

# Apuntes



LAS FULGURACIONES SOLARES, como la que creó esta erupción magnética filamentosa en 2012, pueden señalar la existencia de una tormenta capaz de dañar las redes eléctricas y los satélites de comunicaciones en todo el planeta.



## ESPACIO

## ¿Una tormenta solar apocalíptica?

Un estudio analiza el daño económico que podría causar una erupción solar con capacidad para alterar el campo magnético terrestre

**La humanidad** ya ha comenzado a afrontar peligros de escala planetaria, como el calentamiento global. Hasta ahora, sin embargo, muy pocos han prestado atención a las consecuencias que podría acarrear una tormenta solar catastrófica; es decir, una erupción de masa y energía del Sol con intensidad suficiente para alterar el campo magnético terrestre. En un artículo aparecido hace poco en el repositorio de prepublicaciones arXiv, dos astrofísicos de Harvard han intentado estimar el daño económico de un evento semejante. Los autores concluyen que el riesgo aumentará con el tiempo y estiman que, de aquí a 150 años, las pérdidas podrían igualar el actual producto interior bruto de EE.UU. (unos 20 billones de dólares).

Ya existen precedentes de este tipo de tormentas. En 1859, el conocido como «episodio de Carrington» comenzó con una brillante fulguración solar y una eyección de partículas de alta energía, las cuales provocaron la mayor tormenta magnética terrestre de la que se tenga constancia. El suceso causó vivas auroras boreales e incluso hubo telegrafistas que sufrieron descargas eléctricas. No obstante, una tormenta como la de Carrington resultaría hoy mucho más dañina, ya que nuestra sociedad depende fuertemente de la red eléctrica, los satélites de comunicaciones y el GPS. [Véase «Super-

NASA/CME/SDO

**BOLETINES A MEDIDA**

Elige los boletines según tus preferencias temáticas y recibirás toda la información sobre las revistas, las noticias y los contenidos web que más te interesan.

[www.investigacionyciencia.es/boletines](http://www.investigacionyciencia.es/boletines)

tormenta solar», por Sten F. Odenwald y James L. Green; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, octubre de 2008.]

Para cuantificar la amenaza, Abraham Loeb y Manasvi Lingam, del Centro Smithsonian de Astrofísica de Harvard, han elaborado un modelo matemático que parte del supuesto de que la vulnerabilidad social a las erupciones solares crecerá al mismo paso que los avances técnicos. Según dicho modelo, durante los próximos 50 años el perjuicio económico potencial dependerá sobre todo de la probabilidad, creciente en el tiempo, de que se produzca una tormenta solar catastrófica. Después, aumentará exponencialmente con el progreso tecnológico hasta que este se estabilice.

Algunos expertos han puesto en duda tales predicciones. «Calcular el impacto económico es complicado hoy, no digamos ya para dentro de un siglo», señala Edward Oughton, del Centro de Estudios sobre el Riesgo de la Universidad de Cambridge. En todo caso, el in-

vestigador considera que la incertidumbre no debería disuadirnos de tomar ciertas medidas preventivas, como fabricar redes eléctricas más resistentes o mejorar los sistemas de alarma temprana.

Loeb y Lingam conciben una estrategia mucho más atrevida: un escudo magnético entre la Tierra y el Sol, cuyo coste estiman en unos 100.000 millones de dólares. Daniel Baker, director del Laboratorio para la Física de la Atmósfera y el Espacio de la Universidad de Colorado en Boulder, considera sin embargo que la idea parece «bastante absurda», ya que las partículas solares llegan a la Tierra desde todas las direcciones.

Stacey Worman, analista de la consultora Abt Associates, conviene en que un mejor conocimiento de la «meteorología espacial» nos ayudaría a prepararnos para una tormenta solar peligrosa. «Es una cuestión difícil pero importante a la que tendríamos que prestar más atención.»  
—Jeremy Hsu

## NEUROCIENCIA

# El placer después de comer

El cerebro segrega sustancias reconfortantes al acabar la comida, aunque esta no haya sido apetitosa

**Cuando padecemos** una experiencia dolorosa, nuestro cerebro segrega analgésicos naturales cuya composición química es similar a la de potentes fármacos, como la morfina. Ahora, las investigaciones apuntan a que esos opioides endógenos cumplen otro cometido: regular el equilibrio energético del cuerpo.

Lauri Nummenmaa, especialista en neuroimagen de la Universidad de Turku, y sus

colaboradores midieron la secreción de opioides endógenos en el cerebro de diez varones sanos. Se les inyectó una sustancia radiactiva que se une a los receptores de los opioides, lo cual permite visualizar la tomografía de emisión de positrones mediante la actividad de dichos receptores.

El estudio descubrió indicios de analgésicos naturales en el cerebro de los participantes después de que comieran una apetitosa porción de pizza. De modo sorprendente, su cerebro liberó incluso más opioides endógenos después de ingerir un alimento líquido mucho menos tentador pero con un contenido nutricional similar, que Nummenmaa calificó como «mejunje nutritivo». Si bien los voluntarios valoraron la pizza como más sabrosa, la liberación de los opioides no pareció depender del goce de la comida, como describieron a inicios de este año en *Journal of Neuroscience*.

«Esperaríamos justo el resultado contrario», confiesa Paul Burghardt, investigador de la Universidad Estatal de Wayne, que no participó en el trabajo. Al fin y al cabo, estudios precedentes en animales y en humanos llevaron a pensar que los opioides endógenos ayudan a transmitir el placer de comer.

Nummenmaa también confiesa haber quedado perplejo. Investigaciones previas de su grupo habían descubierto que el cerebro de las personas obesas albergaba menos receptores de opioides, pero los niveles de estos se recuperaban si adelgazaban. «Quizá cuando la gente come en exceso los opioides endógenos liberados por el cerebro bombardean sin cesar los receptores y, como consecuencia, su número se reduce», opina.

El motivo por el que la cantidad de opioides que inundó el cerebro fue mayor después de ingerir el mejunje que la pizza sigue siendo una incógnita, pero los autores especulan con que la digestión más rápida del alimento líquido podría haber generado mayor cantidad de ellos en el momento de la exploración, a los 15 minutos de comer.

Los nuevos resultados podrían indicar que los opioides desempeñan funciones más amplias en el metabolismo energético de lo que se pensaba hasta el momento. Cabe la posibilidad de que el sistema opioide se desencadene por la satisfacción del estómago lleno y de haber repuesto energías, aclara Nummenmaa.

«Si uno da un paso atrás y se fija en las condiciones que activan la liberación de los opioides (dolor, comer, placer), todas ellas están vinculadas con la homeostasis», o el mantenimiento del equilibrio energético del cuerpo, reflexiona. «Lo más interesante es que el acto de comer activó el sistema sin que hubiera placer sensorial en ello.»

—Stephani Sutherland



## LINGÜÍSTICA

# Hablar con chasquidos

La forma de la cavidad bucal explicaría por qué tan pocas lenguas hacen uso de esos sonidos

Los **chasquidos** del habla, como los propios de ciertas lenguas africanas, corresponden a consonantes perfectamente inteligibles. Así pues, ¿por qué son tan poco frecuentes en la mayoría de las lenguas humanas? La razón podría residir en la anatomía.

Estudios anteriores han planteado que en algunos hablantes de las lenguas que los emplean, la apófisis alveolar (la protuberancia en forma de herradura donde se engastan los dientes superiores y el paladar) es pequeña o incluso nula. En una investigación novedosa, Scott Moisik, de la Universidad de Tecnología de Nanyang, en Singapur, y Dan Dediu, del Instituto Max Planck de Psicolingüística, en Niemege, elaboraron modelos biomecánicos que simulan los chasquidos en canales vocales con apófisis alveolares de diversos tamaños. Sus resultados, publicados el pasado enero en *Journal of Language Evolution*, revelan un claro inconveniente para los canales con apófisis grandes. Estas permitirían atrapar menos aire en la cavidad bucal, lo que exigiría más fuerza muscular para proferir el sonido.

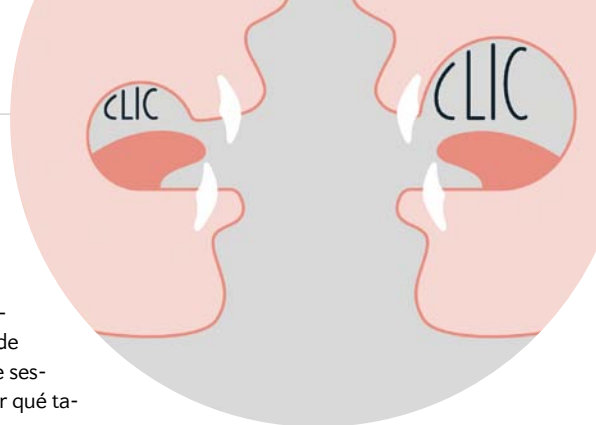
Los autores opinan que este hallazgo avala la existencia de un sesgo anatómico contrario a los chasquidos. Creen que el sesgo probablemente sea poco relevante a nivel individual: las personas cuya apófisis alveolar es abultada pueden aprender esas lenguas en las que se profieren chasquidos, pero los modelos indican que les resul-

taría difícil aprender las consonantes dotadas de ellos o las pronunciarían incorrectamente. Amplificado con el paso de las generaciones, este sesgo podría explicar por qué tales consonantes son tan escasas en las lenguas del mundo.

Estos resultados no son los primeros que ponen en duda la premisa arraigada entre los lingüistas de que la evolución del lenguaje es inmune, en buena medida, a los factores externos. Otros investigadores han argumentado en fecha reciente que el marco geográfico, también las condiciones ambientales y la genética podrían influir. Pero el trabajo de Moisik y Dediu va un paso más allá, porque señala a un único rasgo de la anatomía humana y cuantifica su contribución a un tipo concreto de fonema.

Susanne Fuchs, investigadora del Centro Leibniz de Lingüística General, en Berlín, ajena al trabajo, afirma que las conclusiones del estudio son válidas, pero advierte de que podrían representar el dilema del huevo o la gallina: «La forma del paladar sufre un proceso de maduración desde el inicio de la infancia hasta la pubertad y... la emisión frecuente de chasquidos podría modificarlo», opina Fuchs. «Por tanto, es perfectamente posible que, a lo largo de la historia, las propiedades del canal vocal y las de la emisión de los chasquidos se hayan desarrollado en paralelo.»

—Anne Pycha



## BIOMECÁNICA

# El contoneo del lagarto

Los geos leopardo adaptan su locomoción a la pérdida de la cola

En **algún rincón** de las tierras altas de Afganistán, un zorro hambriento fija su mirada en un apetitoso geco leopardo. Pero a este le queda una última baza: su cola desprendible. El apéndice caído se agita y se retuerce distrayendo al raposo; un tiempo precioso que el geco aprovecha para huir y buscar refugio.

El geco leopardo es una de las pocas especies de lagarto dotada de la facultad de autoamputación, o autotomía. La estrategia surge efecto, pero la cola supone casi una cuarta parte de su peso. ¿Cómo se adaptan a tamaña pérdida con tal rapidez?

Cuando el geco pierde la cola adopta una postura más «despatarrada» y camina con las extremidades más separadas del cuerpo, explica Kevin Jagnandan, biólogo de la Universidad Chapman. La mayoría de los especialistas supusieron en un principio que esta pose obedecía al cambio súbito del centro

de gravedad. Pero cuando Jagnandan sometió a observación a geos leopardo indemnes en su laboratorio, reparó en que contonean la cola cuando caminan, lo cual indica que esos movimientos podrían ser claves para su locomoción.

Para poner a prueba esa hipótesis, Jagnandan y su equipo examinaron las posturas de diez geos en distintas condiciones de deambulación: con la cola intacta, con un pequeño trozo de caña de pescar adherido a la cola (de peso ínfimo) que entorpecía su movimiento y, por último, con la cola completamente autoamputada. Esas comparaciones permitieron distinguir los efectos derivados de la pérdida de peso de los causados por dejar de agitar la cola durante la locomoción.

Los geos con la cola inmovilizada adoptaron posturas parecidas a los desprovistos de ella, según dieron a conocer el pasado septiembre en *Scientific Reports*. Este resultado apunta a que el caminar patiabierito que adoptan tras la pérdida no pretende compensar el peso perdido, sino más bien la carencia del vaivén de la cola. Jagnandan

cree que el movimiento de esta ayuda a mantener el equilibrio y la estabilidad cuando el geco camina. Sospecha que la cola de los mamíferos arborícolas, como la de numerosos felinos y primates, cumple idéntico propósito.

Al biólogo Bill Ryerson, del Colegio Universitario San Anselmo, en New Hampshire, y ajeno al estudio, le han sorprendido los resultados: «Dábamos por hecho que era un asunto resuelto, que estaba claro como el agua que el peso era el factor principal». El nuevo estudio pone en entredicho de modo elegante esa idea, opina Ryerson.

Jagnandan espera que el conocimiento de cómo reaccionan estos reptiles a la pérdida de miembros anatómicos ayude en última instancia a diseñar robots capaces de desplazarse con mayor eficiencia cargas pesadas, o incluso extremidades enteras.

—Jason G. Goldman



EXOPLANETAS

# Mundos vecinos

La mayoría de los planetas extrasolares cercanos que conocemos orbitan en torno a estrellas mucho menores y más tenues que el Sol

Los astrónomos ya han descubierto más de 3500 exoplanetas, a los que habrá que sumar miles más durante los próximos años. Algunos de ellos tendrán un tamaño, composición y temperatura muy similares a los de la Tierra. Sin embargo, se diferenciarán en un aspecto importante: no orbitarán en torno a estrellas semejantes al Sol, sino alrededor de enanas rojas, o enanas de tipo M. Aunque estos astros constituyen las estrellas activas más pequeñas y frías del universo, son también el mejor lugar para encontrar exoplanetas, en parte debido a su abundancia [véase «CARMENES, el detector de exotierras», por José A. Caballero; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, mayo de 2016]. No pueden observarse a simple vista, pero dan cuenta de más de la mitad de las 140 estrellas conocidas a menos de 20 años luz del Sol y albergan 2/3 de los exoplanetas descubiertos hasta ahora en dicha zona (gráfico). A pesar de su baja temperatura, los planetas que orbiten lo suficientemente cerca de ellas estarán calientes. Parecidos a la Tierra o no, estos mundos extraterrestres están destinados a convertirse en los más familiares para nosotros.

—Lee Billings

## Mundos lejanos

El Satélite de Inspección de Exoplanetas en Tránsito (TESS), de la NASA, cuyo lanzamiento está previsto para marzo de 2018, examinará todo el cielo y se centrará en 2,5 millones de estrellas, una quinta parte de las cuales serán enanas de tipo M. Dado que sus instrumentos detectarán con mayor facilidad planetas pequeños y rocosos que orbiten próximos a estrellas enanas, lo más probable es que los mundos potencialmente habitables que encuentre se hallen en enanas de tipo M.

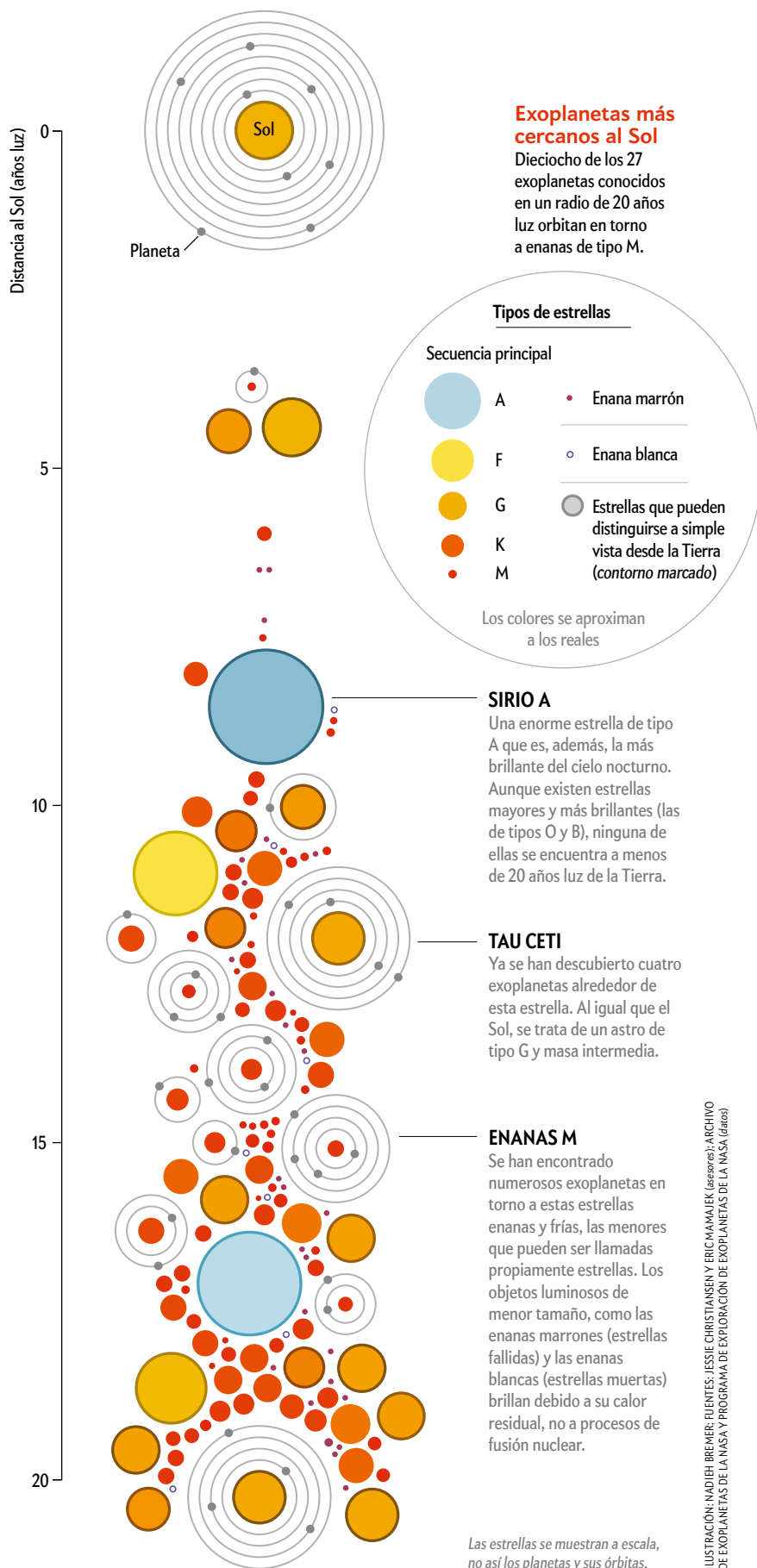
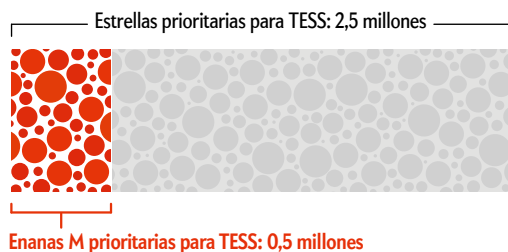


ILUSTRACIÓN: NADIEH BREMER; FUENTES: JESSIE CHRISTIANSEN Y ERIC MAMAJEK (asesores); ARCHIVO DE EXOPLANETAS DE LA NASA Y PROGRAMA DE EXPLORACIÓN DE EXOPLANETAS DE LA NASA (datos)

## Sano parece, sano es

La ubicación de los expositores con alimentos saludables puede decantar las decisiones de compra en el supermercado

**Visite el supermercado** con el estómago vacío y volverá a casa con algunas cosas que no había previsto comprar. Pero las punzadas de hambre no son las únicas culpables de la compra impulsiva. También la ubicación de los expositores influye en nuestras decisiones de compra y puede crear o acabar con algunos de nuestros hábitos saludables de alimentación.

La línea de cajas es un punto donde se concentra especialmente la comida basura. Los estudios han comprobado que los productos más habituales en ella son tentempiés azucarados y salados, y un puñado de estudios plantean que solo con cambiarlos por opciones más sanas sería posible modi-



ficar la conducta del comprador. Una investigación realizada en 2012 en Holanda comprobó que los trabajadores de hospital eran más propensos a dejar de lado la comida basura y a escoger los tentempiés saludables si estos eran más accesibles en los expositores de la cafetería. De modo parecido, en 2014, investigadores noruegos e islandeses hallaron que sustituir los comestibles no saludables por otros que sí lo eran en la zona de cajas mejoraba notablemente las ventas de último minuto de los alimentos sanos.

Estos hallazgos llamaron la atención del Departamento de Salud e Higiene Mental

de la Ciudad de Nueva York, que ha estado trabajando con más de mil propietarios de supermercados y tiendas de comestibles para fomentar la venta de alimentos nutritivos. «Sabemos que el sector minorista de los comestibles rebosa de señuelos para inducir al consumo», asegura Tamar Adjoian, investigador del departamento. «Situvar mejor los alimentos sanos o hacerlos más apetitosos puede aumentar las ventas de estos productos.»

Adjoian y sus colaboradores se preguntaron si esos resultados serían aplicables a las concurridas líneas de caja de las grandes ciudades, por lo que buscaron la colaboración de tres supermercados del distrito neoyorquino del Bronx para su estudio. Dedicaron un tramo de la línea de cajas de cada establecimiento a los productos saludables, sustituyendo las golosinas, las galletas y otros tentempiés procesados por frutas, frutos secos y comestibles similares, que contenían como máximo 200 calorías por ración. Después, registraron las compras de cada supermercado a lo largo de seis períodos de tres horas durante dos semanas.

De los más de 2100 compradores analizados, solo el 4 por ciento compró algo en la línea de cajas. Entre los que lo hicieron, empero, los clientes de las cajas situadas en la zona saludable compraron artículos nutritivos con una frecuencia más de dos veces mayor que los que pasaron a través de las cajas ordinarias, y compraron un 40 por ciento menos comestibles poco saludables. Estos resultados aparecieron en septiembre en *Journal of Nutrition Education and Behavior*.

El posible impacto de tales medidas puede parecer pequeño, pero Adjoian cree que modificar más líneas de caja abriría los ojos de los clientes a los alimentos nutritivos y bajos en calorías. Los funcionarios del Departamento de Salud están estudiando modos de ampliar la oferta de opciones saludables a los pasillos de caja de toda la ciudad de Nueva York.

—Rachel Nuwer

### CONFERENCIAS

2 de diciembre

#### La ciencia nuestra de cada día

Carlos Sampedro Villasán, catedrático de física y química de educación secundaria Parque de las Ciencias, Granada [www.parqueciencias.com](http://www.parqueciencias.com)

12 de diciembre

#### Ciencia y tecnologías cuánticas de la información

J. Ignacio Cirac, Instituto Max Planck de Óptica Cuántica Instituto de Química Física Rocasolano Madrid [coloquiocurie.csic.es](http://coloquiocurie.csic.es)

14 de diciembre

#### El arte de hacer demostraciones en matemáticas, la belleza y la genialidad en esta disciplina

Joan Josep Carmona, Universidad Autónoma de Barcelona Centro Cívico Guinardó, Barcelona [aula141.cat](http://aula141.cat)

20 de diciembre

#### Organismos genéticamente modificados: Una visión panorámica

Federico Zurita, Universidad de Granada Universidad de Granada [ciencias.ugr.es](http://ciencias.ugr.es)

### EXPOSICIONES

#### Cartografías de lo desconocido: Mapas en la BNE

Biblioteca Nacional de España, Madrid [www.bne.es](http://www.bne.es)



#### Marte: La conquista de un sueño

Espacio Fundación Telefónica Madrid [espacio.fundaciontelefonica.com](http://espacio.fundaciontelefonica.com)

### OTROS

#### Cuéntaselo a tus padres

Concurso de vídeos divulgativos sobre biología molecular y bioquímica para estudiantes de bachillerato y universidad Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular [www.cuentaseloatuspadres.com](http://www.cuentaseloatuspadres.com)