

Apuntes

MATEMÁTICAS

Perspiciacia animal

En tiempo reciente, los medios se han hecho eco de varias noticias que comparten un mensaje similar: los animales entienden de manera instintiva mejor que los humanos ciertas operaciones matemáticas. ¿Cuánta verdad esconden?

En el tristemente célebre problema de Monty Hall, así llamado en honor al presentador del concurso televisivo estadounidense *Let's make a deal*, las personas parecen quedar muy mal en comparación con las palomas. Un participante ha de elegir entre tres puertas, una de las cuales esconde un premio. Cuando ha escogido una de ellas, el presentador abre otra de las puertas, asegurándose de que sea una de las dos que no esconde ningún premio. Después, se le da al concursante la posibilidad de cambiar su elección. ¿Debería elegir la otra puerta?

La mayoría de la gente se mantiene firme en su primera opción. Se trata de la decisión equivocada, puesto que retractarse aumenta de 1/3 a 2/3 la probabilidad de ganar. (Si nos empeñamos en la primera puerta, habremos ganado solo si habíamos acertado desde el principio, un suceso que tiene una probabilidad de 1/3; pero, si cambiamos a la segunda, habremos ganado siempre que nuestra primera elección hubiese sido equivocada, lo que ocurrirá en 2/3 de las



ocasiones.) Según un estudio reciente, incluso después de participar un gran número de veces y observar que cambiar de puerta duplica las probabilidades de ganar, las personas solo nos retractamos en 2/3 de las ocasiones. Las palomas lo hacen mucho mejor: después de varios intentos, acaban por decantarse siempre por la segunda posibilidad.

Las palomas aprenden. Pero ¿calculan o entienden algo? En absoluto. Como buenas empiristas, no hacen más que rendirse ante la evidencia. La gente, en cambio, da demasiadas vueltas al asunto y termina por confundirse.

Las abejas, que parecen encontrar el camino más corto que conecta las flores de un prado, constituyen otro ejemplo de aparente perspiciacia animal. Incluso si el camino que siguen fuera en verdad el óptimo (y la única forma de comprobarlo sería medir todos los caminos posibles), no se podría afirmar que han dado con un algoritmo general, una tarea tan complicada que pertenece a un tipo de problemas denominados NP-complejos, insolubles en la gran mayoría de los casos. El itinerario de las abejas quizá sea una buena aproximación del camino más corto, pero no hay motivo para pensar que siempre logran dicha aproximación, ni mucho menos que obtienen la solución óptima para todas las situaciones posibles con un número indefinido de flores.

—John Allen Paulos

SELENOLOGÍA

Grafito en rocas lunares

Aunque el hombre no ha vuelto a pisar la Luna desde que el *Apolo 17* la visitase en 1972, parece que aquellas misiones aún deparan sorpresas. El análisis de una de las rocas recogidas entonces ha arrojado la primera prueba de la existencia de grafito en una muestra lunar.

El verano pasado, Andrew Steele, astrobiólogo en la Institución Carnegie de Washington, y sus colaboradores publicaron en *Science* el hallazgo de docenas de partículas y siete filamentos de grafito extraídos de una pequeña mancha oscura (de apenas 0,1 milímetros cuadrados) de una de las rocas que trajo el *Apolo 17*. En el pasado ya se habían aislado trazas de carbono procedentes del viento solar o en forma de otros compuestos, como algunos carburos. Pero el descubrimiento de cantidades de grafito de un tamaño notable supone un descubrimiento único.

Se estima que su origen podría hallarse en una gran lluvia de meteoritos acontecida hace unos cuatro mil millones de años, un episodio



Harrison Schmitt, tripulante del *Apolo 17* y último hombre en poner pie en la Luna, trajo muestras en 1972 que aún hoy siguen sorprendiendo.

que ha dado en llamarse bombardeo intenso tardío. Según Steele, los fragmentos aislados ahora quizá constituyan el remanente del polvo liberado durante el impacto de un meteorito rico en carbono, aunque también podrían haber condensado a partir del gas producido en uno de esos impactos. De confirmarse la primera hipótesis, los cristales de grafito quizá sean restos intactos del meteorito que excavó la cuenca Serenitatis, cercana al lugar donde alunizó el *Apolo 17*.

Paul D. Spudis, del Instituto Lunar y Planetario de Houston, coincide en que es probable que se trate de los restos de algún impacto, pero puntualiza que podría ser uno distinto al que excavó la cuenca Serenitatis. Junto a otro colaborador, Spudis postuló en 1981 que las muestras recogidas por el *Apolo 17* quizá tuviesen su origen no en un único impacto, sino en varios.

Sea como fuere, los recursos científicos cosechados durante las misiones Apolo no se encuentran agotados en absoluto.

—John Matson

Lucha mundial contra las enfermedades crónicas

La comunidad sanitaria mundial ha cosechado numerosas victorias en su lucha contra las enfermedades infecciosas en las zonas más pobres del mundo. Erradicó la viruela en el decenio de los setenta y ha reducido al mínimo los casos de polio. En la actualidad la atención se centra en el cáncer y las enfermedades cardíacas. El Instituto de Medicina de Washington D.C. publicó hace poco un informe donde advertía que el aumento de las enfermedades cardiovasculares en los países con rentas medias y bajas está amenazando el bienestar económico de esas naciones. Y un grupo de médicos y personalidades públicas ha hecho un llamamiento en la revista *The Lancet* para extender el control y los cuidados contra el cáncer en los países pobres.

El nuevo interés responde a los cambios en las tendencias mundiales de las enfermedades. El cáncer y las cardiopatías no se limitan a los países desarrollados. Según la Agencia Internacional de Investigación contra el Cáncer, situada en Lyon, más de la mitad de los diagnósticos de cáncer en 2008 se produjeron en países en vías de desarrollo como Nigeria, Egipto y Brasil, en comparación con solo el 15 por ciento en 1970. El estudio de 2010 del Instituto de Medicina indicó que el 80 por ciento de los fallecimientos

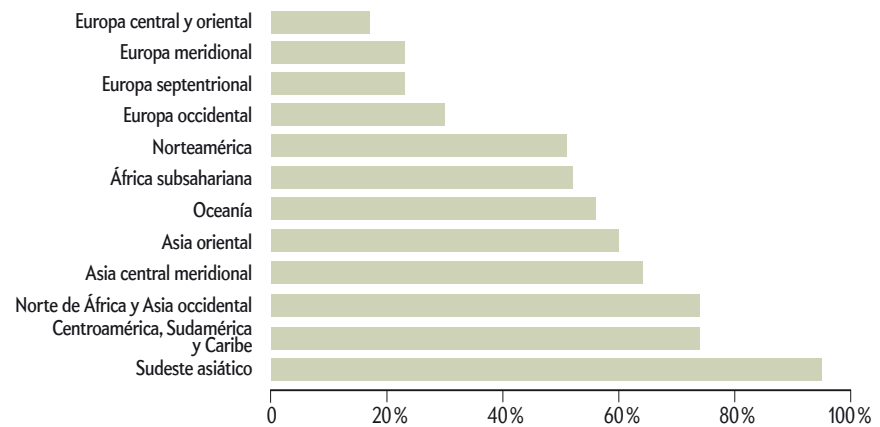
causados por ataques cardíacos, ictus y otras enfermedades cardiovasculares en todo el mundo se producen en los países subdesarrollados.

En cierto sentido, la creciente proporción de casos de cáncer está asociada a la prosperidad. Las personas viven más tiempo (el cáncer es más frecuente cuanto más se va envejeciendo) y fallecen menos por enfermedades infecciosas. De forma similar, el aumento de las afecciones cardiovasculares está vinculado al envejecimiento de la población, así como a la adopción de una dieta de estilo occi-

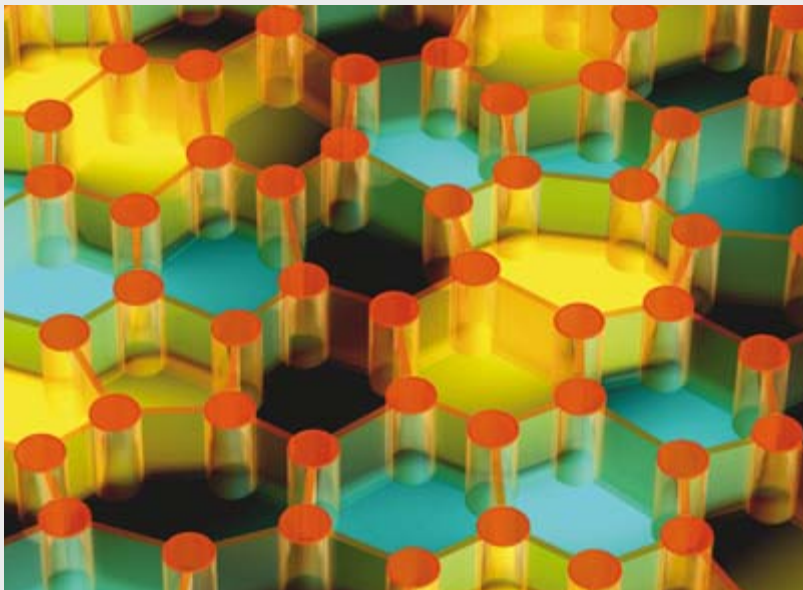
dental y a la reducción del ejercicio físico. El tratamiento del cáncer en las zonas pobres no supone por fuerza un elevado coste, ya que muchos remedios antiguos, sustituidos por otros más caros en el mundo occidental, demuestran una gran eficacia. Lo mismo sucede con el tratamiento de las enfermedades cardiovasculares. Por desgracia, a menudo resulta difícil acceder a esos medicamentos antiguos en los países pobres que, además, sufren escasez de médicos, enfermeras y otros profesionales sanitarios.

—Christine Gorman

Previsión del aumento porcentual de muertes causadas por el cáncer (2002-2020)



¿QUÉ ES ESTO?



Orden a partir del caos. En la última edición de la exposición *El Arte de la Ciencia*, organizada por la Universidad de Princeton, se presentó un diseño novedoso de un material que ayudará a desarrollar circuitos más reducidos para dispositivos fotónicos compactos, que utilizan luz en lugar de electrones para transmitir información. Para desviar y guiar la luz en estos dispositivos, los ingenieros suelen crear cristales fotónicos, es decir, patrones regulares de orificios de escala nanométrica. Sin embargo, estos desvían la luz de forma diferente según el ángulo, mientras que los nuevos materiales, gracias a su estructura aleatoria, permitirían desviarla con cualquier ángulo sin perder información. Esta imagen generada por ordenador por el grupo de Paul J. Steinhardt, de la Universidad de Princeton, muestra redes de cilindros y paredes (*naranja*), que se fabricarían a partir de una capa de silicio.

—Ann Chin

AGENDA

CONFERENCIAS

10 de marzo

La sinfonía inacabada de Einstein

José Antonio Font Roda,
 Universidad de Valencia
 Fundación Valenciana de Estudios
 Avanzados
 Valencia
 www.fvea.es

17 de marzo

Why the Nobel Prize in 2005?

Richard R. Schrock, Instituto
 de Tecnología de Massachusetts
 Premio Nobel de Química 2005
 Fundación Ramón Areces
 Madrid
 www.fundacionareces.es

24 de marzo - Coloquio

Maths is everywhere

John D. Barrow, Universidad
 de Cambridge
 Universidad de Zaragoza
 Zaragoza
 www.rsme.es/centenario

EXPOSICIONES

Anfibios y reptiles de España

Museo Nacional de Ciencias Naturales
 Madrid
 www.mnen.csic.es

**Una autopista detrás del enchufe**

Casa de las Ciencias
 Logroño
 www.logro-o.org/casadelasciencias

OTROS

6 de marzo - Visita teatralizada

Museo de Arqueología de Cataluña

Puig de Sant Andreu (poblado ibérico)
 Ullastret
 www.mac.cat/cat/Seus/Ullastret

19 y 20 marzo - Varias actividades

Fiesta de la meteorología

Cosmocaixa
 Barcelona
 www.obrasocial.lacaixa.es

QUÍMICA

La increíble espuma comestible

Si usted comienza la mañana con un cappuchino y termina la tarde con una cerveza, su día empieza y acaba con uno de los aspectos más intrigantes de la química culinaria: la espuma. Convertidas en una de las áreas más fértiles de la innovación gastronómica, sus burbujas esconden propiedades que los matemáticos aún no comprenden del todo.

Ferran Adrià comenzó a experimentar con ellas a mediados de los noventa. Para crear espumas a partir de alimentos tan variados como el bacalao, el *foie gras*, las setas o las patatas, Adrià empleó agentes espumosos poco tradicionales, como la gelatina o la lecitina, así como sifones de óxido nítrico presurizado. Más tarde, otros chefs de renombre como Heston Blumenthal, Wylie Dufresne o Grant Achatz también se sumaron a la revolución de las espumas culinarias.

Sus platos gozan un aura mística. Y no solo por su textura. Aunque una espuma parezca un revoltijo aleatorio, sus burbujas se autoorganizan según ciertas leyes que Joseph Plateau, físico belga, observó por primera vez en 1873. En primer lugar, cuando las películas del material que compone la espuma coinciden a lo largo de una línea, lo hacen siempre en grupos de tres. No cuatro ni cinco; siempre tres. Además, en esas uniones, el ángulo que forman dos películas cualesquiera es siempre de 120 grados. Por último, cuando varias de esas líneas de intersección se unen a su vez en un punto, lo hacen siempre en grupos de cuatro, y el ángulo que forman dos a dos en dicho punto toma siempre el valor $\arccos(-1/3)$, unos 109,5 grados.

Sólo un siglo más tarde, en 1976, Jean Taylor, matemático de la Universidad de Rutgers, demostró que las reglas de Plateau se derivaban del hecho de que la geometría que adoptan las burbujas tiende a minimizar la superficie total que ocupan. Pero si bien ello explica la geometría local en las intersecciones, no predice la forma global que ha de adoptar cada burbuja. Desde entonces, los matemáticos siguen preguntándose qué geometría han de exhibir las burbujas de una espuma para llenar un recipiente con la mínima cantidad de sustancia. En 1887, Lord Kelvin conjeturó que la espuma óptima era aquella en la que todas sus burbujas tomaban la forma de octaedros truncados (un poliedro de 14 caras: 6 cuadrados y 8 hexágonos equiláteros). Sin embargo, en 1994, Dennis Weaire y Robert Phelan, del Trinity College de Dublín, hallaron una solución mejor: una espuma cuyas burbujas adoptaban alternativamente la forma de dos poliedros irregulares y que llenaba el espacio con menor cantidad de material que la espuma de Kelvin. A día de hoy, nadie sabe si existe una solución mejor [véase «Espumas óptimas», por N. Treitz; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, mayo de 2010].

En los alimentos espumosos, las burbujas que no satisfacen las leyes de Plateau explotan con rapidez. Lo mismo sucede con las burbujas demasiado pequeñas: la tensión superficial aumenta la presión interior más allá del punto de ruptura. Es por ello por lo que las espumas líquidas pierden sus finos detalles a medida que pasa el tiempo... y por lo que es mejor beberse el cappuchino recién hecho.

—W. Wayt Gibbs y Nathan Myhrvold



Errata corrige

En el artículo «El conjunto de Mandelbrot en tres dimensiones» [INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, febrero de 2011], la autoría de la doble imagen de las páginas 50 y 51 se atribuye erróneamente en el epígrafe a David White. El verdadero nombre del autor es Daniel White.

En el mismo artículo, en página 54, segunda columna, undécima línea, se han omitido las últimas palabras de la frase: «[...] como seres tridimensionales que somos, no poseemos la capacidad para visualizar un espacio de cuatro dimensiones».

Gérmenes altruistas

El mundo está lleno de buenos samaritanos; podemos hallarlos hasta en nuestro propio cuerpo. James J. Collins, de la Universidad de Boston, ha descubierto que un pequeño número de bacterias resistentes a los medicamentos ayudan a sus congéneres más vulnerables a tolerar la acción de los antibióticos, aunque ese gesto tiene un precio.

El grupo de Collins introdujo cantidades crecientes de un antibiótico en un cultivo de *Escherichia coli*, algunas de cuyas cepas colonizan el aparato digestivo de humanos y animales, y causan enfermedades. El análisis periódico del grado de resistencia al medicamento reveló un efecto inesperado: aunque toda la población prosperaba en presencia del medicamento, solo algunas de las bacterias eran realmente resistentes al mismo. «Verificamos con sorpresa que la resistencia individual de las bacterias era muy inferior a la de la población en su conjunto», señala Collins, quien publicó hace poco los resultados en *Nature*. Nuevos análisis indicaron que los mutantes resistentes segregaban indol, una molécula que inhibe su propio crecimiento pero ayuda al resto de la población a sobrevivir al activar en ella los sistemas de bombeo de las membranas celulares que eliminan el medicamento.



Algunos individuos de *E. coli* (en la foto) protegen a sus congéneres. Este hallazgo tal vez ayude a desarrollar medicamentos más eficaces e «inteligentes».

Los hallazgos podrían contribuir al desarrollo de antibióticos más eficientes. Si el indol favorece la resistencia a los antibióticos, esta se podría evitar bloqueando la señalización del indol con pequeñas moléculas. Por otro lado, tras comprobar su seguridad, cabría la posibilidad de utilizar algún día el indol, o un tratamiento basado en el mismo, para que las bacterias beneficiosas desplazaran a las patógenas en los aparatos digestivo o urinario, opina Mark Anderson, director científico de NovaBay Pharmaceuticals, en Emeryville, California, empresa que desarrolla medicamentos contra las infecciones resistentes a los antibióticos.

Los resultados podrían también cambiar la forma en que los médicos estudian las infecciones. Una población de bacterias puede adquirir resistencia a los antibióticos, aunque solo un número reducido de ellas posean las mutaciones que la confieran. De ahí que al obtener y analizar pequeñas muestras bacterianas de los pacientes podría infravalorarse la resistencia de la infección en su conjunto. Según Collins, estos organismos unicelulares funcionan en cierto modo como un organismo pluricelular, por lo que las muestras aisladas podrían no ser representativas del conjunto. —Melinda Wenner Moyer

El diamante, ¿joya o mineral?

Un diamante es para toda la vida. Igual como el zafiro, la sílice y el poliestireno extruido. Representa la sustancia más dura conocida de la naturaleza, lo que hace de ella un excelente material para herramientas de corte pero no explica su valor como símbolo amoroso. Aunque los diamantes se hayan formado bajo el calor y la presión del manto terrestre hace miles de millones de años, su incidencia en el mundo actual tiene un origen mucho más reciente.

En 1870 las prospecciones mineras británicas en Sudáfrica descubrieron enormes yacimientos de diamantes. Hasta entonces, el mineral se consideraba un artículo de lujo, extraordinariamente raro; los nuevos hallazgos amenazaban con inundar de gemas el mercado y hundir su precio. Los que invertían en las minas decidieron consolidar sus intereses mediante el control del flujo de diamantes en el mercado libre. Para ello crearon en 1888 el consorcio De Beers Consolidated Mines Ltd. Al retener en depósito sus mercancías para mantener elevados los precios, De Beers consiguió controlar el suministro mundial de diamantes durante el siglo siguiente.

Otra de las artimañas consistió en atizar la demanda. En 1938, De Beers encargó a la empresa estadounidense N. W. Ayer la primera campaña publicitaria no orientada a vender un artículo concreto, ni a atraer clientes a un determinado centro comercial,



sino a vender una idea: el diamante como único símbolo de amor imperecedero, y cuyo tamaño mediría la intensidad del amor. La compañía insertaba en periódicos y revistas noticias que resaltaban el tamaño de los diamantes que se regalaban entre sí las estrellas de cine, así como anuncios a todo color de famosos que hacían resplandecer sus gemas para cimentar esa asociación. El eslogan «un diamante es para siempre» se introdujo en 1949, y dado que entonces la generación de posguerra ya tenía edad de casarse, el anillo de compromiso con diamantes se convirtió en signo insustituible de alianza amorosa y de prestigio.

A principios del pasado decenio, la legislación antimonopolio recortó el poder de De Beers en el mercado de diamantes y le obligó a terminar con su práctica de retención de los minerales. Pero su función ha sido reemplazada por Alrosa, empresa que pertenece al Gobierno ruso en un 90 por ciento y que en 2009 se convirtió en el mayor productor mundial de diamantes. Alrosa, preocupada por la caída de los precios en la recesión global, no ha vendido ni una gema en el mercado libre desde diciembre de 2008. Andrei V. Polyakov, portavoz de la empresa, lo explicaba así al *New York Times*: «si no puedes mantener su precio, el diamante se convierte en una simple piedra de carbono».

—Michael Moyer