELO NO TERMINA: AMOR, CULPA Y APRENDIZAJE TRAS LA PÉRDIDA DE UNA MASCOTA

NILDA I. BORJA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS NATURALES Y TECNOLOGÍA, UNIVERSIDAD ANA G. MÉNDEZ, RECINTO DE GURABO



OSO

Perder una mascota no es simplemente despedirse de un animal; es cerrar una etapa marcada por rutinas compartidas, compañía constante y un vínculo emocional que, para muchos, es tan profundo como cualquier relación humana. Hace dos años escribí sobre el duelo tras la partida de Oso, mi compañero fiel, pero aún hoy sigo transitando ese proceso. Muchos se sorprenden de que el duelo persista por un “perro”, pero el dolor continúa: silencioso, persistente, invisible para quienes me rodean, pero siempre presente. Y junto a ese dolor, aparece otro sentimiento igualmente complejo: la culpa.

Como profesora y científica, estoy acostumbrada a hablar de ciclos de vida, resiliencia y adaptación desde la objetividad. Sin embargo, la muerte de Oso —y posteriormente la de Lulu y Nana— me enseñó que hay experiencias que no caben en los marcos teóricos. Hay pérdidas que se quedan en el corazón, que no siguen etapas predecibles y que desafían cualquier intento de racionalización. Nada me preparó para el vacío que dejaron, ni para la complejidad emocional que acompañó cada una de sus despedidas.

Oso no era solo un perro. Era mi compañero de trabajo, mi apoyo emocional, mi guardián silencioso. Su diagnóstico de insuficiencia renal llegó como un huracán. A pesar de los tratamientos, dietas especiales, terapias alternativas y visitas constantes al veterinario, su deterioro fue inevitable. La ciencia me explicaba lo que ocurría en su organismo, pero no podía prepararme para el dolor de verlo apagarse poco a poco. Lulu, diagnosticada con cáncer de hígado, se fue apenas tres meses después del diagnóstico, en un proceso marcado por la incertidumbre diaria. Y Nana, la más reciente, enfrentó nueve meses de cuidados paliativos: manejo del dolor, masajes terapéuticos, parchos de fototerapia y una rutina diseñada para preservar su comodidad y dignidad. Su fortaleza era conmovedora, pero también emocionalmente desgastante. Cada amanecer era una victoria, y cada noche una pregunta silenciosa: ¿estoy siendo compasiva o estoy reteniéndola por miedo a perderla?

La culpa se infiltraba en cada decisión. ¿Estoy haciendo lo suficiente? ¿Estoy prolongando su vida o su sufrimiento? ¿Debí buscar otra opinión? ¿Tomé la decisión correcta en el momento correcto? La culpa no aparece solo al final; surge durante la lucha, cuando intentamos sostener la vida con nuestras manos aun sabiendo que no tenemos ese poder. Se alimenta de la idea de que debimos ser perfectos: más pacien-

tes, más presentes, más fuertes. Pero la vida real está llena de limitaciones, cansancio y dudas. Y aun así, nuestras mascotas nunca nos exigieron perfección; nos amaron tal como éramos.

Uno de los aspectos más difíciles —y menos discutidos— fue enfrentar los altos costos veterinarios. Cada prueba, cada medicamento, cada visita representaba no solo una carga económica, sino también una angustia emocional. Estas preocupaciones rara vez se verbalizan, pero forman parte del duelo anticipado: ese que comienza cuando el cuerpo de nuestro compañero empieza a fallar y el corazón se prepara, en silencio, para la despedida. En la academia hablamos de resiliencia, adaptación y procesos biológicos, pero el duelo por una mascota —especialmente una que ha sido parte integral de nuestra vida emocional, funcional y familiar— no se ajusta a los marcos teóricos. Es un duelo frecuentemente minimizado, como si la pérdida de un animal no mereciera el mismo respeto que la de un ser humano. Sin embargo, quienes hemos amado a un compañero de cuatro patas sabemos que ese vínculo es real, profundo y transformador.

Tanto elegir la eutanasia como permitir que la naturaleza siga su curso son decisiones profundamente dolorosas. Ninguna es fácil. Ambas nacen del amor. No existe la decisión perfecta; solo decisiones hechas desde el corazón. Sanar la culpa implica reconocerla como una emoción común, practicar la autocompasión y recordar lo que sí hicimos: los cuidados brindados, los momentos felices, la presencia constante. Ni Oso, ni Lulu, ni Nana llevaron un registro de mis errores. Vivieron rodeados de amor, atención y compañía. Y eso es lo que realmente permanece.

Oso me enseñó sobre paciencia y lealtad. Lulu, sobre la dignidad en la fragilidad. Nana, sobre la fuerza del amor incluso en la etapa final de la vida. Pero quizás la lección más hermosa que me dejaron es que el amor verdadero no termina con la muerte: solo se transforma. Aunque el duelo no se va, tampoco se va el amor. Hoy, su legado vive en cada palabra que escribo, en cada estudiante que escucha sus historias y en cada persona que, como yo, aún conserva una cama vacía al pie de la suya. Cuando miro atrás, elijo quedarme con la gratitud: con cada paseo, cada mirada, cada travesura, cada lucha compartida y cada despedida que, aunque dolorosa, estuvo llena de amor. Porque al final, el amor que dimos y recibimos es lo único que permanece.

¿SABÍAS QUE ...? CURIOSIDADES SOBRE EL CUERPO HUMANO

MAGDA I FLORES

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS NATURALES Y TECNOLOGÍA, UNIVERSIDAD ANA G. MÉNDEZ, RECINTO DE GURABO

“Somos las únicas criaturas de la Tierra que pueden cambiar su biología por lo que piensan y sienten.”

Deepak Chopra

El cuerpo humano es un sistema biológico complejo y organizado, resultado de procesos evolutivos que han permitido el desarrollo de estructuras y funciones especializadas. Está compuesto por billones de células que se diferencian y trabajan de manera coordinada para cumplir funciones esenciales. Estas células forman tejidos, órganos y sistemas que interactúan para mantener la homeostasis del organismo. Desde la anatomía se estudia su estructura, mientras que la fisiología analiza su funcionamiento. En conjunto, el cuerpo humano se entiende como un sistema dinámico e interdependiente que asegura la vida y el equilibrio interno, y siempre extraordinario.

- **Los embriones desarrollan las huellas dactilares ~90 días antes de nacer**

Las huellas dactilares comienzan a formarse alrededor de la semana 10–13 del desarrollo fetal. Este proceso ocurre cuando la capa basal de la epidermis crece más rápido que las capas internas, generando pliegues únicos. Factores como la presión del líquido amniótico y la posición del feto influyen en el patrón final. Por eso, incluso gemelos idénticos tienen huellas diferentes.

- **Los bebés nacen con ~300 huesos; los adultos tienen 206**

Al nacer, muchos huesos están separados en piezas más pequeñas, especialmente en el cráneo (fontanelas) y las extremidades. Con el crecimiento, estos huesos se fusionan en un proceso llamado osificación. Por ejemplo, varios huesos del cráneo se unen para formar estructuras más sólidas, y lo mismo ocurre con el sacro y el cóccix. Esto permite flexibilidad durante el parto y el crecimiento temprano.

- **Aproximadamente 60% del cerebro humano es grasa**

Gran parte de esta grasa está en la mielina, una sustancia que recubre las neuronas y facilita la transmisión rápida de impulsos eléctricos. Esta alta proporción lipídica es clave para funciones cognitivas eficientes, como el aprendizaje y la memoria. Por eso, nutrientes como los ácidos grasos omega-3 son importantes para la salud cerebral.

- **El corazón late ~100,000 veces al día y bombea unos 5 litros por minuto**

En reposo, el corazón de un adulto promedio late entre 60 y 100 veces por minuto. Cada latido impulsa sangre a través del sistema circulatorio, llevando oxígeno y nutrientes a los tejidos. En total, eso equivale a unos 7,000–8,000 litros de sangre al día. Durante el ejercicio, este volumen puede aumentar considerablemente.

- **La nariz puede reconocer hasta mil millones de olores distintos**

El sistema olfativo humano es mucho más sensible de lo que se pensaba antes. Los receptores olfativos en la cavidad nasal detectan moléculas químicas y envían señales al cerebro, donde se interpretan como olores. Estudios modernos han demostrado que la capacidad de discriminación olfativa es extremadamente alta, lo que explica por qué ciertos olores evocan recuerdos intensos.

- **En 24 horas respiramos entre 7,200 y 8,600 litros de aire**

Esto depende de la frecuencia respiratoria (unas 12–20 respiraciones por minuto en reposo) y del volumen de aire por respiración. El sistema respiratorio intercambia oxígeno y dióxido de carbono en los alveolos pulmonares. Durante actividad física, esta cifra puede aumentar varias veces para satisfacer la demanda metabólica.

- **El cerebro produce electricidad suficiente para encender una pequeña lámpara (comparación)**

Las neuronas se comunican mediante impulsos eléctricos llamados potenciales de acción. Aunque el cerebro genera actividad eléctrica constante (medible con un electroencefalograma), la idea de “encender una lámpara” es más una analogía que una aplicación práctica. La energía total es relativamente baja y no está disponible como electricidad utilizable externa, pero ilustra la intensa actividad bioeléctrica cerebral.



“La fragancia de las flores solo se extiende en la dirección del viento. Pero la bondad de una persona se extiende en todas direcciones”

Proverbio.

LA EVOLUCIÓN DE LAS IDEAS EN LA FÍSICA- PARTE XI: CORRIENTE ELÉCTRICA

RAÚL PORTUONDO DUANY

DEPARTAMENTO DE FÍSICA, UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO, RECINTO UNIVERSITARIO DE MAYAGÜEZ (UPR-MAYAGÜEZ)

Al comenzar a estudiar la corriente eléctrica nos dicen que su intensidad se define como cantidad de carga eléctrica que pasa a través de la sección de un conductor por unidad de tiempo, $I = \Delta q / \Delta t$. ¿Fue así como surgió el concepto de intensidad de corriente eléctrica?



Cuando ya se conocía que existían dos “fluidos eléctricos” (positivo y negativo) que se acumulaban en los cuerpos y producían atracción y repulsión, los conocimientos eléctricos se reducían a los fenómenos estáticos. Se construyeron incluso los primeros “capacitores”, unas botellas de vidrio con láminas metálicas interna y externa (botellas de Leyden, 1746, nombre de la ciudad en que se inventaron). Estas botellas se “llenaban” de fluido eléctrico producido por las máquinas electrostáticas, pero no se conocían corrientes estacionarias en los conductores. Las únicas corrientes observadas eran las descargas prácticamente instantáneas que se producían en los fenómenos electrostáticos (chispas eléctricas), y las sensaciones desagradables que producían en el cuerpo.

La primera corriente que se analizó como algo debido al movimiento de un fluido eléctrico dentro de un material la realizó Luigi Galvani (médico italiano, 1737-1798) en el año 1780. Él estudiaba la fisiología de las patas de ranas que estaba disecando y vio cómo una pata se contraía cuando sus partes inferior y superior se unían por un arco bimetálico (alambre formado por dos metales diferentes soldados). Creó una teoría sobre la “corriente animal” asumiendo que aquello era la manifestación de algún fluido eléctrico animal en los tejidos orgánicos. Pero para él podría ser un fluido eléctrico diferente al de las máquinas electrostáticas.

Alessandro Volta (italiano, 1745-1824) no pensó que aquello ocurriera por una “electricidad animal” sino que era el fluido eléctrico de los metales que por alguna diferencia en las “presiones” (tensiones) del fluido en uno y otro tipo de metal, se movían a través del medio que les facilitaba el paso -los nervios de las ancas de rana- y en el proceso se contraía la pata. Como la descarga era muy rápida para estudiarla, empezó a ensayar métodos para alargar el proceso de descarga y trabajando con ese fin descubrió e inventó la “pila voltaica” (1800), que por un mecanismo químico entre placas metálicas diferentes y una solución de sales en agua lograba producir una “descarga” durante varios minutos: comenzó así el estudio de corrientes eléctricas estacionarias en el laboratorio (fue el origen de nuestras actuales baterías eléctricas). A esta corriente le llamaron *corriente voltaica* para diferenciarla de la *corriente galvánica* y durante algunos años se discutió si serían del mismo origen, o si serían de diferentes tipos. Había hasta la interrogante de si estas corrientes serían, o no, de los mismos fluidos eléctricos de las máquinas electrostáticas.

En los primeros veinte años de siglo XIX, la intensidad de la corriente se estimaba por sus efectos colaterales: una corriente era más intensa que otra si producía un calentamiento más rápido en un alambre conductor, o si producía más hidrógeno y oxígeno al pasar por agua, o por una mayor masa depositada en un electrodo de una cuba electrolítica. Pero en esa época no había todavía un modelo eléctrico para el “átomo”: las valencias químicas establecían proporciones según las cuales se combinaban las masas de los distintos elementos conocidos entonces (que no eran muchos en esa época), pero esa valencia no se asociaba a electrones de valencia, ni a cargas eléctricas intercambiadas. Los fluidos eléctricos de esa época se medían por la ley de Coulomb en la balanza de torsión (cargas estáticas) pero no había manera de medirlos por corrientes eléctricas, cuando incluso se dudaba si las corrientes voltaicas transportaban las mismas electricidades que las de las máquinas electrostáticas.

En 1820, Christian Oersted (danés, 1777-1851) descubre que la corriente produce campo magnético a su alrededor y es capaz de desviar agujas magnéticas respecto de su orientación en el campo de la Tierra. Además, la desviación era mayor mientras mayor fuese la corriente (estimada por sus otros efectos colaterales). De inmediato apareció el galvanómetro tangencial en el que una aguja magnética tangente al campo de la Tierra sufre un segundo campo magnético perpendicular al terrestre, provocado por un enrollado con corriente: a mayor corriente mayor era este segundo campo, mayor era su torque τ sobre la aguja y mayor resultaba el ángulo θ de desviación. Con la medida de este ángulo podían calcularse los torques sobre la aguja y comparar corrientes de diferentes intensidades a través de esos torques τ .

En 1825 y 1826, George Ohm (alemán, 1789-1854) trabajó con un de galvanómetro de aguja magnética para analizar la corriente de las pilas voltaicas. El objetivo de su trabajo era comparar la estabilidad de la corriente voltaica con la producida por un termopar, que consiste en dos alambres de distintos tipos soldados por sus dos extremos, con una soldadura en frío y la otra en caliente -hielo y agua caliente, por ejemplo-: si uno de los alambres se corta y se conectan sus

puntas a un circuito, el termopar entrega corriente al circuito. La corriente voltaica fluctuaba mucho en las pilas de aquella época y si se quería estabilidad podría ser más conveniente el termopar. Ohm sabía que a mayor diferencia de temperaturas entre los puntos frío y caliente del termopar se producía mayor tensión eléctrica a entre sus extremos (mayor fuerza electromotriz E diríamos hoy). Empleó como circuitos alambres de distintas longitudes l y segmentos fijos de longitud b que usaba en todos los casos (conectores al termopar y alambres del enrollado eléctrico). Cambiando la diferencia de tensiones entre las puntas, a , pudo medir los torques producidos por las diferentes corrientes. Comprobó que al aumentar la longitud de los alambres, l , decrecía el ángulo de torsión y el torque. Publicó su trabajo inicial con el resultado:

$$\tau = a / (b + l)$$

que hoy interpretamos como $I = E / R$, donde R es la resistencia del alambre

$$[R \propto (b + l)]$$

Es la conocida ley de Ohm. Pero este investigador no hizo medidas del cociente $\Delta q / \Delta t$, ni voltajes con voltímetros, ni resistencias eléctricas.

Michael Faraday (inglés, 1791-1867) descubrió la inducción electromagnética en el 1831, con lo cual empezaron a estudiarse las corrientes inducidas en dinamos rudimentarios. Cuando Faraday se refería estas corrientes en sus trabajos lo hacía como *corrientes inducidas* y durante algún tiempo se trataron como algo posiblemente distinto de las *corrientes voltaicas*.

Los trabajos del mismo Faraday en electroquímica arrojaron luz sobre la relación de la electricidad con la estructura de las sustancias: descubrió las dos leyes de la electrolisis y creó el vocabulario de esta rama de la ciencia (electrodos, electrolito, iones, aniones, cationes y otras). Definió el *equivalente* químico de una sustancia y demostró que cada vez que por el electrolito pasa una misma cantidad de fluido eléctrico, se deposita en un electrodo una misma parte del equivalente químico. En particular, se deposita un equivalente completo cada vez que pasan 96 485 C, que en su honor se le llama “un faraday de carga eléctrica”. Era evidente que la masa depositada estaba en relación directa con la cantidad de carga eléctrica que movía la corriente, y que dicha carga era parte constituyente de la sustancia. Demostró además que las corrientes galvánicas, voltaicas e inducidas eran todas de la misma naturaleza.

Por los 1850s ya se reconocía que todas las corrientes eléctricas eran de un solo tipo y todos los fluidos eléctricos eran similares a los de las máquinas electrostáticas. Ya se reconocía que la intensidad de corriente representaba la cantidad de fluido eléctrico que pasaba por una sección del circuito por unidad de tiempo, $I = \Delta q / \Delta t$. Además, se reconocía que en la electrolisis se movía un fluido de signo positivo hacia un electrodo negativo (cátodo) y un fluido de signo negativo hacia el electrodo positivo (ánodo). Pero en los conductores metálicos no se conocía el signo del fluido que se movía con la corriente: se acordó por convenio que en los conductores se mueve el fluido eléctrico positivo, del electrodo positivo al negativo de la batería (la corriente convencional): los efectos térmicos, mecánicos y ópticos son los mismos independientemente de que se considere fluido positivo en una dirección del circuito, o fluido negativo en la opuesta.

En el 1879, Edwin Hall (estadounidense, 1855-1938) descubrió que por una lámina metálica con corriente surge un voltaje transversal cuando un campo magnético atraviesa a la lámina perpendicularmente a la corriente (efecto Hall). Mediante este efecto se determinó más adelante, cuando se conoció la fuerza de Lorentz (en 1895), que por los metales se mueve el fluido eléctrico negativo (los electrones). Pero el convenio de la corriente positiva es el que ha permanecido hasta nuestros días.

En el siglo XX, al empezar a trabajar la Electrónica con los semiconductores, se descubrió, con el efecto Hall, que hay semiconductores en el que los portadores de carga de la corriente son como “electrones positivos”, y otros en el que los portadores son los electrones negativos. A los primeros se les llama semiconductores de tipo p y a los segundos, de tipo n . Los portadores positivos son en realidad iones cargados positivamente que aparecen cuando un átomo semiconductor pierde un electrón de valencia. Bajo un voltaje aplicado un ion se neutraliza con un electrón de un átomo vecino y el ion positivo se corre de posición al átomo que cedió su electrón. Esto ocurre reiteradamente con todos los átomos ionizados en el semiconductor y a los efectos prácticos es como si los “huecos” iónicos positivos de carga $+e$ se movieran por el semiconductor, en dirección opuesta a la de los electrones libres, aunque más lentamente que estos (con menor movilidad).

Referencias:

- 1.- Energy, the Subtle Concept; Jennifer Coopersmith, Oxford, 2010.
- 2.- History and Evolution of Concepts in Physics; Harry Varvoglis, Springer, 2014.
- 3.- Great Physicists; William Crooper, Oxford Uni. Press, 2001.



Alessandro Volta



George Ohm

LA EVOLUCIÓN DE LAS IDEAS EN LA FÍSICA-PARTE XII: MAGNETISMO

RAÚL PORTUONDO DUANY

DEPARTAMENTO DE FÍSICA, UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO, RECINTO UNIVERSITARIO DE MAYAGÜEZ (UPR-MAYAGÜEZ)

Es bastante común hoy día que en las ciudades los niños hayan jugado con imanes de uno u otro tipo: brújulas, imanes de motores de juguetes y otros. Habrán visto desde pequeños cómo se atraen y se repelen estos imanes y cómo atraen materiales férricos. Pero ésta no fue una experiencia común en la Antigüedad: no existían imanes industriales y no abundaban las piedras magnéticas naturales. ¿Cómo se fueron desarrollando los conocimientos sobre el magnetismo?

Tales de Mileto (griego, 620-546 a.n.e.) fue el primero que se refirió a las propiedades especiales de unas piedras ricas en hierro de unas minas explotadas por los griegos en el Asia Menor, en un lugar llamado Magnesia: estas piedras atraían instrumentos de hierro, pero no de otros metales, ni instrumentos de madera. Como las piedras eran de Magnesia quedaron asociadas a esta palabra todos los fenómenos y propiedades especiales vinculados con ellas: magnetismo, magnético, magneto, etc.

Shen Kuo (chino, 1031-1095) describió la brújula y cómo usarla para la navegación. En Europa haría lo mismo Alexander Neckam (inglés, 1157-1217) casi un siglo más tarde.

En los siguientes siglos se hicieron pequeños aportes al conocimiento del magnetismo, hasta que en el año 1600 se publica el primer tratado amplio sobre el magnetismo (“Sobre el imán y los cuerpos magnéticos y sobre el gran imán terrestre”), del médico y científico William Gilbert (inglés, 1504-1603). Reconoció que la acción de los imanes se ejercía fundamentalmente por dos puntos del imán, que llamó *polos magnéticos*; que si tiene libertad de giro, un polo del imán se orienta siempre al Norte de la Tierra y el otro al Sur, y les llamó respectivamente polo norte magnético y polo sur magnético del imán (el imán como *dipolo magnético*); que polos iguales se repelen y los diferentes se atraen; que la propia Tierra es un imán con su polo norte magnético en el Sur geográfico y viceversa; que los polos siempre aparecen en parejas y no se puede aislar uno solo; que con el aumento de la temperatura el imán puede llegar a perder el magnetismo; que los imanes inducen magnetismo en pedazos de hierro no magnéticos; etc.

Charles Coulomb (francés, 1736-1806) experimentó con imanes de barra muy largos y encontró una ley de fuerzas entre polos magnéticos de dos imanes, similar a su ley para las cargas eléctricas, esto es, la fuerza entre los polos es inversamente proporcional a la distancia entre ellos. Introdujo la idea de “cargas magnéticas”, ubicadas en los polos magnéticos, como la causa de atracción y repulsión de los imanes.

El próximo paso importante lo dio Christian Oersted (danés, 1777-1851) cuando descubrió que un alambre con corriente directa producía a su alrededor fenómenos magnéticos: desviaba las brújulas respecto a su orientación de Norte a Sur.

André Ampere (francés, 1775-1836), que manejaba una profunda matemática, apenas supo del resultado de Oersted se puso a experimentar por su cuenta con imanes y corrientes. El resultado fue la publicación de una “Teoría del Electromagnetismo”, en 1827, que sólo consideraba los fenómenos relacionados con el magnetismo de las corrientes estáticas (magnetostática), pero cuyo enfoque matemático sirvió de inspiración a Maxwell por los 1870s.

Ampere describió el magnetismo de los imanes a partir de unas supuestas corrientes circulares microscópicas en el imán, cada una produciendo un pequeño momento dipolar magnético; sumando los efectos de todos esos microdipolos magnéticos se obtenía el momento dipolar total del imán. El conflicto de esta teoría es que tales microcorrientes deberían producir calor en la resistencia metálica del hierro, y eso no ocurría.

En la misma época que Ampere, Michael Faraday (inglés, 1791-1867) también investigó el magnetismo de las corrientes descubierto por Oersted. Faraday construyó el primer mecanismo que funcionó como motor eléctrico a partir de la fuerza magnética sobre corrientes. Y Faraday encontró el fenómeno inverso al de Oersted en el año 1831: el magnetismo puede producir corriente, pero bajo la condición de que el magnetismo sea cambiante. El magnetismo estático es incapaz de producir electricidad.

El propio Faraday estudió las propiedades magnéticas de diversos materiales. En su época se conocían los materiales *ferromagnéticos* (se atraen fuertemente hacia cualquier polo de un imán) y los *paramagnético* (tienden a orientarse débilmente a lo largo de las líneas magnéticas entre un polo

“Benjamín Franklin (estadounidense, 1706-1790) introdujo los términos positivo y negativo para los dos tipos de fluidos eléctricos.”

norte y uno sur). Faraday descubrió los materiales *diamagnéticos*, que a diferencia de los ferromagnéticos y los paramagnéticos, la varilla de un diamagnético tiende a orientarse perpendicularmente a las líneas magnéticas que van de un polo norte a un polo sur entre dos imanes.

La teoría del electromagnetismo, de campos estáticos y dinámicos, la consolidó James Maxwell (inglés, 1831-1879) con su obra “Teoría Dinámica del campo Electromagnético”, en 1865.

Con el siglo XX surgieron nuevos enfoques del magnetismo en la materia. Cuando se produjeron los modelos atómicos con electrones orbitales, se aceptó que las órbitas electrónicas serían como las microcorrientes de Ampere, con sus dipolos magnéticos: los electrones no producían corrientes en el metal, sino giraban en órbitas estables alrededor de sus núcleos sin generar calor. En la mayoría de los átomos y moléculas se compensarían sus momentos dipolares, pero en algunos elementos (notablemente el hierro, el cobalto y el níquel), sus configuraciones orbitales serían tales que darían un momento dipolar magnético no nulo.

Niels Bohr (danés, 1885-1962) calculó el momento magnético del electrón en órbita circular en el átomo de hidrógeno, llamado ahora *magnetón de Bohr*. Posteriormente se le reconoció cierto espín al electrón que le provocaría otro momento dipolar magnético independiente del orbital. Después, según se fueron descubriendo otras partículas (protón, neutrón, muon) se encontró que todas tienen algún momento dipolar magnético: es una propiedad tan intrínseca de las micropartículas como su carga y su masa. Cada micropartícula es un imancito en miniatura, con sus polos norte y sur. El núcleo atómico tiene cierto momento magnético, que junto con los momentos dipolares de las órbitas y del espín de los electrones fija el momento dipolar total de cada átomo.

El magnetismo de la Tierra se debe fundamentalmente a las corrientes iónicas de hierro y níquel en el núcleo externo de la Tierra, que se comporta parecido a un dinamo. Las corrientes son debidas a las altas temperatura y son afectadas por la rotación de la Tierra. También el viento solar, con sus partículas cargadas, modifica el campo magnético sobre la superficie de la Tierra, produciéndole variaciones temporales. Las tormentas solares son de carácter magnético y envían chorros de partículas cargadas a velocidades relativistas. El campo magnético intrínseco de la Tierra nos protege de este viento solar y desvía las partículas hacia los polos magnéticos de la Tierra: se producen entonces las *auroras boreales*.

El magnetismo ha permitido explicar el comportamiento de ciertas estrellas muy especiales. En los 1930s, Wilhelm Baade (alemán, 1893-1960) propuso teóricamente la existencia de estrellas de neutrones, como resultado del colapso gravitatorio de las supernovas. En los 1960s se descubrieron los pulsares, que resultaron ser las estrellas de neutrones, que rotan muy rápido (hasta varios centenares de veces por segundo) y tienen unos potentísimos campos magnéticos: al girar la estrella, su dipolo magnético rota con ella y nos envía un pulso de campo magnético cada vez que apunta hacia la Tierra (como un faro de luz rotatorio que ilumina a los barcos con un pulso de luz en cada vuelta). Esas estrellas de neutrones tienen unas masas entre una y dos veces la de nuestro sol, pero un diámetro unas 60 000 veces menor que la del sol (unos 12 km)...

Referencias:

- 1.- Energy, the Subtle Concept; Jennifer Coopersmith, Oxford, 2010.
- 2.- History and Evolution of Concepts in Physics; Harry Varvoglis, Springer, 2014.
- 3.- Great Physicists; William Crooper, Oxford Uni. Press, 2001.



Hans Oersted

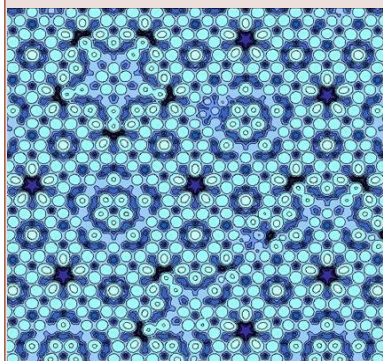


André Ampere

CUASICRISTALES: EL ORDEN IMPOSIBLE QUE OBLIGÓ A REESCRIBIR LA CRISTALOGRAFÍA

FRANCISCO MÁRQUEZ

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS NATURALES Y TECNOLOGÍA, UNIVERSIDAD ANA G. MÉNDEZ, RECINTO DE GURABO



Modelo atómico de un cuasicristal de Ag-Al

J.W. Evans, *The Ames Laboratory, US Department of Energy* - http://www.mcbmm.ameslab.gov/high_TrappingNano.htm

“..los cuasicristales: sólidos que presentan una organización atómica ordenada, pero no periódica.”

Durante mucho tiempo, la cristalografía se apoyó en una idea aparentemente incuestionable: los cristales eran sólidos con una estructura interna periódica. Es decir, sus átomos se organizaban siguiendo un patrón que se repetía regularmente en las tres dimensiones del espacio. Esta definición permitía explicar la simetría de minerales, metales y sales, y estaba tan consolidada que parecía difícil imaginar otra posibilidad. Sin embargo, en 1982, el científico israelí Dan Shechtman observó algo que no encajaba con esa visión clásica: una aleación de aluminio y manganeso mostraba un patrón de difracción con simetría icosaédrica, incompatible con la periodicidad cristalina convencional [1].

El hallazgo fue profundamente desconcertante. En los cristales ordinarios, ciertas simetrías son compatibles con la repetición periódica: por ejemplo, simetrías de orden 2, 3, 4 o 6. Sin embargo, las simetrías de orden 5 no permiten llenar el espacio de forma periódica sin dejar huecos o solapamientos. Por eso, encontrar una estructura sólida con orden de largo alcance y simetría prohibida parecía contradecir los fundamentos de la cristalografía. Durante años, el descubrimiento fue recibido con escepticismo, e incluso con rechazo. Pero los datos experimentales eran claros: aquellos materiales tenían orden de largo alcance, aunque no periodicidad. Así nacieron los cuasicristales: sólidos que presentan una organización atómica ordenada, pero no periódica. No son amorfos, como el vidrio, porque poseen patrones estructurales definidos y producen diagramas de difracción discretos. Pero tampoco son cristales convencionales, porque su estructura no se repite exactamente a intervalos regulares. Su orden puede compararse con ciertos mosaicos matemáticos, como los teselados de Penrose, en los que aparece una disposición perfectamente organizada, pero sin repetición periódica simple. Poco después del descubrimiento experimental, Levine y Steinhardt formalizaron el concepto de cuasicristal como una nueva clase de estructuras ordenadas cuasiperiódicas [2].

La importancia de los cuasicristales va mucho más allá de una curiosidad geométrica. Su descubrimiento obligó a modificar la definición de cristal. Actualmente, la Unión Internacional de Cristalografía define el cristal a partir de su patrón de difracción esencialmente discreto, no exclusivamente por su periodicidad espacial [3]. Esta ampliación conceptual fue tan relevante que Dan Shechtman recibió el Premio Nobel de Química en 2011 “por el descubrimiento de los cuasicristales” [4].

Desde el punto de vista de los materiales, los cuasicristales presentan propiedades singulares. Muchos de ellos son duros, frágiles, resistentes

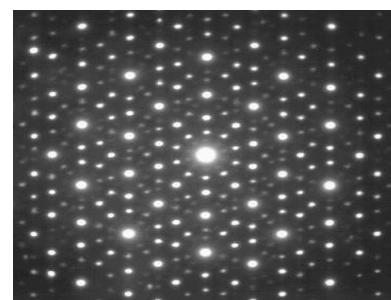
al desgaste y malos conductores del calor y la electricidad en comparación con los metales ordinarios. Algunas aleaciones cuasicristalinas muestran baja fricción, buena resistencia a la corrosión y propiedades superficiales interesantes. Por ello, se han explorado aplicaciones en recubrimientos, materiales antiadherentes, componentes resistentes al desgaste y aleaciones especiales [4].

No obstante, quizá su mayor valor no esté solo en sus aplicaciones, sino en la lección científica que representan. Los cuasicristales muestran que la naturaleza puede organizar la materia de formas más sutiles de lo que nuestras clasificaciones permiten anticipar. Durante décadas se pensó que orden y periodicidad eran inseparables; los cuasicristales demostraron que puede existir orden sin repetición. En ese sentido, constituyen un ejemplo extraordinario de cómo un resultado experimental inesperado puede transformar una disciplina entera.

La historia de los cuasicristales recuerda que la ciencia no avanza únicamente confirmando teorías, sino también enfrentándose a anomalías. A veces, lo que parece imposible no es un error de la naturaleza, sino una limitación de nuestras definiciones.

Referencias

- [1] Shechtman, D.; Blech, I.; Gratias, D.; Cahn, J. W. “Metallic Phase with Long-Range Orientational Order and No Translational Symmetry.” *Physical Review Letters* 1984, 53, 1951–1953. DOI: 10.1103/PhysRevLett.53.1951.
- [2] Levine, D.; Steinhardt, P. J. “Quasicrystals: A New Class of Ordered Structures.” *Physical Review Letters* 1984, 53, 2477–2480. DOI: 10.1103/PhysRevLett.53.2477.
- [3] International Union of Crystallography. “Crystal” *Online Dictionary of Crystallography*.
- [4] The Nobel Prize in Chemistry 2011. “Dan Shechtman — for the discovery of quasicrystals.” NobelPrize.org.

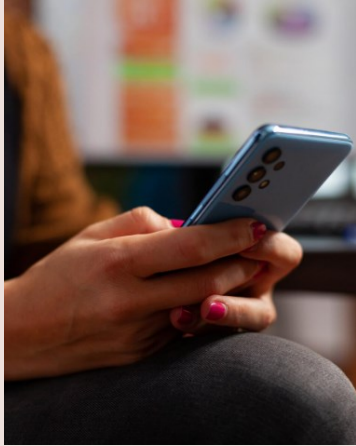


Cuasicristal de Zn-Mg-Ho

PANTALLAS, REDES SOCIALES Y SUEÑO: UNA TRÍADA SILENCIOSA EN EL DETERIORO DEL RENDIMIENTO ACADÉMICO

COMITÉ EDITORIAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS NATURALES Y TECNOLOGÍA, UNIVERSIDAD ANA G. MÉNDEZ, RECINTO DE GURABO



“...estudios publicados entre 2000 y 2017 y encontró una ventaja general de la lectura en papel frente a la lectura en pantalla, especialmente en textos expositivos y bajo presión temporal ...”

Durante más de dos décadas, la educación ha incorporado progresivamente computadoras, tabletas, teléfonos inteligentes, plataformas digitales y redes sociales. La promesa inicial era clara: más acceso a información, más motivación, aprendizaje personalizado y modernización pedagógica. Sin embargo, la evidencia acumulada obliga hoy a introducir una corrección importante: la tecnología educativa no es neutra. Su efecto depende del modo, la edad, el tiempo de exposición, el tipo de tarea y, sobre todo, de si desplaza actividades cognitivamente más ricas como la lectura sostenida, la escritura manual, el estudio profundo, la conversación presencial y el sueño.

La preocupación no debe formularse de manera simplista como “las pantallas bajan el coeficiente intelectual”, porque la relación causal directa entre uso de tecnología y descenso del CI no está demostrada de forma universal. Pero sí existe una convergencia preocupante de estudios: el abuso de pantallas y redes sociales se asocia con peor atención, peor comprensión lectora, menor memoria de trabajo, más fragmentación cognitiva, peor sueño y menor rendimiento académico [3–6]. En conjunto, estos factores pueden afectar a capacidades que tradicionalmente se relacionan con el rendimiento intelectual: razonamiento, memoria, concentración, velocidad de procesamiento y comprensión verbal.

Del “efecto Flynn” a la sospecha de una inversión

Durante buena parte del siglo XX se observó un aumento sostenido de las puntuaciones medias en test de inteligencia, fenómeno conocido como efecto Flynn. Una revisión cuantitativa amplia publicada por Pietschnig y Voracek analizó datos entre 1909 y 2013 y confirmó incrementos globales en puntuaciones de CI, aunque con diferencias según dominios cognitivos y regiones [1].

Sin embargo, algunos países han observado posteriormente una estabilización o incluso descenso de puntuaciones. Un estudio noruego de Bratsberg y Rogeberg analizó cohortes masculinas nacidas entre 1962 y 1991 y concluyó que tanto el aumento como la posterior reversión del efecto Flynn podían explicarse por factores ambientales, no genéticos [2]. Esto no significa que Internet o las pantallas hayan causado por sí solas un descenso del CI. Sería una afirmación demasiado fuerte. Pero sí sugiere que el entorno cognitivo importa. Cambios en hábitos de lectura, calidad educativa, exposición digital, sueño, vida sedentaria

y formas de ocio pueden modificar el desarrollo intelectual medible. Dicho de otro modo: si durante el siglo XX ciertos entornos elevaron el rendimiento cognitivo medio, no hay razón para pensar que nuevos entornos empobrecidos en atención profunda no puedan deteriorarlo.

Redes sociales: atención fragmentada y recompensa inmediata

Las redes sociales están diseñadas para captar atención mediante estímulos breves, novedad constante, validación social e interrupciones frecuentes. Este patrón entra en conflicto con habilidades esenciales para el aprendizaje: concentración sostenida, tolerancia al esfuerzo, lectura profunda y memoria de trabajo.

Un estudio clásico de Ophir, Nass y Wagner mostró que los grandes consumidores de multitarea mediática tenían más dificultades para filtrar información irrelevante y gestionar interferencias cognitivas [3]. Aunque este tipo de trabajos no siempre permite afirmar causalidad absoluta, la asociación es coherente con lo que muchos docentes observan: estudiantes que saltan de estímulo en estímulo, leen peor textos largos y muestran menor resistencia ante tareas intelectualmente exigentes. A ello se añade el llamado efecto *brain drain*. Ward y colaboradores mostraron que la mera presencia del teléfono inteligente puede ocupar recursos cognitivos limitados, incluso cuando la persona intenta concentrarse y no está usando activamente el dispositivo [4]. Este punto es especialmente relevante en el aula: no hace falta que el estudiante esté mirando el móvil; basta con que el dispositivo esté accesible, asociado a notificaciones, expectativa social y recompensa inmediata.

Lectura digital frente a lectura en papel

Uno de los hallazgos más importantes para el ámbito educativo procede de las investigaciones sobre comprensión lectora. El análisis de Delgado, Vargas, Ackerman y Salmerón, significativamente titulado *Don't throw away your printed books*, examinó estudios publicados entre 2000 y 2017 y encontró una ventaja general de la lectura en papel frente a la lectura en pantalla, especialmente en textos expositivos y bajo presión temporal [5]. Este resultado no implica que todo soporte digital sea perjudicial. Las pantallas son útiles para búsqueda de información, simulaciones científicas, visualización, accesibilidad y actualización de contenidos. El problema aparece cuando se

“El deterioro no aparece necesariamente como una caída brusca del CI individual, sino como una suma de pérdidas pequeñas pero acumulativas: menor comprensión de textos largos; más dificultad para mantener la atención; reducción del vocabulario activo; menor memoria de trabajo; peor planificación del estudio; mayor impulsividad; más procrastinación; sueño insuficiente; menor tolerancia a la frustración intelectual; y peor desempeño en tareas que requieren razonamiento secuencial, como matemáticas, física, química o lectura crítica...”

sustituye indiscriminadamente el libro, el cuaderno, la escritura manual y el estudio pausado por una experiencia digital más dispersa, con más tentaciones de navegación, menor percepción espacial del texto y mayor probabilidad de lectura superficial. Aquí conviene subrayar una idea central: no es lo mismo acceder a información que aprender. El aprendizaje exige selección, comprensión, integración, memoria y transferencia. Las tecnologías pueden ayudar en algunas de estas fases, pero también pueden sabotearlas si introducen interrupción constante.

Sueño: el gran mediador olvidado

La pérdida de horas de sueño es probablemente uno de los mecanismos más sólidos que conectan abuso de pantallas, redes sociales y peor desempeño académico. El uso nocturno del móvil retrasa la hora de dormir, aumenta la activación emocional, interrumpe rutinas y puede reducir tanto la cantidad como la calidad del sueño.



Una revisión sistemática sobre estudiantes de secundaria en Estados Unidos encontró asociaciones entre sueño y rendimiento académico, especialmente en relación con la calidad del sueño, aunque con efectos modestos y heterogeneidad entre estudios [6]. Los CDC resumen de forma clara la consecuencia educativa: dormir lo suficiente ayuda a los estudiantes a mantenerse concentrados y mejorar la atención y el rendimiento académico [7]. Desde el punto de vista neurocognitivo, esto es lógico. Durante el sueño se consolidan memorias, se reorganiza información, se regula la emoción y se recuperan sistemas atencionales. Un estudiante que duerme poco puede parecer simplemente “desmotivado” o “distráido”, cuando en realidad está trabajando con un cerebro privado de recuperación. Si además combina sueño insuficiente, redes sociales nocturnas y estudio fragmentado, el deterioro académico no resulta sorprendente.

El caso de Suecia: del entusiasmo digital al retorno del libro

Suecia se ha convertido en un caso paradigmático porque fue uno de los países euro-

peos que apostó con fuerza por la digitalización escolar y ahora ha iniciado una corrección de rumbo. El Gobierno sueco anunció medidas para aumentar el tiempo de lectura, reducir el tiempo de pantalla y reforzar el acceso a libros de texto y bibliotecas escolares [8]. La cobertura de Associated Press también recogió que Suecia está priorizando libros impresos, escritura manual y lectura silenciosa tras la preocupación por el descenso de habilidades básicas, aunque sus estudiantes seguían situándose por encima de la media europea en lectura [9,10]. Este ejemplo debe interpretarse con rigor. No prueba por sí solo que las pantallas causaran todo el deterioro. En los resultados educativos influyen desigualdad, migración, formación docente, currículo, hábitos familiares y políticas escolares. Pero sí muestra algo muy relevante: un país altamente digitalizado ha decidido corregir el exceso de pantalla y recuperar herramientas analógicas porque considera que lectura, escritura y atención sostenida son insustituibles.

Consecuencias académicas observables

El deterioro no aparece necesariamente como una caída brusca del CI individual, sino como una suma de pérdidas pequeñas pero acumulativas: menor comprensión de textos largos; más dificultad para mantener la atención; reducción del vocabulario activo; menor memoria de trabajo; peor planificación del estudio; mayor impulsividad; más procrastinación; sueño insuficiente; menor tolerancia a la frustración intelectual; y peor desempeño en tareas que requieren razonamiento secuencial, como matemáticas, física, química o lectura crítica [3-7]. En términos educativos, el problema no es solo que el estudiante “use mucho el móvil”. El problema es que el móvil y las redes pueden rediseñar su ecología mental: fragmentan el tiempo, desplazan el sueño, sustituyen lectura profunda por consumo rápido y convierten la atención en un recurso permanentemente disputado.



“La tecnología debe utilizarse cuando mejora claramente el aprendizaje: simulaciones científicas, análisis de datos, recursos visuales, accesibilidad, programación o investigación guiada.”

Conclusión

La evidencia disponible permite sostener una tesis prudente pero firme: el abuso de tecnologías digitales, redes sociales y pantallas, especialmente cuando reduce el sueño y sustituye la lectura profunda, está asociado a un deterioro del rendimiento académico y de funciones cognitivas relevantes para el aprendizaje [3–7]. No debe afirmarse de forma categórica que las nuevas tecnologías “bajan el coeficiente intelectual” en todos los estudiantes, pero sí que pueden empobrecer el entorno cognitivo que permite desarrollar plenamente la inteligencia. La respuesta educativa no debería ser tecnofóbica, sino selectiva. La tecnología debe utilizarse cuando mejora claramente el aprendizaje: simulaciones científicas, análisis de datos, recursos visuales, accesibilidad, programación o investigación guiada. Pero debe limitarse cuando sustituye actividades superiores: leer en profundidad, escribir a mano, memorizar con sentido, discutir ideas, resolver problemas complejos y dormir lo suficiente. Quizá la gran lección de estos últimos veinte años sea sencilla: una escuela moderna no es la que pone una pantalla delante de cada alumno, sino la que protege las condiciones mentales necesarias para pensar bien.



Referencias

- [1] Pietschnig, J., & Voracek, M. (2015). *One Century of Global IQ Gains: A Formal Meta-Analysis of the Flynn Effect (1909–2013)*. *Perspectives on Psychological Science*, 10(3), 282–306. DOI: 10.1177/1745691615577701.
- [2] Bratsberg, B., & Rogeberg, O. (2018). *Flynn effect and its reversal are both environmentally caused*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(26), 6674–6678. DOI: 10.1073/pnas.1718793115.
- [3] Ophir, E., Nass, C., & Wagner, A. D. (2009). *Cognitive control in media multitaskers*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(37), 15583–15587. DOI: 10.1073/pnas.0903620106.
- [4] Ward, A. F., Duke, K., Gneezy, A., & Bos, M. W. (2017). *Brain Drain: The Mere Presence of One’s Own Smartphone Reduces Available Cognitive Capacity*. *Journal of the Association for Consumer Research*, 2(2), 140–154. DOI: 10.1086/691462.
- [5] Delgado, P., Vargas, C., Ackerman, R., & Salmerón, L. (2018). *Don’t throw away your printed books: A meta-analysis on the effects of reading media on reading comprehension*. *Educational Research Review*, 25, 23–38. DOI: 10.1016/j.edurev.2018.09.003.
- [6] Musshafen, L. A., Tyrone, R. S., Abdelaziz, A., Sims-Gomillia, C. E., Pongetti, L. S., Teng, F., Fletcher, L. M., & Reneker, J. C. (2021). *Associations between sleep and academic performance in US adolescents: A systematic review and meta-analysis*. *Sleep Medicine*, 83, 71–82. DOI: 10.1016/j.sleep.2021.04.015.
- [7] Centers for Disease Control and Prevention (2024, July 2). *Sleep and Health*. Physical Education and Physical Activity.
- [8] Government Offices of Sweden (2024, February 8). *Government investing in more reading time and less screen time*. Government Offices of Sweden.
- [9] Corder, M. (2023, September 10). *Sweden brings more books and handwriting practice back to its tech-heavy schools*. Associated Press.
- [10] Eurydice. European Commission (2024, April 19). *Sweden: More books in preschools and schools and less digital learning tools*. European Education and Culture Executive Agency.

TRES CAMINOS, UN MISMO ORIGEN: UNA MIRADA CIENTÍFICA Y NARRATIVA A LAS DIETAS FRUGÍVORA, VEGANA Y VEGETARIANA DESDE LA BIOLOGÍA NUTRICIONAL

NILDA I. BORJA

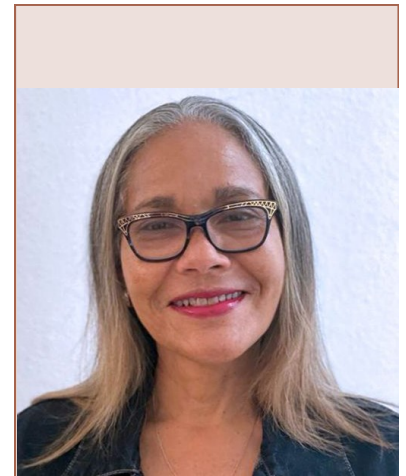
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS NATURALES Y TECNOLOGÍA, UNIVERSIDAD ANA G. MÉNDEZ, RECINTO DE GURABO

En el panorama actual de las ciencias naturales, la alimentación humana se ha transformado en un objeto de estudio que trasciende el acto biológico de la nutrición para convertirse en un fenómeno complejo en el que convergen la fisiología, la ecología, la epidemiología y la ética. El creciente interés por las dietas basadas en plantas surge como respuesta a dos realidades ineludibles: por un lado, el aumento sostenido de enfermedades crónicas no transmisibles asociadas a patrones alimentarios occidentales, y por otro, la evidencia acumulada sobre el impacto ambiental del sistema alimentario global. En este contexto, las dietas frugívora, vegana y vegetariana aparecen ligadas por un mismo origen vegetal, pero se diferencian de manera sustancial en su implementación, su adecuación fisiológica y su respaldo desde la evidencia científica.

La dieta frugívora suele presentarse como una forma de alimentación que pretende alinearse con una supuesta biología ancestral del ser humano, enfatizando el consumo casi exclusivo de frutas, generalmente en estado crudo. Desde un punto de vista bioquímico, las frutas aportan hidratos de carbono simples, principalmente fructosa y glucosa, además de fibra dietética, vitamina C y una amplia diversidad de compuestos fenólicos con capacidad antioxidante. Estas características explican por qué, a corto plazo, algunos individuos experimentan mejoras subjetivas en la digestión o sensación de ligereza. Sin embargo, cuando este patrón se analiza a la luz de la fisiología humana y los requerimientos nutricionales establecidos, emergen limitaciones profundas. La ingesta proteica resulta insuficiente tanto en cantidad como en calidad, lo que compromete procesos esenciales como la renovación celular, la síntesis hormonal y el mantenimiento de la masa muscular. De forma paralela, la escasez de lípidos esenciales afecta la integridad de las membranas celulares y la regulación inflamatoria. A ello se suma la ausencia total de vitamina B12 y la limitada biodisponibilidad de minerales claves como hierro, zinc y calcio, lo que incrementa el riesgo de anemia, alteraciones neurológicas y desmineralización ósea. La evidencia disponible coincide en que una alimentación estrictamente frugívora sostenida en el tiempo carece de soporte científico como patrón nutricional seguro para seres humanos (Craig & Fresán, 2021; Schürmann et al., 2024).



En contraste, la dieta vegana se configura como un modelo nutricional más complejo y estructurado. Al excluir todos los productos de origen animal, pero incluir legumbres, cereales integrales, semillas, frutos secos y una amplia variedad de vegetales, el veganismo permite, mediante una planificación adecuada, cubrir la mayoría de los requerimientos nutricionales humanos. Estudios poblacionales y análisis sistemáticos han demostrado que los patrones veganos bien diseñados se asocian con menor índice de masa corporal, mejor control lipídico y una reducción del riesgo de enfermedades cardiovasculares y metabólicas. Estos efectos se atribuyen a la elevada ingesta de fibra, fitoquímicos antiinflamatorios y grasas insaturadas, junto con una menor exposición a grasas saturadas y colesterol dietético (Dinu et al., 2017; Kim et al., 2023). No obstante, desde un enfoque de ciencias naturales, el veganismo exige un alto grado de alfabetización nutricional. La vitamina B12 representa el ejemplo más crítico de nutriente ausente, cuya deficiencia sostenida se asocia con alteraciones neurológicas potencialmente irreversibles. De igual manera, el hierro no hemo, el yodo, el calcio y los ácidos grasos omega-3 de cadena larga requieren atención específica para asegurar una adecuada biodisponibilidad. Aun así, las principales organizaciones científicas coinciden en que una dieta vegana correctamente planificada es compatible con todas las etapas del ciclo vital, siempre que incluya suplementación y seguimiento profesional cuando sea necesario (Melina et al., 2016; Lemale et al., 2024).



“El creciente interés por las dietas basadas en plantas surge como respuesta a dos realidades ineludibles: por un lado, el aumento sostenido de enfermedades crónicas no transmisibles asociadas a patrones alimentarios occidentales, y por otro, la evidencia acumulada sobre el impacto ambiental del sistema alimentario global.”

La dieta vegetariana, por su parte, ocupa un lugar intermedio dentro del espectro de las dietas basadas en plantas y constituye uno de los modelos más estudiados en la investigación nutricional. Al excluir carnes y pescados, pero permitir el consumo de huevos y productos lácteos, este patrón facilita el cumplimiento de requerimientos proteicos y micro nutricionales sin recurrir de forma sistemática a la suplementación. Desde la perspectiva de la biología humana, esta flexibilidad permite una mejor adaptación a diversas etapas del ciclo de vida y contextos socioculturales. Numerosos estudios de cohorte han mostrado que las dietas vegetarianas se asocian con menor incidencia de cardiopatía isquémica, mejor control de la glucemia y reducción de la mortalidad por causas metabólicas y cardiovasculares (Satija & Hu, 2018; Glenn et al., 2024). Sin embargo, este patrón no está exento de riesgos cuando se fundamenta en alimentos ultra procesados de origen vegetal, lo que evidencia que la calidad de los alimentos, y no únicamente su origen, determina los efectos fisiológicos finales.

Al analizar de manera integrada estos tres enfoques, se hace evidente que la nutrición basada en plantas no constituye un modelo homogéneo, sino un continuo que va desde la restricción extrema hasta la flexibilidad equilibrada. Desde la fisiología y la ecología nutricional, los patrones que permiten mayor diversidad alimentaria muestran una mejor correspondencia con las necesidades metabólicas humanas y con la sostenibilidad a largo plazo. La evidencia científica respalda con mayor solidez a las dietas vegetarianas y veganas bien planificadas, mientras que señala importantes limitaciones en propuestas altamente restrictivas como el frugivorismo. En última instancia, la alimentación basada en plantas debe comprenderse no como una ideología uniforme, sino como una herramienta adaptable que, apoyada en la ciencia, puede contribuir tanto a la salud individual como a la preservación de los sistemas naturales que sustentan la vida.

Referencias

- * Craig, W. J., & Fresán, U. (2021). Health effects of vegan diets. *Annual Review of Nutrition*, 41, 473–497. <https://doi.org/10.1146/annurev-nutr-111120-111448>
- * Dinu, M., Abbate, R., Gensini, G. F., Casini, A., & Sofi, F. (2017). Vegetarian, vegan diets and multiple health outcomes. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(17), 3640–3649. <https://doi.org/10.1080/10408398.2016.1138447>
- * Glenn, A. J., Vigiouliouk, E., Seider, M., et al. (2024). Vegetarian dietary patterns and cardiometabolic risk. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 119(1), 12–24. <https://doi.org/10.1016/j.ajcnut.2023.09.012>
- * Kim, H., Caulfield, L. E., & Rebolz, C. M. (2023). Healthy plant-based diets and metabolic disease. *Nutrients*, 15(4), 945. <https://doi.org/10.3390/nu15040945>
- * Lemale, J., Salaun, J. F., Mas, E., & Chouraqui, J. P. (2024). Vegetarian and vegan diets across the lifespan. *Nutrients*, 16(2), 298. <https://doi.org/10.3390/nu16020298>
- * Melina, V., Craig, W., & Levin, S. (2016). Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Vegetarian diets. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 116(12), 1970–1980. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2016.09.025>
- * Satija, A., & Hu, F. B. (2018). Plant-based diets and cardiovascular health. *Trends in Cardiovascular Medicine*, 28(7), 437–441. <https://doi.org/10.1016/j.tcm.2018.02.004>



“...la alimentación cruda para perros no es una solución milagrosa ni un riesgo absoluto.”

LA HIPÓTESIS DE RIEMANN: EL MISTERIO DE LOS NÚMEROS PRIMOS

FRANCISCO MÁRQUEZ

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS NATURALES Y TECNOLOGÍA, UNIVERSIDAD ANA G. MÉNDEZ, RECINTO DE GURABO

La hipótesis de Riemann es uno de los grandes problemas abiertos de la matemática moderna. Formulada en 1859 por Bernhard Riemann, establece una relación profunda entre una función matemática, la función zeta, y la distribución de los números primos. Aunque su formulación técnica pertenece al análisis complejo y a la teoría analítica de números, su idea central puede expresarse de manera relativamente sencilla: los números primos, aunque parecen aparecer de forma irregular, podrían obedecer una estructura interna mucho más ordenada de lo que aparentan. La hipótesis sigue sin demostrarse y forma parte de los Problemas del Milenio del Clay Mathematics Institute, con un premio de un millón de dólares para quien consiga resolverla de forma aceptada por la comunidad matemática.

Introducción: el desorden aparente de los números primos

Los números primos son aquellos números naturales mayores que 1 que solo pueden dividirse exactamente entre 1 y entre ellos mismos. Así, 2, 3, 5, 7, 11, 13 o 17 son números primos. A primera vista, parecen distribuirse de manera caprichosa. A veces aparecen muy próximos, como 11 y 13; otras veces hay intervalos largos sin que aparezca ninguno. Esa irregularidad ha fascinado a los matemáticos desde la Antigüedad.

La pregunta de fondo no es simplemente cuántos números primos existen, Euclides demostró hace más de dos mil años que hay infinitos, sino cómo se distribuyen. ¿Hay algún patrón oculto? ¿Existe una ley profunda que gobierne su aparición? ¿O los primos son, en cierto sentido, impredecibles?

Durante siglos, los matemáticos intentaron comprender esa distribución. El teorema de los números primos, demostrado a finales del siglo XIX, permitió describir la frecuencia promedio con la que aparecen los primos. Sin embargo, ese resultado no explica completamente las desviaciones, irregularidades y fluctuaciones locales. Ahí es donde aparece la hipótesis de Riemann: no describe simplemente el promedio, sino el grado de desviación respecto a ese promedio. Según la descripción del Clay Mathematics Institute, la hipótesis de Riemann trata precisamente sobre la desviación de la distribución de los primos respecto a su comportamiento medio.

Bernhard Riemann y un artículo de apenas unas páginas

Georg Friedrich Bernhard Riemann nació en 1826 y murió en 1866. Fue uno de los matemáticos más influyentes del siglo XIX, con contribuciones decisivas a la geometría, el análisis complejo y la teoría de funciones. Su trabajo en geometría diferencial fue, décadas más tarde, fundamental para el desarrollo matemático de la relatividad general de Einstein.

Lo sorprendente es que la hipótesis que lleva su nombre apareció en un artículo breve publicado en 1859, titulado *Über die Anzahl der Primzahlen unter einer gegebenen Grösse*, que suele traducirse como *On the Number of Prime Numbers less than a Given Quantity*. Este artículo fue el único trabajo de Riemann dedicado específicamente a la teoría de números, pero tuvo una influencia inmensa en el desarrollo posterior de las matemáticas. En ese texto, Riemann introdujo una nueva forma de estudiar los números primos: en lugar de mirarlos directamente, propuso analizarlos mediante una función compleja. Esta idea fue revolucionaria. Los números primos, que pertenecen a la aritmética elemental, quedaban conectados con el análisis complejo, una rama de las matemáticas que estudia funciones definidas sobre números complejos. Dicho de otra manera: Riemann abrió una puerta inesperada entre dos mundos matemáticos que parecían distantes. Desde entonces, los números primos dejaron de estudiarse solo como objetos aritméticos aislados y comenzaron a verse como parte de una estructura analítica mucho más profunda.

La función zeta: una ventana hacia los primos

La protagonista de esta historia es la función zeta de Riemann. En su forma más sencilla, puede escribirse así:

$$\zeta(s) = 1 + \frac{1}{2^s} + \frac{1}{3^s} + \frac{1}{4^s} + \dots$$

Es una función construida a partir de todos los números naturales. Sin embargo, por razones profundas, también contiene información sobre los números primos. Esta conexión ya se intuía desde Euler, quien había mostrado que la función zeta podía expresarse como un producto relacionado con todos los números primos. Riemann llevó esta idea

“Riemann abrió una puerta inesperada entre dos mundos matemáticos que parecían distantes.”

$$\zeta(s) = 1 + \frac{1}{2^s} + \frac{1}{3^s} + \frac{1}{4^s} + \dots$$

mucho más lejos al estudiar la función zeta en el plano complejo. Allí aparecen ciertos valores especiales, llamados ceros de la función zeta, que son puntos donde la función toma el valor cero. Algunos de esos ceros son relativamente sencillos y se conocen como ceros “triviales”. Pero los verdaderamente importantes son los llamados ceros “no triviales”. La hipótesis de Riemann afirma que todos esos ceros no triviales están situados sobre una misma línea vertical del plano complejo, conocida como la línea crítica. Técnicamente, esto significa que todos tienen parte real igual a $1/2$. La afirmación puede parecer abstracta, pero su consecuencia es extraordinaria: si la hipótesis es cierta, entonces las irregularidades en la distribución de los números primos están controladas de una forma muy precisa. No desaparecería el carácter aparentemente irregular de los primos, pero sabríamos que esa irregularidad está limitada por una estructura matemática profunda.

¿Por qué importa tanto?

La hipótesis de Riemann es famosa porque ocupa una posición central en la teoría de números. En cierto sentido, actúa como una especie de “principio ordenador” para muchas afirmaciones sobre los números primos. El Clay Mathematics Institute resume la cuestión de forma clara: el teorema de los números primos describe la distribución promedio de los primos, mientras que la hipótesis de Riemann informa sobre las desviaciones respecto a ese promedio. En otras palabras, no basta con saber que los primos se van haciendo menos frecuentes a medida que los números crecen; también queremos saber cuánto pueden apartarse de lo esperado. Esta diferencia es importante. En la vida real estamos acostumbrados a los promedios, pero los promedios no siempre describen bien la realidad. Decir que una ciudad tiene una temperatura media anual de $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ no nos dice si en verano alcanza los $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ o si en invierno cae por debajo de cero. Algo parecido ocurre con los números primos: conocer su comportamiento promedio es fundamental, pero no agota el problema.

La hipótesis de Riemann impondría un límite muy preciso a esas fluctuaciones. Por eso se ha dicho que su demostración permitiría comprender con mucha mayor profundidad la arquitectura interna de los números primos. Enrico Bombieri, en la descripción oficial del problema para el Clay Mathematics Institute, señaló que un fallo de la hipótesis de Riemann produciría un gran desorden en nuestra comprensión de la distribución de los primos.

Una hipótesis verificada, pero no demostrada

Una de las lecciones más interesantes de este problema es la diferencia entre verificar y demostrar. Durante décadas, se han calculado enormes cantidades de ceros de la función zeta, y todos los ceros no triviales en-

contrados hasta ahora se comportan como predice la hipótesis. Andrew Odlyzko, uno de los grandes especialistas en cálculos numéricos relacionados con la función zeta, describió computaciones de miles de millones de ceros de la función zeta en la línea crítica. Sin embargo, en matemáticas esto no basta. Aunque una afirmación se compruebe para millones, billones o trillones de casos, sigue sin estar demostrada si no existe un argumento general que cubra todos los casos posibles. Este punto es esencial para entender la naturaleza de la matemática.

La física, la química o la biología trabajan muchas veces con evidencia experimental acumulada. Una teoría puede fortalecerse mediante observaciones repetidas, medidas consistentes y predicciones confirmadas. En matemáticas, en cambio, la evidencia computacional puede ser muy sugerente, pero no sustituye a una demostración. Un solo contraejemplo, aunque apareciera en una región extremadamente lejana, bastaría para derribar la hipótesis. Por eso la hipótesis de Riemann permanece abierta: no porque falten indicios a su favor, sino porque nadie ha conseguido todavía construir una prueba rigurosa y aceptada.

Los Problemas del Milenio y el lugar de Riemann

En el año 2000, el Clay Mathematics Institute anunció siete Problemas del Milenio, considerados algunos de los desafíos matemáticos más importantes de nuestro tiempo. Para cada uno se ofreció un premio de un millón de dólares. Entre ellos se encuentran la hipótesis de Riemann, las ecuaciones de Navier–Stokes, la conjetura de Hodge y otros problemas fundamentales. Hasta ahora, solo uno de esos problemas ha sido resuelto: la conjetura de Poincaré, demostrada por Grigori Perelman. El resto, incluida la hipótesis de Riemann, sigue abierto. La inclusión de la hipótesis de Riemann en esta lista no fue una decisión simbólica. Refleja su importancia estructural. Muchas áreas de la teoría de números están conectadas directa o indirectamente con ella. Además, existen numerosos resultados matemáticos que han sido demostrados bajo la suposición de que la hipótesis de Riemann es cierta. Es decir, los matemáticos han podido demostrar afirmaciones del tipo: “si la hipótesis de Riemann es verdadera, entonces se cumple tal consecuencia”. Esto muestra hasta qué punto la hipótesis funciona como una especie de columna vertebral conceptual. Aunque no esté probada, su influencia ya se extiende por una parte considerable de la matemática contemporánea.

Una metáfora: la música secreta de los primos

Una manera intuitiva de comprender la hipótesis es imaginar que los números primos forman una melodía. A simple vista, esa melodía parece irregular, llena de silencios inesperados y notas aparentemente caprichosas.

“En matemáticas, en cambio, la evidencia computacional puede ser muy sugerente, pero no sustituye a una demostración.”



“Su importancia no reside solo en el premio económico ni en su prestigio histórico, sino en lo que revela sobre la propia naturaleza de la matemática: la distancia entre observar y demostrar, entre sospechar y comprender, entre encontrar patrones y justificar por qué deben existir.”

El teorema de los números primos nos da una idea del ritmo general: nos dice, aproximadamente, cada cuánto aparecen los primos cuando los números se hacen grandes. Pero la hipótesis de Riemann iría más lejos. Sería como descubrir que, detrás de esa melodía irregular, existe una partitura oculta. No eliminaría la complejidad, pero revelaría que el aparente desorden responde a una estructura más profunda. Esta metáfora no debe entenderse literalmente, pero ayuda a captar la belleza del problema. La hipótesis de Riemann no dice que los primos sean “simples”; dice que su complejidad podría estar gobernada por una ley extraordinariamente precisa.

Más allá de los primos: conexiones inesperadas

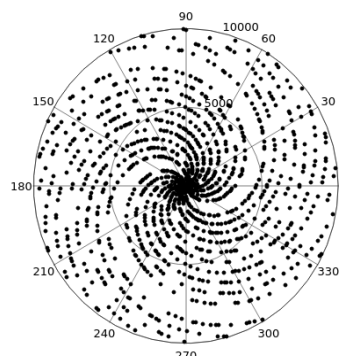
Aunque nació en la teoría de números, la hipótesis de Riemann ha generado conexiones con otras áreas. Su estudio se relaciona con análisis complejo, geometría, física matemática, teoría espectral e incluso modelos inspirados en la mecánica cuántica. Algunos enfoques modernos han explorado analogías entre los ceros de la función zeta y ciertos sistemas físicos, especialmente en contextos donde aparecen patrones estadísticos similares a los de sistemas cuánticos caóticos. Estas conexiones no constituyen una prueba, pero muestran la fertilidad del problema y su capacidad para cruzar fronteras disciplinares. Esto es especialmente interesante desde una perspectiva educativa. La hipótesis de Riemann muestra que una pregunta aparentemente aritmética —cómo se distribuyen los números primos— puede terminar conectada con ideas de análisis, geometría, computación y física. Es un ejemplo poderoso de cómo la ciencia y la matemática avanzan muchas veces mediante puentes inesperados.

Conclusión: una pregunta sencilla con profundidad abismal

La hipótesis de Riemann representa una de las formas más puras del misterio matemático. Su formulación técnica es compleja, pero su motivación es profundamente humana: queremos encontrar orden en aquello que parece irregular. Queremos saber si los números primos, esos bloques fundamentales de la aritmética, obedecen una ley más profunda que aún no hemos logrado demostrar. Más de siglo y medio después de su formulación, la hipótesis sigue abierta. Ha resistido los esfuerzos de generaciones de matemáticos, ha inspirado miles de trabajos y ha generado conexiones con ramas muy diversas del conocimiento. Su importancia no reside solo en el premio económico ni en su prestigio histórico, sino en lo que revela sobre la propia naturaleza de la matemática: la distancia entre observar y demostrar, entre sospechar y comprender, entre encontrar patrones y justificar por qué deben existir. Quizá por eso sigue fascinando. Porque nos recuerda que incluso en el territorio aparentemente exacto de los números quedan regiones inexploradas. Y porque muestra que, a veces, una pregunta escrita en apenas unas líneas puede iluminar siglos de investigación.

Referencias

- * Riemann, B. (1859). Ueber die Anzahl der Primzahlen unter einer gegebenen Grösse. Monatsberichte der Berliner Akademie, November 1859, 671–680. English translation by D. R. Wilkins: On the Number of Prime Numbers less than a Given Quantity.
- * Clay Mathematics Institute. (n.d.). Riemann Hypothesis. Millennium Prize Problems. Clay Mathematics Institute.
- * Bombieri, E. (2000). Problems of the Millennium: The Riemann Hypothesis. Clay Mathematics Institute.
- * Sarnak, P. (2004). Problems of the Millennium: The Riemann Hypothesis. Clay Mathematics Institute Annual Report 2004, 5–21.
- * Odlyzko, A. M. (1987). On the distribution of spacings between zeros of the zeta function. Mathematics of Computation, 48(177), 273–308. <https://doi.org/10.1090/S0025-5718-1987-0866115-0>
- * Encyclopaedia Britannica. (2026). Riemann hypothesis. Encyclopaedia Britannica.



Números primos en coordenadas polares

ACTIVIDADES

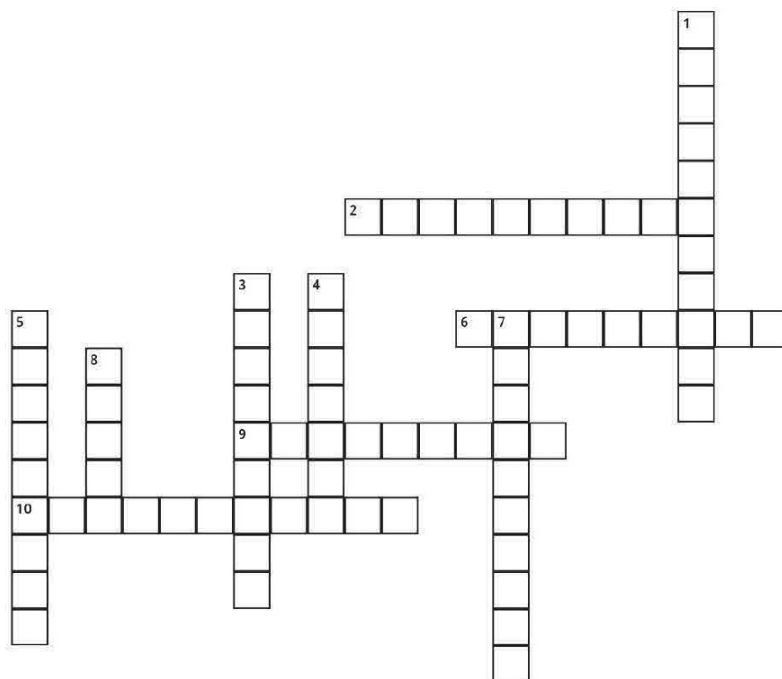
Crucigrama: Educación

Horizontales

2. Enfoque que prioriza la enseñanza y la transmisión de conocimientos en el aprendizaje.
6. Ciencia que se ocupa de la educación y la formación de individuos en diversos contextos.
9. Conjunto de asignaturas y contenidos que se enseñan en un sistema educativo.
10. Proceso mediante el cual se adquieren conocimientos, habilidades y actitudes a lo largo de la vida.

Verticales

1. Estudio de los métodos y técnicas utilizados en la enseñanza y la investigación.
3. Relación entre la enseñanza y el aprendizaje, enfocada en métodos y estrategias.
4. Asesoría personalizada que se ofrece a estudiantes para mejorar su rendimiento académico.
5. Proceso de transmitir conocimientos, habilidades y valores, fundamentales en la formación de individuos en diversas disciplinas.
7. Proceso sistemático para medir el aprendizaje y el desempeño de los estudiantes.
8. Conocimiento adquirido a través de la experiencia o la educación formal, esencial en el desarrollo personal y profesional.



Ciencia
en Contexto

SUDOKU

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|--|---|---|---|
| | | | | 7 | | | 4 | 6 | |
| | 9 | 6 | | | | | 2 | 7 | |
| 7 | | 2 | | 6 | 3 | | | | |
| 4 | 8 | 5 | | | | | 7 | 3 | 2 |
| | | | | | | | 5 | | |
| | | | 8 | | 5 | | 4 | | |
| | | 9 | | 5 | | | | | |
| 1 | 5 | | | 8 | | | 6 | | 7 |
| | 3 | 7 | | | 4 | | | 5 | |

Contribuciones:

El boletín Ciencia en Contexto invita a investigadores, académicos y profesionales a enviar sus contribuciones originales en forma de artículos breves de investigación o divulgación, Damos la bienvenida a manuscritos en una amplia gama de áreas relacionadas con las ciencias naturales y las matemáticas, fomentando enfoques innovadores y multidisciplinarios.

Para consultas generales sobre el proceso de envío, puede contactar a nuestro equipo editorial en mflores32@uagm.edu.

Retando el conocimiento

La siguiente pregunta es para aquellos que retan sus conocimientos. Aquel que la conteste, envíe sus resultados a mflores32@uagm.edu o fdiaz@uagm.edu. Si su contestación es correcta, su nombre aparecerá en la próxima edición de Ciencia en Contexto.

A 298K se mezcla isotermicamente 1.00mol de N₂, 2.00mol de O₂ y 3.00mol de Ar, todos gases ideales inicialmente separados y a la misma presión. ¿Cuál es el cambio en entropía de la mezcla?

Aportación: Francisco Márquez

La respuesta correcta a la pregunta del pasado mes es: La masa del agujero negro es aproximadamente

$$4.5 \times 10^{36} \text{ kg} \approx 2.3 \times 10^6$$

es decir, unos 2.3 millones de masas solares.