



El aerogenerador flotante en mar abierto Hywind, instalado en el suroeste de Noruega. / A. R.

## El primer aerogenerador flotante en mar abierto empieza a girar

El Hywind, de 100 metros de altura, no molesta a los habitantes de la costa

ALICIA RIVERA

Un gran molino de viento destaca en el horizonte, flotando en el mar, a unos 12 kilómetros de la costa suroeste de Noruega. Es el Hywind, el primer aerogenerador flotante que se instala en el mundo en mar abierto. De momento es un prototipo para verificar la tecnología. “Está calculado para aguantar olas de hasta 30 metros de altura”, explicó Oistein Johannessen, de la empresa StatoilHydro, en el barco que se ha aproximado a la instalación. “Aquí el fondo del mar está a unos 220 metros, pero puede instalarse en aguas de hasta 700 metros de profundidad. El aerogenerador está flotando y amarrado con tres tensores al fondo”, añade. El molino, según los ingenieros, se balancea en el mar, pero no se hunde: su línea de flotación siempre está en el mismo nivel.

El Hywind es un cilindro de 200 metros, con la mitad emergida y tres palas de 42 metros de longitud en su extremo más alto

y otros 100 metros sumergidos, con ocho de diámetro, que hace de lastre. El enorme molino, de 5.300 metros cúbicos y 138 toneladas de peso, está amarrado con tres cables al fondo marino. Se instaló en el mar del Norte el pasado verano, y en otoño se ha empezado a tomar datos de su funcionamiento, generando 2,6 megavatios, añade Johannessen, durante una visita al Hywind patrocinada por el Gobierno noruego. Las futuras instalaciones operativas de este tipo estarán unidas a tierra por cables submarinos para transportar la electricidad generada.

En medio del mar, sin puntos de referencia, no se aprecia el tamaño del molino de alta tecnología hasta que el barco no se coloca a su lado. Alrededor no hay más que agua. “Ésa es su gran ventaja, al no estar cerca de la costa no plantea problemas medioambientales a la fauna, ni estorba a los pescadores de la zona ni a los vecinos que puedan protestar por el impacto visual o el ruido de los aerogene-

radores convencionales”, destaca el representante de StatoilHydro. Además, los vientos son más fuertes y más constantes en mar abierto que en la costa.

El Hywind es producto de una alianza tecnológica entre la empresa alemana Siemens, que aporta el aerogenerador, y la experiencia noruega en el desarrollo y explotación de plataformas

### La turbina, a 12 kilómetros de tierra noruega, aprovecha los vientos oceánicos

de gas y petróleo flotantes en mar abierto, comenta Borge Rygh Sivertsen, responsable de los proyectos de nuevas energías de StatoilHydro, en su sede de Stanvanger (suroeste de Noruega). La botadura de la turbina en el mar fue una compleja operación realizada a principios del verano con buques y grúas

que fueron montando las grandes piezas que la componen (los varios segmentos del cilindro primero y las palas después).

Antes de pasar a la turbina real a escala ya industrial, los ingenieros diseñaron y probaron un modelo de tres metros de alto en un estanque de ensayos para estudiar factores esenciales como su flotabilidad y su respuesta al oleaje.

Desde luego es más costoso este aerogenerador (el Hywind ha costado unos 40 millones de euros) que uno convencional en tierra o fijado en aguas costeras, pero los expertos recuerdan que éste es un prototipo y que si los ensayos validan esta tecnología, se abaratará y ofrecerá muchas ventajas para producir energía eólica. De momento, está previsto tomar todos los datos posibles del funcionamiento del molino noruego durante dos años. Si todo sale como está previsto, el siguiente paso, afirman los expertos, será crear parques eólicos de molinos flotantes en el océano.

## El acelerador LHC aumenta la intensidad de sus haces

A. R., Madrid

La puesta en marcha del nuevo acelerador de partículas LHC va viento en popa, a la vista de los datos que van aportando día a día los físicos e ingenieros del Laboratorio Europeo de Física de Partículas (CERN), junto a Ginebra. El pasado fin de semana lograron aumentar la intensidad de los dos haces de partículas que circulan en sentido contrario por el anillo de casi 27 kilómetros de circunferencia del LHC.

Los protones del acelerador deben ir agrupados en minúsculos paquetes de billones de dichas partículas y, aumentando la intensidad, se ha logrado que en cada dirección circulen ya cuatro paquetes de protones. Eso sí, la energía a la que se ha logrado por ahora es baja, a 450 gigaelectronvoltios (GeV), aunque el aumento es inminente. Lo importante es que los haces sean estables, y el siguiente paso a dar en toda esta operación de puesta en marcha del acelerador, que aún tardará semanas o incluso meses, es provocar más colisiones de partículas.

### Carrera por los datos

Mientras tanto, 10.000 físicos de todo el mundo que trabajan en los experimentos del LHC están ya más que inquietos en la línea de salida recién pisada para volcarse en los primeros datos científicos. De momento se ha adelantado uno de los cuatro experimentos, el Alice, que ha anunciado el análisis de las primeras colisiones de partículas del LHC —exactamente 284 registros— e incluso su publicación en una revista científica. Desde luego, el hallazgo no deja con la boca abierta a nadie (han constatado que esas primeras colisiones generan resultados consistentes con los experimentos anteriores y las teorías). Pero la colaboración Alice, integrada por 1.000 físicos e ingenieros de 30 países, asegura así que tiene la primicia en la publicación de datos del LHC. El artículo ha sido aceptado para su presentación en la revista *European Journal of Physics*.

Cuando dos protones chocan en el LHC, parte de su energía se convierte en masa (según la ecuación de Einstein  $E=mc^2$ ) en forma de partículas y antipartículas, explica el equipo británico de Alice. Esas partículas y antipartículas vuelan dispersándose a partir del punto de colisión, y el detector las ve.

Alice pretende explorar los primeros instantes del universo simulando las condiciones existentes unos microsegundos después del Big Bang.

## Y además en elpais.com/sociedad/ciencia

### espacio

#### Presentada la nave de turismo espacial 'SpaceShipTwo'

La que puede llegar a ser la primera nave comercial de pasajeros para ir al espacio, la *SpaceShipTwo*, ha sido presentada en EE UU. No se ha especificado cuándo llevará a los primeros clientes a realizar un vuelo suborbital, que podría ser a partir de

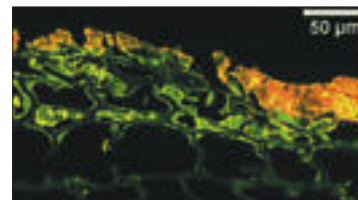


2011, tras las pruebas y ensayos pendientes, pero es un vehículo avanzado, fabricado por Scaled Composites, con el que su promotor, Virgin Galactic, quiere abrir un nuevo mercado.

### astronomía

#### Descubierta una supernova de un tipo desconocido

Una explosión estelar extraordinariamente brillante y larga, que fue captada en 2007 por un telescopio robótico, ha resultado ser el primer ejemplo de un tipo de estrellas que fueron las primeras que poblaron el universo.



### física

#### Se resiste el secreto de los Stradivarius

Unos científicos que han analizado el barniz de los violines Stradivarius, que tanto fascina a los expertos, dicen que no contiene ingredientes fuera de lo normal.

**MICHAEL D. GRIFFIN** Ex director de la agencia espacial de EE UU

# “La NASA no debe seguir los consejos de la comisión de Obama”

JOAN CARLES AMBROJO  
Barcelona

Michael D. Griffin no acostumbra a morderse la lengua, pero esta vez se ha mostrado comedido. Mucho. Alguien que llegó a decir durante su etapa como director de la NASA (abril de 2005 a enero de 2009) que el cambio climático no era un asunto prioritario, de repente se ha vuelto políticamente correcto. “Son asuntos complejos los aeroespaciales y la política, ¿sabe?”, se excusa al final de la cita. Obama no le renovó en su cargo cuando llegó al poder, hecho que también se niega a comentar, y, desde entonces, imparte clases de ingeniería aeroespacial en la Universidad de Alabama. Griffin inauguró ayer el *master* en Aerospace Science and Technology de la Universidad Politécnica de Cataluña, en Castelldefels (Barcelona).

**Pregunta.** ¿Puede hacer un balance de su etapa en la NASA?

**Respuesta.** No ha sido un trabajo mío, sino de todo el equipo. Volvimos a poner el transbordador en vuelo después del accidente del *Columbia*, porque la Estación Espacial sólo estaba acabada en aquel momento en una tercera parte y para cumplir los compromisos era necesario completar la Estación Espacial. Fue difícil, pero lo hicimos. Pensamos que no teníamos suficientes naves disponibles para lo que originalmente habíamos planeado. Necesitábamos un nuevo plan para reemplazar el transbordador, lo hicimos, y es lo que ahora se está construyendo en Estados Unidos [el sistema de cohetes y cápsulas Ares / Orion].

**P.** Pero se topó con barreras muy altas, como presupuestos restrictivos, ¿no?

**R.** Lo más importante es que se hicieron cosas más tarde porque no eran los presupuestos que debíamos tener, eso es algo deplorable; sin embargo, la NASA está trabajando en la línea correcta. Otra importante realización ha sido reparar el telescopio espacial *Hubble* por última vez, y eso fue muy bueno.

**P.** Algunos investigadores le acusaron de sustraer una parte de los presupuestos científicos de la NASA para las misiones espaciales tripuladas.

**R.** Sí, fui criticado por ello, pero la gente se dio cuenta de que todo el presupuesto de la NASA fue cortado, reducido, y no era posible seguir dando a los científicos la misma cantidad que habían tenido: era lo que había.

**P.** ¿Qué opina del informe *Augustine*, encargado por el presidente Obama para revisar la política de vuelos tripulados de Estados Unidos?

**R.** Creo que proporciona un gran servicio al hacer público que la NASA dispone de menos de 3.000 millones de dólares



Michael D. Griffin, en Castelldefels (Barcelona). / EDU BAYER

“Los viajes al espacio son como escalar el Everest: hay que estar allí”

“No habrá misiones tripuladas a la Luna y Marte sin más presupuesto”

anuales (2.070 millones de euros) para llevar a cabo lo que se le pidió. Pero no le tengo mucho cariño a otra de las recomendaciones del informe *Augustine*, no apruebo la recomendación de dar cancha a los servicios comerciales en vez de desarrollar un nuevo sistema para sustituir el transbordador.

**P.** ¿Qué cree que sucederá en enero, cuando tengan que decidir con este informe en las manos?

**R.** La comisión *Augustine* ha finalizado su trabajo. El próximo paso lo darán el presidente de EE UU y el Congreso. El presidente no decidirá hasta finales de enero o principios de febrero, cuando salgan los nuevos presupuestos. Y el Congreso no responderá hasta bien entrada la primavera. Tendremos que esperar unos meses.

**P.** ¿Cuál es el camino espacial que debería tomar EE UU?

**R.** El mejor camino para la NASA es mantener el curso actual y no seguir las recomendaciones del comité *Augustine*. No es de las decisiones más agradables que tendrán que tomar Obama y el Congreso.

**P.** ¿Por qué es tan importante llevar el hombre a la Luna y a Marte?

**R.** Porque es lo que hacemos los humanos, exploramos las fronteras, y en nuestro tiempo la frontera es el espacio.

**P.** Pero con un recorte de presupuestos no será posible llegar tan lejos.

**R.** Si no se aumentan los presupuestos esto no será posible.

**P.** ¿No sería más económico explorar el espacio con sistemas automáticos?

**R.** Se podría hacer, pero no es lo mismo. No es lo mismo lanzar un paquete con instrumentos a la cima del Everest que escalarlo. Ambos objetivos son importantes: el descubrimiento científico, de descubrir nuevas cosas, generalmente se hace mejor con instrumentos científicos, pero expandir la frontera humana no se consigue enviando instrumentos, la gente debe estar allí. Es una de las buenas cosas que hizo el comité *Augustine*, que dijo que los viajes espaciales debían servir para expandir la civilización fuera de la Tierra.

**P.** ¿Por qué la NASA no dedica suficientes recursos a la ciencia e investigación?

**R.** Nunca hay suficiente dinero para hacer todo lo que uno quiere, se tiene que elegir y hacer un balance entre exploración científica y exploración hu-

mana. Entiendo que los científicos quieren más dinero, pero les decía que sentía no poder dárselo.

**P.** ¿Cuáles son los puntos fuertes y los puntos débiles de la NASA?

**R.** Es una organización increíblemente potente y capaz, pero el culpable de algunas debilidades es la Administración, que tiene difícil dar a las agencias y las empresas gubernamentales la necesaria estabilidad para cumplir sus objetivos. Cuando tenemos elecciones, la dirección [de agencias como la NASA] cambia, y eso hace difícil mantener un programa coherente.

**P.** ¿Puede llegar la hora de la coherencia?

**R.** No lo sé.

**P.** Se rumorea que va a colaborar estrechamente con la Agencia Europea del Espacio (ESA).

**R.** Mantengo colaboraciones con ingenieros y científicos del espacio de todo el mundo, incluida la ESA. Soy profesor universitario en Estados Unidos y puedo decir que no se ha creado ningún puesto para mí en la ESA.

**P.** ¿Qué cree que hará la NASA cuando retire los transbordadores si, como parece, los nuevos sistemas Ares / Orion no estarán entonces listos para volar?

**R.** Estamos en una situación en la que tenemos pocas elecciones. Aunque se retrasara la retirada del transbordador, con los actuales presupuestos no se eliminará el vacío temporal entre ambos sistemas espaciales, porque también se tendría que posponer el desarrollo de Ares. La Estación Espacial Internacional es una instalación de 75.000 millones de dólares (52.000 millones de euros), y cuando esté finalizada nos tenemos que hacer cargo. Estados Unidos tendrá que comprar los servicios de carga a Rusia, Europa y Japón. No lo considero una buena solución, de hecho, es deplorable, pero es lo que hay. Los sistemas comerciales en los que mucha gente tiene puestas sus esperanzas emergerán, pero no lo harán a tiempo para cubrir ese vacío.

**P.** ¿Volverán los años dorados a la NASA?

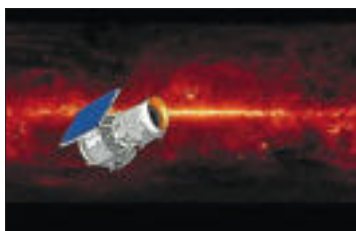
**R.** No creo que haya ninguna posibilidad de que la NASA vuelva a recibir las mismas cantidades que durante los años del programa Apolo. Era el doble de lo que recibe en la actualidad, pero espero que aumenten los recursos, como ha recomendado la comisión *Augustine*.

## Y además en [elpais.com/sociedad/ciencia](http://elpais.com/sociedad/ciencia)

### espacio

El telescopio de infrarrojo ‘Wise’ ya está en órbita

El *Wise*, un telescopio de infrarrojo diseñado para rastrear todo el cielo al menos una vez y media en nueve meses, ya está en el espacio. Es una misión de la NASA complementaria de los observatorios de esta longitud de onda en órbita que están ya

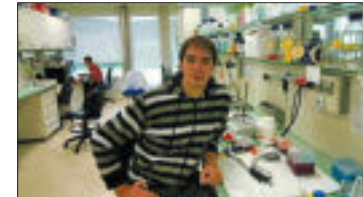


funcionando, como el *Herschel* europeo o el *Spitzer* estadounidense. El *Wise* será especialmente útil para buscar objetos poco luminosos cercanos a la Tierra: asteroides y cometas.

### tribuna

¿Una ley híbrida de ciencia e innovación?

El Gobierno quiere acelerar la nueva Ley de la Ciencia que lleva elaborando más de un año. El investigador del CSIC Javier López Facal plantea si “después de tantos acelerones, frenazos y volantazos, no sería preferible aplazar esta iniciativa”.



### biología

Las proteínas que resisten a la sal

Un trabajo dirigido por Óscar Millet resuelve el enigma de cómo se adaptan a entornos extremos de alta salinidad los microorganismos que viven en ellos.

LISA RANDALL Física teórica de la Universidad de Harvard

## “Extraña ver la quinta dimensión en una ópera”

JOAN CARLES AMBROJO  
Barcelona

¿Cuántos físicos teóricos conoce que arrinconen por un momento sus reflexiones sobre el universo para escribir —y estrenar— un libreto de ópera basado en sus teorías sobre dimensiones desconocidas? Por ejemplo, Lisa Randall, catedrática de la Universidad de Harvard. Tras el estreno en París este verano, la semana pasada se representó en el Foyer del Liceu de Barcelona la ópera *Hypermusic, Prologue. A projective opera in seven planes*, del compositor catalán Hèctor Parra, hijo de un físico teórico, con texto de Randall.

La idea del libreto procede de uno de sus libros más famosos y superventas: *Warped passages: Unraveling the mysteries of the Universe's hidden dimensions* (Pasajes combados: desenredando los misterios de las dimensiones ocultas del universo). Según el argumento, la soprano cruza a la quinta dimensión para explorarla, mientras su pareja, el barítono, se niega a acompañarla. La voz de la mujer fue manipulada electrónicamente por Parra y el IRCAM de París para experimentar cómo podría sonar en esa supuesta dimensión desconocida. Sonar, la obra lo hizo excepcionalmente, pero uno sale decepcionado por no haber sabido acompañar a la heroína a la quinta dimensión.

Randall ha aparcado sus pinitos artísticos por el momento. Como miles de científicos, está entusiasmada con la puesta en marcha del nuevo gran acelerador de partículas LHC, junto a Ginebra.

**Pregunta.** ¿Se siente artista?

**Respuesta.** [Rie] No. Siempre he apreciado el arte, y siempre me involucro en lo que hago. Mi libro muestra mi interés por divulgar la ciencia. Mucha gente me había contactado para hacer algo artístico, pero sólo esta propuesta me pareció una muy buena idea. No sé si funcionará, es un experimento, pero está bien que haya gente interesada en mezclar arte y ciencia.

**P.** ¿Le ha sido difícil reimaginar sus teorías para el libreto?

**R.** Algunos aspectos del proyecto eran fáciles. El trabajo con Hèctor [Parra] inspiraba enormemente y ambos teníamos una visión común al intentar expresar lo que es la creatividad, para un compositor y para un científico. Aunque estuve un poco incómoda, el espacio combado extra-dimensional parecía como una bonita metáfora para explorar un nuevo mundo, y me fascinó ver cómo podíamos transportar algunas ideas y emociones muy abstractas a la música y el arte. Ver la física actual en una ópera era, sin embargo, un poco extraño. Pero Hèctor tenía ideas brillantes sobre cómo representar las ideas de la física en su música

para explorar nuevas ideas musicales, para sumergir a alguien en ese nuevo mundo.

**P.** ¿No cree que la física teórica se encuentra alejada de la ciencia popular?

**R.** Bueno, ésa fue una de las razones para escribir mi libro, para que se puedan entender mejor mis ideas. Cuando mucha gente accede a las ideas se interesa más. Usar el arte, la música, es algo muy diferente pero también un camino interesante para intentar atraer a la gente a la ciencia.

**P.** ¿Cómo llegó a la idea de las grandes extra-dimensiones?

**R.** Raman [Sundrum] y yo no trabajamos necesariamente sobre grandes dimensiones adicionales. Trabajamos en las dimensiones que son muy pequeñas o infinitas. Otros antes habían pensado sobre grandes dimensiones (Arkani-Hamed, Dimopoulos, Dvali). La geometría que

“La física no tiene fronteras. Un éxito en cualquier lugar vigoriza la ciencia”

“Estoy pendiente del LHC y de los experimentos sobre la materia oscura”

Raman y yo estudiamos era interesante porque encontramos una solución a la teoría de la gravedad de Einstein, en la cual el espacio estaba extremadamente combado o curvado y eso le dio características muy especiales. Investigamos inicialmente un modelo con una dimensión adicional para intentar solucionar un problema en una clase de teorías, donde ocurrían demasiadas interacciones. Intentamos *secuestrar* partículas en diversos lugares en una extra-dimensión del espacio. Pero cuando estudiamos la geometría, encontramos este enorme com-

beo. Podría ser importante porque podría ayudarnos a abordar el problema supuesto de la jerarquía de la física de partículas, que pregunta por qué la gravedad es mucho más débil que las otras fuerzas conocidas. En nuestra geometría combada, esto sucede muy naturalmente porque la fuerza de la gravedad cambia extremadamente rápido mientras que usted atraviesa una dimensión adicional.

**P.** ¿Se ha acabado la edad de oro de los físicos en EE UU? Su país canceló el proyecto del gran acelerador SSC y se ha volcado en el LHC europeo.

**R.** Es, desde luego, algo preocupante. Pero la física no tiene límites nacionales. Un resultado emocionante en cualquier parte del mundo puede vigorizar la física en todas partes, incluyendo EE UU. Hay mucha actividad investigadora allí y espero verla continuar.

**P.** ¿Por qué a la gente le encanta la información científica sobre partículas elementales y sobre el universo?

**R.** No puedo hablar por todo el mundo, pero la gente que conozco a la que le emocionan estos temas piensa que estamos haciendo grandes preguntas fundamentales y profundas acerca de la naturaleza del universo y de dónde venimos. Como seres humanos, son las grandes preguntas que nos gusta pensar y cuyas respuestas están muy lejos en el tiempo.

**P.** Están de moda las teorías de cuerdas, pero la mitad de los científicos no las comparten al no haber datos experimentales que las sustenten.

**R.** Debo aclarar que no soy realmente una teórica en cuerdas, aunque sí utilicé algunas de sus ideas, y sí que estoy interesada en obtener datos en el LHC y en los experimentos sobre la materia oscura. Trato de conectar ideas más conceptuales con lo que pueda encontrar actualmente y ver si hay formas de saber si estas ideas son correctas o no. Algunas veces trabajé en ideas abstractas porque las encontraba interesantes, pero última-



Lisa Randall, en el escenario de la ópera. / CONSUELO BAUTISTA

mente estoy más interesada en los experimentos del LHC.

**P.** ¿Qué espera de ellos?

**R.** Trabajo en muchos modelos, incluyendo la extra-dimensión. Cualquier solución al problema de la jerarquía podría tener consecuencias experimentalmente observables por el LHC y, con los colaboradores, las estamos explorando. Si la geometría combada mencionada anteriormente explica la debilidad de la gravedad, el LHC podría producir unas partículas teóricas denominadas de Kaluza-Klein, que viajarían en una extra dimensión. Estas partículas

serían producidas y desintegradas en los experimentos del LHC. Tendrán características distintivas que puedan ayudar a los físicos experimentales a identificar las consecuencias del espacio-tiempo combado extra-dimensional.

**P.** ¿Seguirá su afición divulgadora con una nueva obra?

**R.** Sí, planeo explorar más el cómo la ciencia trabaja y la conexión entre los experimentos (incluidos los del LHC) y las ideas teóricas que exploramos. Espero verlo publicado el próximo año o el siguiente. ¡Ya veremos!

### Y además en [elpais.com/sociedad/ciencia](http://elpais.com/sociedad/ciencia)

#### física

El láser europeo XFEL ya tiene marco legal

La institución europea que construirá, durante los próximos cinco años, y operará el XFEL, un láser de electrones libres de rayos X por valor de 1.000 millones de euros, se ha constituido oficialmente en Hamburgo, donde también se ha puesto en marcha



el nuevo sincrotrón Petra III. Representantes de los 12 países europeos que participan en el XFEL, con la excepción de Francia y de España, firmaron el pasado lunes los documentos.

#### bioquímica

Sospecha de fraude en una investigación de 2004

El prestigioso bioquímico Peter Schultz ha retirado un importante trabajo que publicó en la revista *Science* en 2004 junto a otros científicos. Los autores alegan que ya no tienen la documentación de laboratorio y que no pueden reproducir la investigación.



#### astronomía

El 'Hubble' capta la nebulosa Iris

Una región de la nebulosa Iris, fotografiada por el telescopio *Hubble*, intriga a los astrónomos por su inesperado color rojizo y su estructura filamentosa.

## sociedad

## Futuro

# Carrera de las especies para salvarse del cambio climático

Los ecosistemas mediterráneos son muy vulnerables por su fragmentación

ALICIA RIVERA  
Madrid

Las especies tienen que responder a los cambios que se producen en su entorno y adaptarse a ellos, o perecen. El gran cambio de escala planetaria que ahora afrontan es, obviamente, el calentamiento global, y la investigación de su respuesta es importante no sólo para anticipar qué va a suceder con la biodiversidad del planeta, sino también, tal vez, para echar una mano, al menos en los espacios protegidos, y ayudar a las especies a mantenerse al ritmo del cambio climático. Ese paso no es un concepto vago, sino una cuantificación precisa para un equipo de investigadores estadounidenses que ha calculado un índice de *velocidad del cambio climático* que determina cómo de rápido deben las especies desplazarse por el territorio en este siglo para adaptarse al aumento de temperatura. En concreto, la velocidad media de seguridad calculada por Scott R. Loarie y sus colegas es de 420 metros por año.

La velocidad media de desplazamiento de hábitats es de 420 metros por año

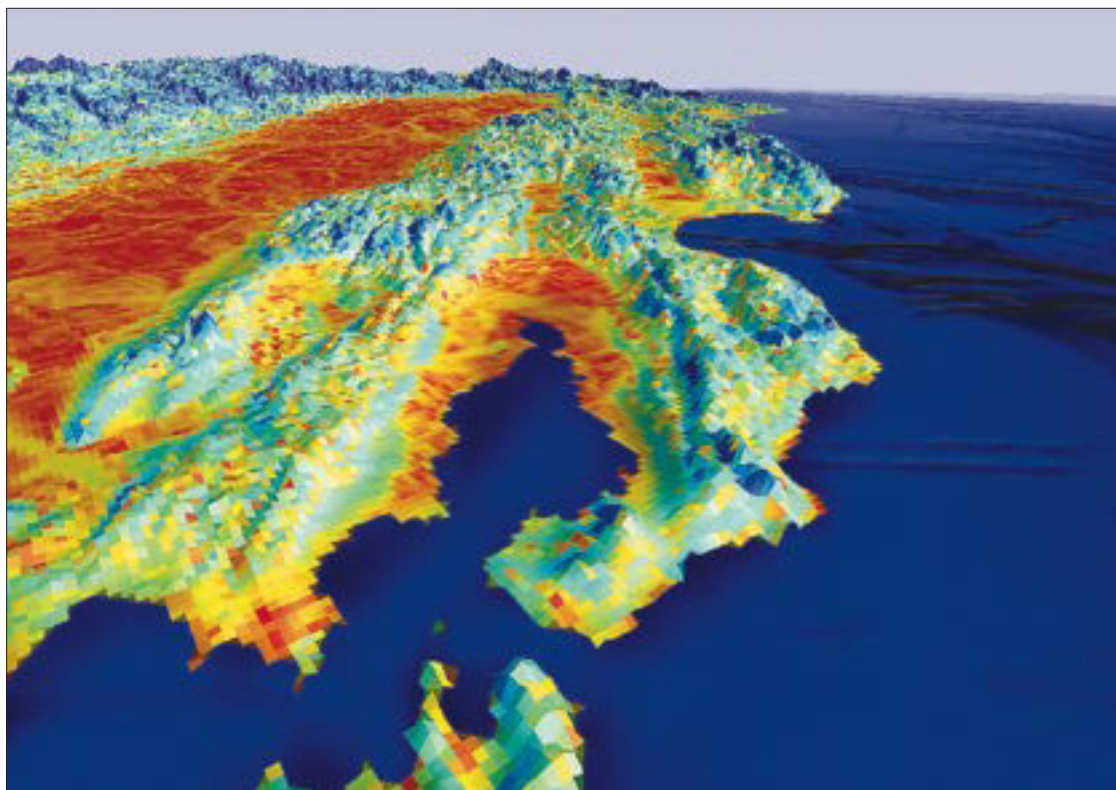
Sólo el 8% de los espacios protegidos tendrán en un siglo el clima de hoy

Hay que tener en cuenta que, debido al calentamiento global, se desplazan los patrones climáticos hacia las latitudes altas del planeta y hacia las elevaciones del territorio.

La nueva investigación, dada a conocer en el último número de la revista *Nature*, muestra que la velocidad de cambio climático no es, obviamente, igual para todas las especies, topografías y ecosistemas. Por ejemplo, para los entornos montañosos, en los que la temperatura varía con un pequeño cambio de cota, basta con que las especies se desplacen 10 metros por año para mantener el paso del calentamiento, así que cabe esperar que el siglo que viene aumentará la biodiversidad en las zonas de montaña. Algo inferior incluso es la velocidad necesaria en los bosques tropicales y subtropicales de coníferas.

Sin embargo, en los territorios planos, especialmente en desiertos, en manglares y en zonas pantanosas de pradera y en la sabana, la velocidad requerida es superior, hasta 1,26 kilómetros por año para estas últimas.

“Un aspecto importante de estos resultados es que nos permi-



Mapa de desplazamientos de las especies en la bahía de San Francisco para adaptarse al cambio climático, arriba, y un ejemplar de pika americana, que se está desplazando a cotas más altas en la Sierra Nevada de California debido al calentamiento.  
/ SCOTT R. LOARIE

áreas protegidas de bosques de tipo mediterráneo hacen que esos hábitats sean especialmente vulnerables”. En los entornos con velocidades más bajas (como los montañosos) las áreas de protección requeridas para conservar las especies y ecosistemas pueden ser de tamaños moderados.

Los autores de la investigación, pertenecientes a prestigiosas instituciones estadounidenses (Academia de Ciencias de California, Carnegie Institution, Universidad de Stanford y Universidad de Berkeley), advierten que lo que ellos han elaborado no es un indicador de migración de las especies, sino un índice de velocidades relativas para seguir el paso del calentamiento. Ellos se han centrado en los cambios de temperaturas medias

ten evaluar cómo responderán nuestras áreas protegidas actuales a los intentos de conservar la biodiversidad ante el cambio climático”, explica Healy Hamilton, uno de los autores de la investigación.

Con estos datos en la mano, los especialistas calculan que sólo un 8% de los espacios protegidos en el mundo tendrán, dentro de 100 años, las mismas condiciones climáticas que hoy. Las zonas altamente modificadas por la

acción humana que rodean a las áreas protegidas dejan sin espacio de fuga a las especies, que no pueden desplazarse a nuevos territorios que tengan condiciones favorables para sobrevivir. También la fragmentación del terreno pone barreras infranqueables para muchas especies.

“Hay, no obstante, notables diferencias regionales”, advierten los investigadores. “El pequeño tamaño y la fragmentación del territorio en la mayoría de las

anuales, pero añaden que también han realizado análisis basados en los regímenes de precipitaciones y que muestran patrones similares.

Tampoco cabe ir a buscar en este trabajo la respuesta sobre el futuro de especies concretas. Pero los investigadores advierten que las especies que tienen un rango amplio de tolerancia a la temperatura pueden, obviamente, adaptarse al calentamiento en su zona habitual sin necesidad de desplazarse. Sin embargo, para las que son más estrictas en sus necesidades vitales, la *velocidad de cambio climático* calculada es un buen indicador del ritmo del desplazamiento obligado para evitar su extinción.

Loarie y sus colegas han hecho sus indicadores combinando

La biodiversidad aumentará en las regiones montañosas

Los accidentes del terreno suponen barreras para plantas y animales

los modelos de proyección climática con los datos de clima actual y los gradientes de temperatura en todo el mundo. Ellos han aplicado varios escenarios de emisiones (los climatólogos trabajan con escenarios posibles de futuro definidos por factores socioeconómicos, uso energético, tecnologías, población, etcétera), pero se han centrado especialmente en el denominado A1B, que describe un mundo venidero con crecimiento intermedio de los gases de efecto invernadero.

Lo que está claro, recalcan los expertos, es que, para conservar la biodiversidad, hay que contener el calentamiento, pero también hay que tomar medidas de gestión y planificación de los espacios protegidos, para lo cual es útil la investigación de los californianos. “Hay que ralentizar el gradiente temporal del cambio climático reduciendo las emisiones, con lo que se aumenta la capacidad de las plantas y los animales para dispersarse por las reubicaciones que se hagan, o incrementar el tamaño de las áreas protegidas mediante corredores de hábitats y nuevas reservas”, concluyen Loarie y sus colegas.

## Y además en [elpais.com/sociedad/ciencia](http://elpais.com/sociedad/ciencia)

### política científica

¿Para cuándo la igualdad de la mujer en la ciencia?

La participación de la mujer en la comunidad científica española es insuficiente, con un 38,3% de investigadoras en el sector público y tan sólo un 28% en el sector privado de I+D. Estos datos sorprenden cuando se comparan con el 65,5% de mujeres en-



tre los becarios de investigación del CSIC y el hecho de que el 51% de los doctorados en España corresponden a mujeres. El investigador Carlos Duarte analiza la igualdad de género en la ciencia.

### neurología

Hallado un efecto molecular que frena el Huntington

Dos equipos científicos, con experimentos en ratones y en cultivos celulares, han descubierto un mecanismo molecular que frena los síntomas de la Corea de Huntington, una enfermedad neurodegenerativa hereditaria que no tiene curación.



### computación

Ordenadores que entienden de arte

Científicos españoles y alemanes han mostrado que unos algoritmos de visión artificial permiten que los ordenadores diferencien estilos artísticos.