



auroras boreales se alza el telón

En Spitsbergen, Noruega, una aurora polar brilla sobre uno de los radares de la estación científica EISCAT.

23.32

24 de enero de 2012

Tromsø, Noruega

Para ver auroras, las mejores noches son las comprendidas entre octubre y febrero en el hemisferio Norte y las de junio, julio y agosto en el cono Sur. Olivier Grunewald las vio por primera vez en 1997 y desde entonces las ha fotografiado en numerosos lugares del círculo polar Ártico, como esta en forma de medio círculo.



00.45

23 de octubre de 2012

Geysir, valle de Haukadalur, Islandia

Cuando Grunewald observa las auroras polares, siente como si viajara hasta el mismísimo origen del universo y presenciara en directo el trabajo de las fuerzas de la creación. En Islandia, tierra de géiseres y volcanes activos, la sensación primigenia es todavía más intensa.



Estamos en pleno Ciclo Solar 24. O lo que es lo mismo: este es el vigésimo cuarto ciclo (cada uno de ellos dura unos 11 años) desde que en 1755 empezó el recuento sistemático de las manchas solares, indicadoras de la actividad del Sol. Según la NASA, a mediados de 2014 se dio el punto álgido del ciclo actual,

pero parece que 2015 también vendrá cargadito. Perfecto para ver auroras polares, porque están intrínsecamente ligadas a la actividad solar y al viento solar que esta intensifica.

La existencia de los ciclos solares fue descubierta por el astrónomo alemán Samuel Heinrich Schwabe, quien entre 1826 y 1843 observó a diario (todos los días claros) la evolución de las manchas solares, visibles a través de un telescopio. Al principio no le interesaban especialmente. Lo que él quería era verificar la existencia de un hipotético nuevo planeta en la órbita de Mercurio, un pequeño planeta (iba a llamarse Vulcano) que, al estar tan cerca del Sol, era muy difícil de ser observado. Así pues, optó por intentar «cazarlo» cuando pasara frente al astro rey, en forma de mancha oscura. Y, aunque nunca halló tal planeta, sí observó cómo esas manchas solares evolucionaban en el tiempo, cómo surgían y desaparecían con periodicidad. No era la primera vez que alguien hacía referencia a ellas. Galileo ya lo había hecho, y también los astrónomos chinos mucho antes del nacimiento de Cristo.

Pero Schwabe hizo un recuento metódico de las manchas y se fijó en su cadencia, y en 1843 publicó un artículo en el que sugería la existencia de un ciclo solar de unos 10 años de duración que luego se alargó a 11. Eso llevó a otro astrónomo, el suizo Rudolf Wolf, a recabar toda la información existente para establecer un patrón de esos ciclos, y logró reconstruir el primero del que se tiene constancia, el de 1755, gracias al cual sabemos que hoy vivimos el ciclo solar número 24.

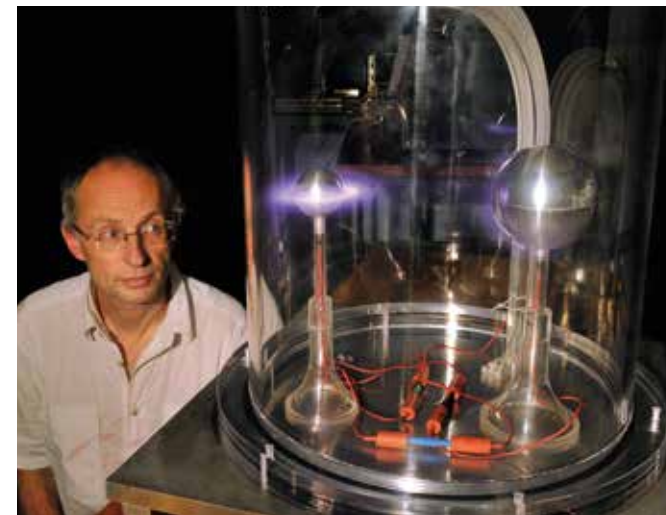
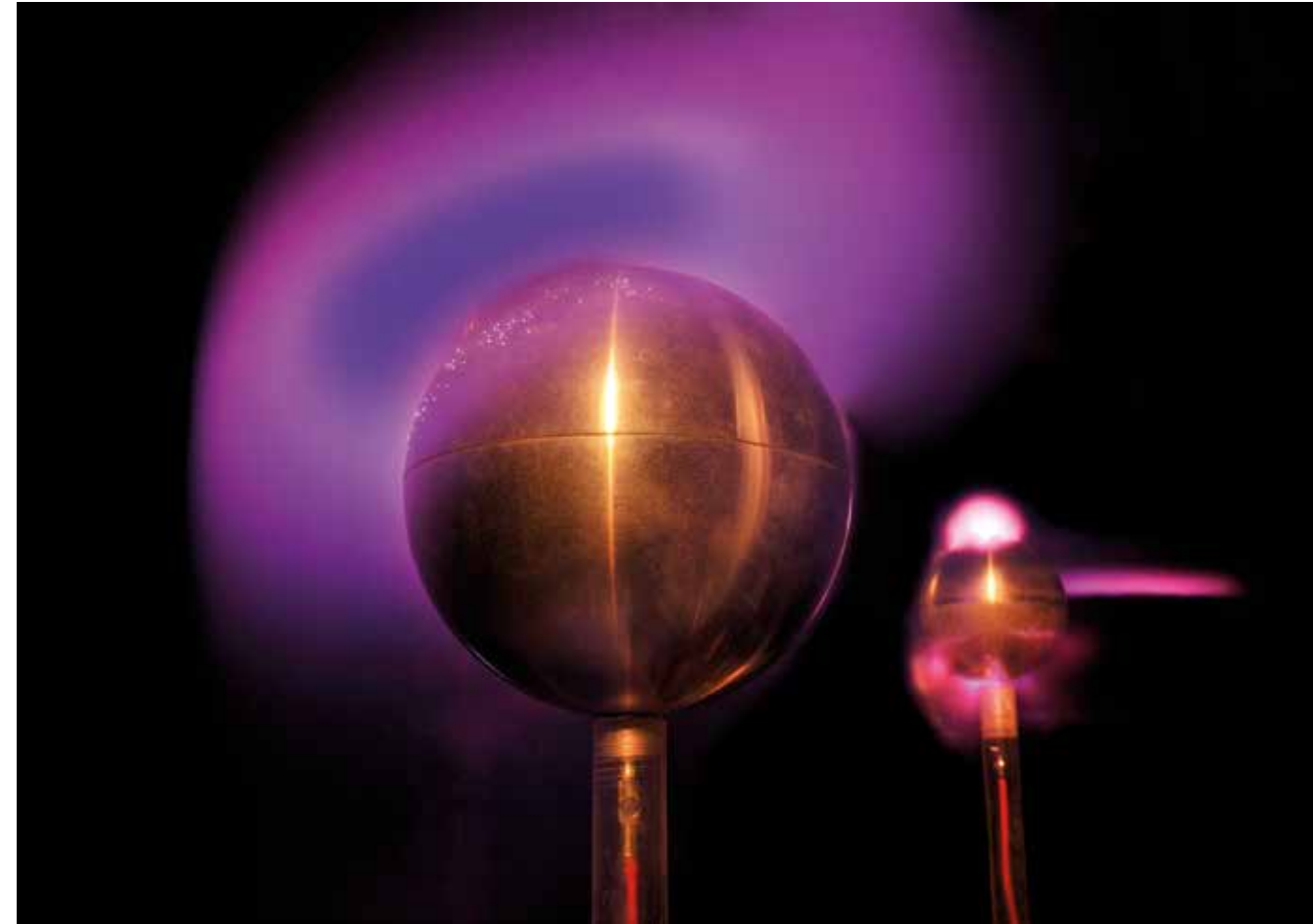
¿Y eso qué tiene que ver con las auroras polares? Pues mucho, porque esas manchas –regiones más frías y oscuras, de intensa actividad magnética, que suelen ir acompañadas de gigantes erupciones en la corona, o atmósfera solar– nos indican la actividad solar, y en épocas de mayor actividad se intensifica el viento solar que, al interactuar con la magnetosfera de la

Tierra, origina las esplendorosas auroras polares en ambos extremos del globo terráqueo. Como las que ha retratado Olivier Grunewald en Noruega, Islandia, Finlandia, Canadá y Alaska, algunas de las cuales ilustran estas páginas.

Conocer cómo se generan esas luces fantasmagóricas es algo que ha intrigado a los científicos desde hace mucho tiempo. Algunos incluso han tratado de simularlas mediante complejos experimentos, como hizo Kristian Birkeland en el siglo XIX. El físico noruego conocía el modelo a escala reducida del planeta Tierra que William Gilbert, el que fuera médico personal de la reina Isabel I de Inglaterra, muy interesado en el magnetismo terrestre, construyó en el siglo XVII a partir de una piedra imantada. Gilbert lo llamó *terrella*, «pequeña Tierra» en latín, y Birkeland construyó también su propia *terrella* inspirándose en la del inglés. Colocó la esfera imantada dentro de un tanque de vacío y la bombardeó con rayos catódicos, corrientes de electrones que se pueden observar de forma experimental en el interior de esos espacios estancos a muy baja presión. Así pudo reproducir unas pseudoauroras diminutas, fruto de la interacción entre el gas residual del tanque, el campo magnético de la esfera y los rayos catódicos. Y comprobó que los electrones, bajo la influencia del campo magnético, se dirigían hacia los polos de la *terrella*, donde orbitaban emitiendo luz.

Hoy, en pleno siglo XXI, reproducir la belleza cósmica de las auroras sigue estimulando la imaginación de los científicos, pero la tecnología a su alcance es ahora mucho más avanzada.

Por ejemplo, Jan Egedal, investigador del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), demostró en 2012 que la región activa en el extremo de la magnetosfera de la Tierra (el más alejado del Sol) es 1.000 veces más grande de lo que se creía, y que en ella se libera una cantidad de electrones superenergéticos –responsables del



a pequeña escala

Al astrofísico Jean Liliensten le gusta divulgar los fenómenos meteorológicos espaciales. Su Planeterrella le ayuda mucho en esa labor. Por ahora existen 71 réplicas de este visualizador de auroras polares en distintos organismos de todo el mundo. Su invento permite también simular interacciones entre planetas y estrellas, como las de Ganimedes con Júpiter, y mostrar chorros y anillos estelares. Liliensten cede los planos para su construcción de forma gratuita a las instituciones interesadas y colabora en la puesta en marcha de este artilugio que fascina a todos los públicos.

SOL

Corona solar

1 GÉNESIS DE LAS AURORAS

Las auroras polares se generan cuando las partículas cargadas que contiene el viento solar impactan contra el campo magnético de la Tierra, nuestro escudo protector llamado magnetosfera. El viento solar es fruto de la dinámica que tiene lugar en la atmósfera solar, o corona.

Viento solar

2 INTERACCIÓN

Cuando el viento solar cargado de electrones y protones choca con fuerza contra la magnetosfera terrestre, esta se comprime por su parte frontal y se alarga por la posterior (el lado nocturno del planeta), formando una cola.

3 DESCONEXIÓN INTERMITENTE

En el punto de impacto con la magnetosfera, las líneas del campo magnético del viento solar conectan con las del campo magnético terrestre. Al pasar junto a la Tierra, el viento solar separa las líneas del campo magnético de la Tierra con las que se ha enlazado. Cuando estas líneas alcanzan la cola de la magnetosfera, se desprenden del viento solar y se reconectan de nuevo.

4 DE ENERGÍA MAGNÉTICA A ENERGÍA CINÉTICA

El proceso de reconexión transforma la energía magnética en energía cinética. Los electrones e iones positivos atrapados en la cola de la magnetosfera son impulsados hacia las zonas polares de la Tierra a lo largo de las líneas reconectadas, como si fuese un tirachinas. Estas partículas aceleradas, en especial los electrones, son la materia prima de las auroras polares, visibles en la oscuridad de la noche a altas latitudes norte o sur.

5 ELECTRONES EXCITADOS

La luz de las auroras es fruto de la interacción entre los electrones del viento solar y los átomos y moléculas de gases como el oxígeno y el nitrógeno presentes en la atmósfera terrestre. En cada colisión, el átomo o la molécula absorbe energía del electrón y la libera en forma de luz. El color depende de la composición del gas y de la altitud.

Líneas del campo magnético

Magnetosfera

TIERRA

efectos de la meteorología espacial

El campo magnético de la Tierra desvía gran parte de las partículas con carga eléctrica procedentes del viento solar, pero no nos protege al 100%. El impacto de una eyección de masa coronal (EMC) solar en la magnetosfera puede variar el campo magnético y alterar los sistemas de navegación y las telecomunicaciones. Predecir la intensidad de las tormentas solares es esencial para evitar el caos y el desastre económico que pueden ocasionar. La mayor tormenta solar registrada data de 1859; conocida como el evento Carrington, generó auroras visibles en latitudes que iban desde el polo Norte hasta el Caribe y destrozó las líneas telegráficas de Europa y América del Norte: fundió el cableado y produjo numerosos incendios. En 1921 otra gran tormenta solar la mitad de intensa que

la anterior ocasionó daños puntuales. En 1989 hubo otra cuya intensidad fue diez veces inferior a la de 1921 y que causó un apagón en Quebec que dejó a seis millones de personas sin electricidad durante nueve horas. Pero hoy, con la inmensa interconexión de las redes eléctricas y los servicios, los efectos serían mucho más devastadores. El embate de 1859 causaría destrozos por valor de dos billones de dólares, algo así como 20 veces la destrucción del huracán *Katrina*. Apagones, transformadores calcinados, interrupciones en la transmisión de radio, fallos en los satélites y en los GPS, cortes en Internet y en los sistemas financieros, la red de transporte afectada... Incluso podríamos quedarnos sin agua en el lavabo. Por suerte, la EMC de julio de 2012 no nos alcanzó.



Un grabado anónimo del siglo xvi ilustra una aurora boreal vista en 1570 en la ciudad de Kuttenberg, en Bohemia. Aunque hoy las auroras solo suelen verse cerca de los polos, al parecer fueron comunes en la Europa de finales del siglo xvi debido a una intensa actividad solar. La creencia popular las consideraba señales de un desastre inminente o una advertencia divina.

bello resplandor— mucho mayor que la que se suponía hasta ese momento. Y pudo hacerlo gracias a una simulación realizada con uno de los superordenadores más potentes del mundo, un equipo informático llamado Kraken que está compuesto por 112.000 procesadores. En su investigación, Egedal utilizó 25.000 de esos procesadores para seguir durante 11 días los movimientos de 180.000 millones de partículas de viento solar durante el proceso de reconexión de las líneas del campo magnético terrestre, que es cuando liberan mayor energía.

En Europa, el astrofísico francés Jean Lilensten, director del Laboratorio de Planetología de Grenoble, es uno de los mayores especialistas en la actividad solar y su influencia sobre los planetas del sistema solar. Lilensten, admirador de Birkeland, creó en 2008 un artefacto bautizado como Planeterella, un simulador de auroras polares que además replica distintas interacciones entre planetas y estrellas. De su invento se han hecho varias réplicas que circulan por el mundo; una de ellas estuvo recientemente en la Universidad de Alcalá de Henares, en Madrid.

Lilensten es una especie de hombre del tiempo espacial, un experto en la meteorología que acontece más allá de la atmósfera terrestre, tema de enorme interés no solo para la ciencia sino también para prevenir los daños que las tormentas magnéticas pueden causar en los satélites y, en general, en toda la red de telecomunicaciones

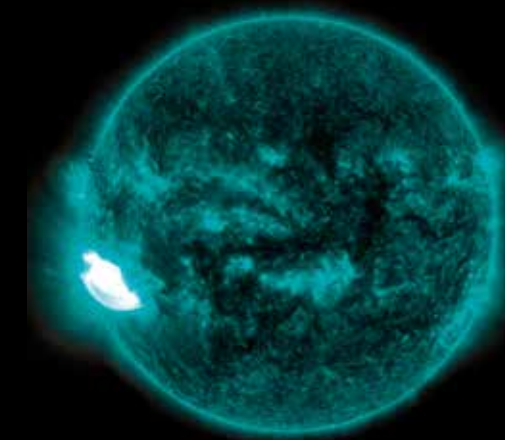
terrestres, que no es poco. En Longyearbyen, la mayor población del archipiélago noruego de las Svalbard, Lilensten y otros colegas de Grenoble y de las universidades de Oslo y de Svalbard estudian la polarización de la luz de las auroras con un pequeño telescopio de alto rendimiento. «En astronomía, las observaciones se basan casi exclusivamente en el análisis de la luz emitida o dispersada por el cuerpo estudiado —dice Lilensten—. Uno de los parámetros de la luz utilizados en la actualidad es su polarización, que mide cómo el campo eléctrico de una onda varía a lo largo de su trayectoria de propagación. Esas variaciones proporcionan información sobre la composición y la energía que contienen las partículas solares que penetran en nuestra atmósfera, lo que nos da una idea de la intensidad de una tormenta solar en ciernes.»

A lo largo de la historia ha habido varias tormentas solares descomunales, causadas por manchas solares mucho más grandes que nuestro planeta, que han producido grandes destrozos en la Tierra. En julio de 2012 hubo una de grandes dimensiones de la que nos libramos por poco. Al parecer, de haber interactuado con nuestra magnetosfera, las consecuencias podrían haber sido graves. No hay duda de que es importante observar qué sucede en la atmósfera del astro rey, como hacen desde el Observatorio del Teide, del Instituto de Astrofísica de Canarias. Allí se encuentra la mayor batería de telescopios

solares del mundo, entre ellos el GREGOR, un instrumento alemán especializado en entender el proceso de formación de esas manchas solares y su evolución. «Es el telescopio solar más grande que existe, capaz de generar mapas detallados de los campos magnéticos del Sol», explica el astrónomo Miquel Serra-Ricart, administrador del Observatorio del Teide. Al mando también de las expediciones Shelios, que cada año se centran en observar un fenómeno astronómico relevante, Serra-Ricart ha presenciado auroras boreales en los ciclos 23 y 24, y se prevé que este próximo verano repita la experiencia en Groenlandia. Todo indica que, dada la alta actividad prevista para 2015, el espectáculo será inusualmente intenso. «Habrá una alta probabilidad de cazar una buena tormenta de auroras», asegura.

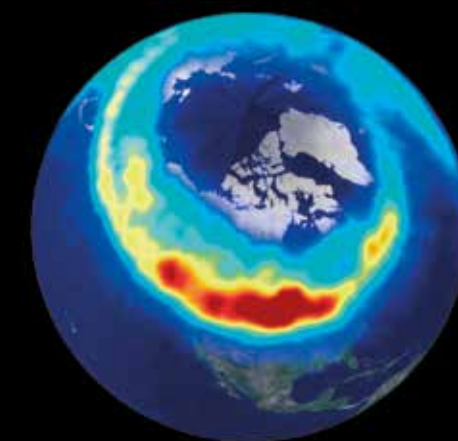
MIENTRAS LA BELLEZA de las auroras polares cautiva al común de los terrícolas, súbditos absolutos del Sol, los expertos trabajan para obtener la mayor cantidad posible de datos de esas tormentas potencialmente peligrosas. Y es que deberíamos estar preparados, por si acaso, pero no lo estamos. Así se evidenció tras el simulacro de tormenta solar extrema que la NASA y la Comisión Europea llevaron a cabo en 2010 para valorar nuestra capacidad de respuesta en caso de un embate geomagnético. Las conclusiones fueron contundentes: si hoy viviésemos otro «evento Carrington» como el de 1859, el colapso tecnológico sería colosal. Tras el simulacro se elaboraron listas de recomendaciones para los Gobiernos, tanto a escala nacional —para, por ejemplo, desconectar las centrales de energía y las telecomunicaciones antes del impacto de la tormenta solar— como doméstica: ¿cómo deberían afrontar las familias un superapagón tecnológico?

La probabilidad de que una gran tormenta solar nos embista en los próximos 10 años es del 12%, según el físico y asesor de la NASA Peter Riley. Un porcentaje bajo pero que no deberíamos ignorar. Porque hoy, a diferencia de lo que sucedía hace menos de un siglo, la interconexión entre gran parte de los territorios nos hace mucho más dependientes los unos de los otros. Dependientes y, sin duda, mucho más frágiles. □



una mancha solar once veces mayor que la Tierra

En el Sol es época de tormentas. En octubre, el Observatorio de Dinámica Solar (SDO) de la NASA captó varias imágenes de inmensas manchas solares que alcanzaron su punto álgido entre los días 19 y 27. Arriba se aprecia la gran fulguración que surge de la corona solar, gestada en un gigantesco grupo de manchas solares de 140.000 kilómetros de diámetro, unas 11 veces mayor que el de la Tierra. Tan grandes eran, que podían verse a simple vista con filtros especiales. Abajo, imagen coloreada de cómo se ve una aurora boreal desde el espacio: una especie de anillo de luz alrededor del polo Norte en el cual las áreas más activas aparecen de color rojo y las de menor intensidad, amarillo y azul.



00.53

22 de febrero de 2012
Spitsbergen, Noruega

Las mejores horas para captar las auroras son entre las 21.00 y la 1.00 de la madrugada, cuando la noche es más cerrada. El asesoramiento de científicos como Jean Lilensten ha permitido a Grunewald conocer los días y las condiciones más favorables para ir a la caza de auroras.

01.54





22.57
25 de enero de 2012
Tromsø, Noruega

A cada minuto, el cielo boreal de esta ciudad escandinava cambia debido a los oscilantes resplandores de la aurora polar, que nunca permanece inmóvil. Hay instantes maravillosos en los que las luces, que se mueven en todas direcciones, ocupan por completo la bóveda celeste.



22.59



23.02



00.06



00.18

24 de febrero de 2014
Río Chilkat, Juneau, Alaska

El término aurora boreal se atribuye al filósofo francés Pierre Gassendi, quien se cree lo citó por primera vez en 1621, aunque hay indicios de que Galileo ya lo había acuñado dos años antes. En Alaska, las luces del norte brillan con toda su intensidad en una gélida madrugada polar.