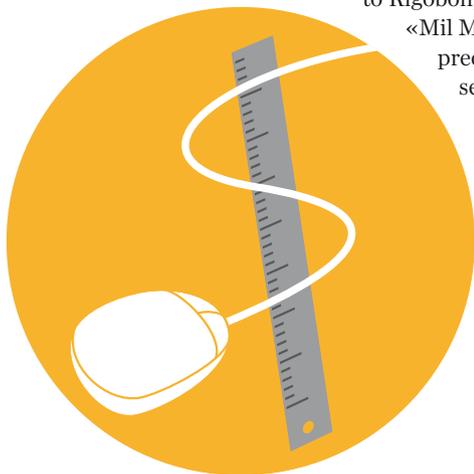


## El precio justo

En plena era de la información, los empleados de la Oficina de Estadísticas Laborales de EE.UU. aún continúan llamando por teléfono para averiguar cuánto cobra un dentista y siguen visitando los comercios para tomar nota de los precios. Al final, los datos son precisos, pero se tarda en torno a un mes en recopilarlos y analizarlos. A fin de acelerar el proceso, Alberto Cavallo y Rigoberto Rigobon, economistas del Instituto de Tecnología de Massachusetts, han creado el proyecto de los «Mil Millones de Precios» ([bpp.mit.edu](http://bpp.mit.edu)): un soporte lógico que indexa páginas web y rastrea los precios de más de cinco millones de productos de algo más de setenta países. Gracias a ello, se obtienen tasas de inflación en tiempo real.



El proyecto no pretende sustituir a las estadísticas oficiales, ya que no incluye los precios de aquellos servicios inaccesibles a través de Internet, como visitas al peluquero o al dentista. No obstante, semejante rapidez a la hora de recopilar datos podría resultar de gran utilidad en momentos de incertidumbre económica: tras el terremoto de Chile en febrero de 2010, el Gobierno utilizó las cifras de Cavallo y Rigobon para controlar los precios de la comida y detectar cualquier aumento brusco. En la actualidad, Cavallo intenta extender el método a los cálculos del producto interior bruto. En caso de tener éxito, la empresa revestiría no poca importancia. En palabras de Laurence Ball, economista de la Universidad Johns Hopkins: «Es el PIB lo que determina si un período de recesión es inminente».

—Michael Easter

## Descifrado un enigma de un siglo de antigüedad

Para tratarse de alguien que murió a los 32 años de edad, Srinivasa Ramanujan, matemático prácticamente autodidacta, dejó un legado impresionante. Ahora, los expertos en teoría de números han descubierto por fin el sentido de una de sus afirmaciones más crípticas, escrita un año antes de su muerte en 1920.

El asunto gira en torno a las particiones, un concepto sencillo solo en apariencia. La función de partición  $p(n)$  cuenta las maneras de expresar un número entero positivo  $n$  como suma de otros. Por ejemplo, para el número 5, existen siete opciones:

$$\begin{aligned} 5 &= 1 + 1 + 1 + 1 + 1 = 1 + 1 + 1 + 2 = \\ &= 1 + 1 + 3 = 1 + 2 + 2 = 1 + 4 = 2 + 3. \end{aligned}$$

Es decir,  $p(5) = 7$ . Para el número 6 hay 11 posibilidades, por lo que  $p(6) = 11$ . A medida que crece  $n$ , el número de particiones aumenta con gran rapidez. Por ejemplo,  $p(100) = 190.569.292$ , y  $p(1000)$  es un número de 32 cifras.

Durante siglos, los matemáticos han intentado comprender las particiones, buscando, entre otras cosas, relaciones entre ellas. Ramanujan se percató de que, si comenzaba con el número 9 y le añadía múltiplos de 5, las particiones de los números resultantes eran divisibles entre 5:  $p(9) = 30$ ,  $p(9 + 5) = 135$ ,  $p(9 + 10) = 490$ ,  $p(9 + 15) = 1575$ , etcétera. Propuso que algunas recurrencias de ese estilo debían mantenerse indefinidamente y que debían existir relaciones similares al considerar, en vez de múltiplos de 5, múltiplos de 7 y de 11, los dos números primos siguientes. Además, deberían darse relaciones análogas para las potencias de 5, 7 y 11. Así, habría una sucesión infinita de números  $n$  separados por intervalos de  $5^3$  tales que todas las  $p(n)$  correspondientes fuesen divisibles por 125. Después, como si de un oráculo se tratase, Ramanujan escribió que *no* deberían existir «propiedades simples» de esa clase para los números primos mayores. En otras

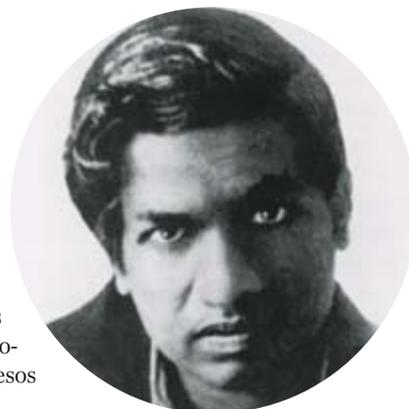
palabras, conjeturaba la ausencia de secuencias de particiones  $p(n)$  tales que todas fuesen divisibles por 13, 17, 19, etcétera. Desde entonces, los matemáticos han buscado sin éxito patrones en los que intervengan esos números primos.

En enero, Ken Ono, de la Universidad Emory, y sus colaboradores hallaron fórmulas que relacionaban las funciones de partición de series de números  $n$  separados por intervalos de las potencias de 13 (13,  $13^2$ ,  $13^3$ ...), así como de los números primos superiores. Las fórmulas no resultan «simples», en el sentido de que las  $p(n)$  no son divisibles entre las potencias de 13; en cambio, revelan relaciones entre los *restos* de dichas divisiones. Para cada número primo, a medida que el exponente crece, las recurrencias que se obtienen recuerdan a las que aparecen en los fractales, estructuras geométricas con patrones característicos que se repiten a todas las escalas.

En otro resultado hecho público también en enero, Ono y un colaborador dieron con la primera fórmula para calcular directamente  $p(n)$  para cualquier  $n$ , un logro que hasta ahora había eludido los esfuerzos de los expertos en teoría de números.

¿Qué aplicaciones prácticas hallarán estos descubrimientos? George E. Andrews, de la Universidad estatal de Pennsylvania, lo encuentra difícil de predecir: «Los avances en matemáticas puras pueden tardar un tiempo en convertirse en aplicaciones prácticas».

—Davide Castelvecchi



Srinivasa Ramanujan

## Luz al final de la pista

Las películas de los estudios Pixar se desarrollan en reinos de fantasía. Pero la ciencia y la técnica necesarias para crear esos mundos se originan en la realidad. Para *Cars 2*, las mentes detrás de filmes como *Toy Story*, *Up* y *WALL E* tuvieron que estudiar las formas complejas en las que la luz se refleja en los coches.

La película deja atrás su escenario original, una ciudad somnolienta del desierto, para desarrollarse en el mundo de las carreras. Sus creadores debieron representar, por ello, un gran número de automóviles circulando por una variedad de pistas y circuitos. El sistema de iluminación 3D de Pixar exigía una renovación. Necesitaban investigar el comportamiento de la luz en vehículos que se movían con rapidez y cómo su movimiento y cualidades reflectoras se comportaban en el entorno.

Estudiaron las propiedades absorbentes de la luz en la pintura de los coches, la fibra de carbono y el cromo, así como la intensidad de la oscuridad y el alcance de los faros estándar o de cristal líquido. Los resultados se programaron en algoritmos para calcular y convertir en tiempo real, la frecuencia y temperatura de la



luz, y el color en materiales reflectantes, absorbentes y deformables.

La investigación se integró luego en un nuevo motor de iluminación, un programa informático que permite recrear escenas que parecen iluminadas desde cualquier ángulo. Es el tipo de efecto que persigue un director de fotografía en la vida real. Esta herramienta se incorporó en un sistema de cámara virtual, lo que permitió crear ambientes desde cualquier perspectiva de cámara.

El programa permitió recrear el centro de la ciudad de Tokio con todas sus luces de neón y mantenerlas de forma automá-

tica, creando así las relaciones lumínicas correctas. De ese modo, mientras el personaje Lightning McQueen corre por la ciudad, la iluminación del coche y las luces de neón reflejan su pintura roja, y este destello rojizo puede reflejarse también en un charco mientras pasa el automóvil. Todo esto se logra sin que los animadores tengan que ilustrar los efectos «a mano» y escena por escena.

Después de que *Cars 2* desapareciera en el horizonte, Pixar utilizará su nueva herramienta de iluminación en próximas películas.

—John Scott Lewinski

## ALTAS ENERGÍAS

### Resultados contradictorios en el Tevatrón

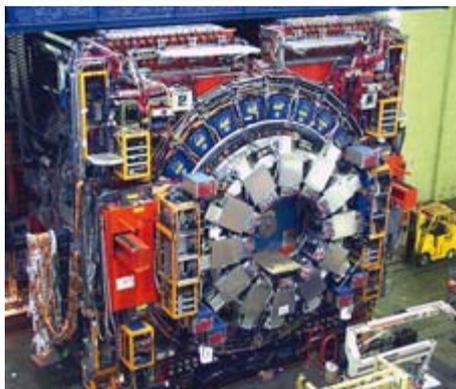
En abril, la colaboración CDF (la responsable de uno de los dos detectores del acelerador de partículas Tevatrón, cerca de Chicago) provocó un revuelo al anunciar que cierto experimento se desviaba de manera significativa de las predicciones teóricas. En colisiones protón-antiprotón en las que se producían un bosón *W* y dos chorros de hadrones (partículas formadas por quarks) se observaba un exceso considerable de eventos cuando la masa del par de chorros rondaba los 150 gigaelectronvoltios. La interpretación más sencilla apuntaba a una nueva partícula cuya masa rondaría unas 150 veces la del protón. Las características del experimento descartaban que la partícula fuese el bosón de Higgs, por lo que las hipótesis se multiplicaron. Desde entonces, más de medio centenar de artículos han intentado explicar el origen de la anomalía.

En mayo, CDF repitió el análisis, esta vez con casi el doble de datos de colisiones. Obtuvo el mismo resultado

y redujo al 0,001 por ciento la probabilidad de que se tratase de una fluctuación estadística. Así las cosas, los responsables de D0, el otro detector del Tevatrón, decidieron analizar sus propios datos. El 10 de junio anunciaron los resultados: no veían ningún exceso de eventos.

¿Quién se equivoca? La mayoría acepta las conclusiones de D0, ya que coinciden con las predicciones teóricas. Pero, si CDF ha dado un falso positivo, ahora lo principal es averiguar por qué. El detector CDF ha mostrado funcionar a la perfección durante 25 años. Si se descarta que todo se debiese a una fluctuación estadística de los datos, lo que se antoja muy improbable, queda la opción de un error durante la modelización del proceso o en la supresión del ruido. La anomalía afectaba a una pequeña brizna entre un pajar descomunal de productos de colisiones, por lo que el análisis de los datos reviste una complicación enorme. No obstante, el cálculo fue revisado a conciencia por parte de los centenares de expertos que trabajan en CDF. Con toda seguridad, aislar el origen de la discrepancia no resultará sencillo.

—IyC



AGENDA

CONGRESOS

Del 30 de julio al 7 de agosto

**Congreso mundial de química**

Puerto Rico

www.iupac2011.org

EXPOSICIONES

Hasta el 10 de julio

**Inaudito, la aventura de oír**

Museo de la Ciencia y de la Técnica de Cataluña

Terrassa (Barcelona)

www.mnactec.cat

Exposición virtual

**Seres modélicos. Entre la naturaleza y el laboratorio**

Organiza: CSIC

www.seresmodelicos.csic.es



**Afinidades electivas: Valencia y la revolución química**

Organiza: IHMC López Piñero y Universidad de Valencia

Palacio de Cerveró

Valencia

www.ihmc.uv-csic.es

OTROS

Del 3 al 6 de julio

**15<sup>as</sup> Jornadas sobre el aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas**

Laboral Ciudad de la Cultura

Gijón

www.15jaem.org

Del 4 al 8 de julio – Curso

**Astronomía para todos.**

**El año del sistema solar**

Cosmocaixa

Madrid

www.obrasocial.lacaixa.es

Del 6 al 8 de julio - Encuentro

**Terremotos y tsunamis**

Cursos de verano de El Escorial

Universidad Complutense de Madrid

Madrid

www.ucm.es/cursosverano

ECOLOGIA

Reproducción del coral



**Es difícil cortejar** al sexo opuesto cuando se está fijo en un sustrato. Ello explica la ausencia de apareamiento en los pólipos (los animales diminutos cuyos exoesqueletos forman los corales). Su estrategia para reproducirse consiste en desprender millones de espermatozoides y de óvulos que se dejan llevar hasta la superficie del océano. Allí entran en contacto, se produce la fecundación y se forman larvas que se alejan flotando para establecer nuevos arrecifes coralinos.

Quizá los pólipos no se muestren muy exigentes a la hora de escoger pareja, pero son de lo más puntuales: con una actividad febril, liberan los espermatozoides y los óvulos durante una noche al año, o quizás unas pocas noches consecutivas; y, por lo general, lo hacen poco después de la puesta del sol, en los atardeceres siguientes a una luna llena. Los científicos están ahora empezando a resolver el misterio de esa proeza de simultaneidad.

Puesto que los pólipos carecen de un sistema nervioso central, se planteaba la pregunta sobre la manera en que los distintos pólipos se coordinaban entre sí. Por lo general, un arrecife elige un día de luna llena de verano para frezar, durante unos 20 minutos, en las horas crepusculares. Aunque se ignora el modo en que los corales reconocen el mes en que han de reproducirse, Alison Sweeney, bióloga evolutiva de la Universidad de California en Santa Bárbara (UCSB), esbozó una cuestión más ajustada todavía: ¿cómo seleccionan los corales el momento preciso para frezar?

Sweeney sospechaba que los pólipos utilizaban como señal un cambio de matiz en el color del cielo del crepúsculo, que vira del rojo al azul. En la puesta de sol, la luz recorre un camino más largo a través de la atmósfera que filtra el azul, y el horizonte se torna más rojo. Antes de la luna llena, el satélite alcanza el cielo antes de la puesta de sol y, al reflejar la luz solar, añade más rojo. Justo después de una luna llena, cuando la puesta de sol precede a la salida de la Luna, el crepúsculo se vuelve más azul.

Para comprobar su hipótesis, Sweeney llevó a un equipo de la UCSB y de la Universidad de Duke a las islas Vírgenes en agosto de 2009. Observaron un arrecife de coral de astas de alce (*Acropora alcicornis*), una especie común en el Caribe, durante seis tardes, cerca de la época en que creían que liberaría óvulos y espermatozoides. Suspendieron un cable óptico hasta la profundidad del arrecife (unos 2,5 metros bajo el agua), conectado a un espectrofotómetro flotante. Advirtieron cambios en el color del océano cada atardecer. De modo consecuente, este reflejaba el color del cielo. El coral frezó durante los crepúsculos de azul radiante: las noches tercera y cuarta después de la luna llena, entre las 21:20 y las 21:50.

El grupo de Sweeney, que describió sus resultados en el *Journal of Experimental Biology* en febrero, sospecha que, al igual que los erizos de mar (que sincronizan asimismo su reproducción con los ciclos lunares), el coral de astas de alce también percibe los cambios de color a través de la piel, que contiene fotorreceptores del tipo existente en la retina humana.

—Rebecca Coffey

ALBERT MALLOL Y PERE BARNOLA. WWW.FLORACATALANA.NET (foto); CORTESÍA DE CHARLIE BOCH, UNIVERSIDAD DE CALIFORNIA, SANTA BARBARA (coral)

## Fukushima: ¿parque temático?

**Veinticinco años después** de la catástrofe nuclear de Chernóbil, toneladas de hormigón escudan a trabajadores y visitantes de la radiactividad del combustible fundido que yace en las profundidades. En Three Mile Island, por el contrario, el reactor contiguo —e idéntico— al que hace ya más de treinta años sufrió una fusión parcial del núcleo sigue aún funcionando y rodeado de viviendas habitadas.

Estos dos escenarios (la explotación mantenida o el entierro y abandono de la planta) delimitan el abanico de opciones que se le ofrecen a Fukushima Daiichi. Al menos tres de sus seis reactores han sufrido una fusión parcial del núcleo, al igual que dos de las siete piscinas de combustible usado. Según Kurt Kehler, vicepresidente de desmantelamientos y demoliciones de la empresa de ingeniería CH2M HILL, de Colorado, son varios los reactores dañados, por lo que es probable que haya dos o tres maneras de desmantelar la central.

El destino final de Fukushima dependerá del grado de fusión del combustible, del nivel de contaminación del terreno y del dinero que el Gobierno japonés desee invertir en las labores de limpieza. Tepco, la compañía operadora de la central, estima que el núcleo de al menos uno de los reactores se habría fundido por completo. En tal caso, las barras de combustible formarían un amasijo no muy diferente del que se generó en Chernóbil, donde fue necesario enterrar el reactor bajo un sarcófago descomunal. Además, la contaminación en el área de Fukushima se ha extendido unos 30 kilómetros a la redonda y ha llegado incluso a algunas ciudades más allá de ese perímetro. Es el caso de Iitate, la cual deberá ser abandonada a menos que el suelo sobre el que se levanta se renueve por completo. Unos 80.000 residentes de otras poblaciones en circunstancias similares ya han sido evacuados.



Mientras que el Gobierno de Japón insta a la demolición de la planta, Tepco preferiría recuperar los reactores dañados en caso de que fuese posible. Por desgracia, puede que ninguna de las partes vea cumplidos sus deseos: si el combustible hubiese quedado convertido en una masa informe, los elevados niveles de radiación impedirían cualquier labor de demolición y habría que sepultar la planta. Al igual que ocurrió a los ucranianos y bielorrusos que jamás regresaron a la zona de exclusión en torno a Chernóbil, es posible que quienes habitaban en las proximidades de Fukushima tampoco regresen jamás a su hogar, y granjeros y pescadores quizá nunca retomen su actividad. En resumidas cuentas, el área en torno a Fukushima podría quedar convertida en una zona desierta durante años: un nombre más que añadir a la lista de parques nucleares inesperados y otro testimonio de los peligros de la energía nuclear.

—David Biello

### ¿QUÉ ES ESTO?

**Seda multicolor:** En Singapur, algunos gusanos de seda tejen capullos de colores. Un equipo del Instituto de Investigación e Ingeniería de Materiales del país asiático espera poder desembarazarse en breve del proceso de teñido de la seda, el cual, además de laborioso, consume una gran cantidad de agua. Los investigadores añadieron ciertas moléculas fluorescentes a las hojas de morera pulverizadas que componen el alimento habitual de los gusanos de seda (*Bombyx mori*). Según la autora principal del estudio, Natalia C. Tansil, las orugas absorben el tinte y lo incorporan a las fibras de seda. Esta seda luminiscente, descrita en un número reciente de la edición electrónica de la revista *Advanced Materials*, también contaría con aplicaciones potenciales en medicina regenerativa, ya que podría servir para monitorizar con facilidad las matrices biodegradables que se emplean en la reconstrucción de huesos y tejidos. Si bien parece que las aplicaciones biomédicas llevarán más tiempo, Tansil espera que las textiles estén listas dentro de pocos años.

—Ann Chin

