

# Auroras polares

Surinye Olarte, Febrero de 2013

Las auroras polares son conocidos fenómenos que iluminan el cielo por la noche, sobre todo en las zonas polares, con una gran variedad de formas que cambian continuamente y que toman tonos principalmente verdes, pero que también pueden ser rojos, azules y blancos.

Cuando se habla de *auroras boreales* se hace referencia a los fenómenos de las auroras que se producen en latitudes norte. A las latitudes sur se denominan *auroras australes*.



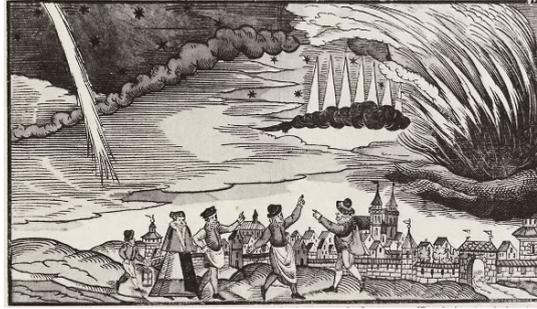
*Aurora boreal en Qaleralit( Groenlàndia)*  
Fotografía de: Kike Herrero

## Las raíces de las auroras

El nombre de aurora proviene de la divinidad romana del amanecer. El debate sobre quién le les puso este nombre está aún abierto. Pierre Gasendi en 1621 y Galileo Galilei en 1619 son los dos científicos a quienes se les atribuye la autoría. El adjetivo Boreal viene de *Bòrees* que era el dios del viento del norte a la antigua Grecia, hijo de *Eos* (la aurora griega) y de *Astreu*.

A las auroras boreales, pero, también se las conoce como *luces del norte*. Este es el nombre, *Nordurljo*, que aparece documentado por primera vez en el siglo XIII en la crónica noruega *Konungs skuggsjá* (El espejo del rey).

Pero, aunque este fenómeno solo aparezca claramente identificado a partir del siglo XIII, son muchas las citas de textos más antiguos provenientes de diferentes culturas que se asocian a las auroras. Se pueden encontrar citas en el antiguo testamento, o dentro de la literatura griega, romana y china que se interpretan como descripciones de las auroras.



*Aurora del 5 de octubre de 1591 sobre Nuremberg,  
Ilustración de Drechsel Wolf*

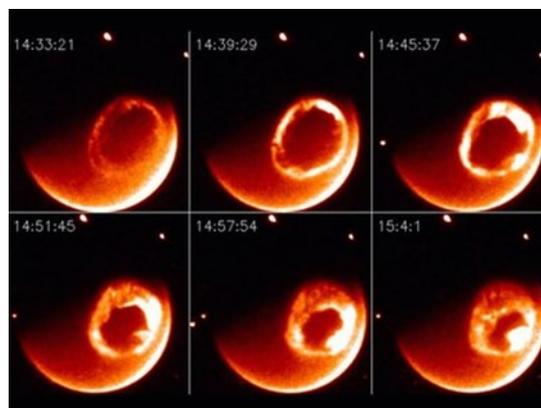
El principio de la aplicación del conocimiento científico al estudio de las auroras se sitúa en el siglo XVIII, cuando a partir de la observación de una impresionante aurora el 1716, visible desde latitudes muy bajas, Edmund Halley desarrolló una teoría que relacionaba las auroras con el campo magnético terrestre. También Jean de Mairan después de observar una aurora el 1726 postuló una interacción entre las atmósferas del Sol y la Tierra.

Ya en el siglo XIX fue importante el papel de Christopher Hansteen que propuso que las auroras formaban anillos de diámetros de 2000 a 4000 km alrededor de los polos. A finales de aquel siglo la investigación en el campo de las auroras ya era una disciplina científica.

#### *Los óvalos de las auroras*

Tal y como Hansteen propuso, las auroras normalmente ocurren en zonas próximas a los polos. En contra del que mayoritariamente se cree, no ocurren en los polos mismos, sino en unas áreas con forma de anillo de unos 4000 km de diámetro alrededor de los polos magnéticos llamadas óvalos.

Estos óvalos se pueden ver tanto en el hemisferio norte como en el sur. De hecho, después de observarlos simultáneamente desde el espacio se vio que los óvalos de los dos polos son conjugados, esto significa que son exactamente iguales en los dos hemisferios, pero opuestos.



[Óvalo visto desde el satélite IMAGE de la NASA](#)

*Fotografía de: S. Mende, H. Frey, Randy Gladstone*

El diámetro de los óvalos, y por tanto de las zonas desde donde se pueden ver las auroras, no es siempre el mismo. A medida que aumenta el diámetro se pueden ver la aurora desde latitudes más bajas, llegando a ser visibles a veces en latitudes ecuatoriales, aunque de forma extremadamente esporádica.

Un ejemplo curioso de aurora visible desde latitudes bajas es la del 25 de enero de 1938, que se pudo observar por toda Europa, llegándose a ver hasta en Andalucía. En el siguiente enlace podemos leer la noticia que publicó el diario Solidaridad Obrera aquel día.

<http://hemerotecadigital.bne.es/issue.vm?id=0004924841&page=7&search=aurora+boreal+1938&lang=ca>

### *La física de las auroras*

Las auroras polares se explican físicamente como el resultado de las colisiones de electrones e iones de alta velocidad provenientes del espacio, con átomos de oxígeno y nitrógeno de la parte alta de la atmósfera. Estas partículas vienen de la región del espacio controlada por el campo magnético terrestre, la magnetosfera, y transfieren su energía a los átomos de oxígeno y nitrógeno. Los átomos al absorber la energía se excitan, y después vuelven a su estado normal liberando la energía en forma de luz.

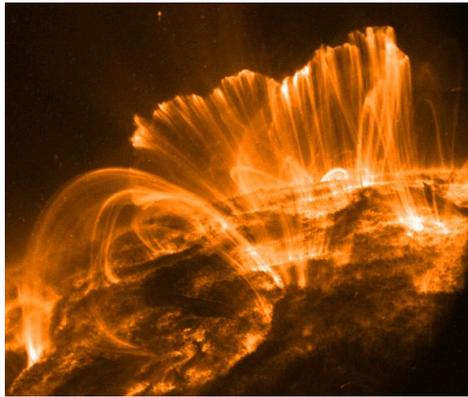
Cuando el número de partículas que llega es bastante grande, los átomos de la atmósfera terrestre pueden emitir luz suficiente para ser observada a primera vista, a pesar de que lo hacen desde alturas de 100 a más de 400 km. Es entonces cuando decimos que se está produciendo una aurora.

### *El viento solar y la magnetosfera*

La atmósfera del Sol es tan caliente que los átomos que la forman, principalmente hidrógeno y helio, no pueden mantener ligados los electrones a sus núcleos. Los átomos sin ellos quedan cargados eléctricamente, ionizados y de este modo la atmósfera solar se convierte en lo que se denomina plasma. El plasma está formado por los electrones, y los núcleos de helio y los de hidrógeno (protones) que han resultado de la ionización de los átomos, y tiene un campo magnético asociado como consecuencia del continuo movimiento de estas partículas cargadas.

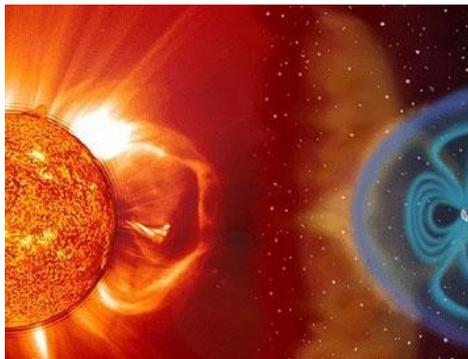
Por otro lado, como el campo gravitatorio del Sol no puede mantener su atmósfera totalmente sujeta, parte de esta va escapando en todas direcciones dando lugar al viento solar.

De vez en cuando se dan explosiones altamente energéticas de viento solar, que se relacionan con las manchas solares y con otros fenómenos atmosféricos del Sol, denominadas tormentas solares.



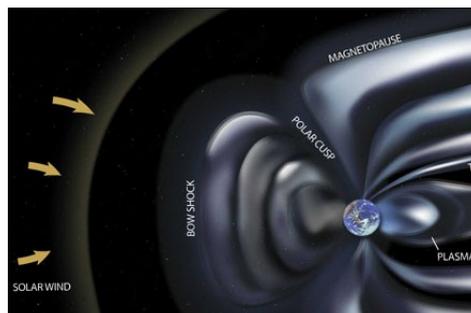
Lluvia coronal  
Fotografías de: TRACE Project, NASA

Antes de que el viento solar llegue a la Tierra, topa con su presencia, es decir: con el campo magnético terrestre. El campo de la Tierra desvía de su trayectoria las partículas cargadas que van llegando y crea un tipo de cavidad en el viento solar llamada magnetosfera. Esta región evita que el plasma expulsado por el Sol impacte directamente con la Tierra.



*El Sol, el viento solar y la magnetosfera (NASA)*

El tamaño de la magnetosfera viene dado por la distancia a la que se equilibran la presión mecánica del plasma que viene del Sol con la presión del campo magnético terrestre. La longitud de la magnetosfera por el lado que se enfrenta al viento solar, llamado lado diurno, es de unos 10 radios terrestres. En su lado nocturno, pero, la magnetosfera se alarga formando una cola, de la que no se sabe la medida exacta pero que puede llegar a los 1000 radios terrestres. La región límite de la magnetosfera con el espacio se denomina magnetopausa.



*La magnetosfera terrestre (NASA)*

Aunque normalmente el viento solar es desviado por la magnetosfera, a veces puede llegar a penetrar en ella y de allí llegar a la atmósfera.

El proceso básicamente sería el siguiente:

- Las líneas del campo magnético del viento solar se reconectan con las del campo magnético terrestre.
- Esta reconexión orienta las líneas magnéticas del lado diurno al lado nocturno de la Tierra y convierte energía magnética en cinética permitiendo que el viento solar penetre a la magnetosfera.
- A medida que aumentan las líneas en el lado nocturno por la reconexión, el sistema es cada vez más energético y cada vez más inestable.
- Las líneas de campo vuelven a conectarse, ahora en la cola de la magnetosfera. Con esto las partículas adquieren la energía necesaria para entrar a la atmósfera terrestre a través de las líneas de campo magnético.
- En la atmósfera las partículas impactan con los átomos y liberan los fotones que producen las auroras.

Hay que remarcar que el hecho que la reconexión de las líneas se produzca en la cola de la magnetosfera, que es al lado nocturno, explica porque las auroras más intensas normalmente ocurren alrededor de la medianoche. De hecho, antes se pensaba que las auroras eran producidas por partículas provenientes directamente del Sol y no de la magnetosfera, pero esto hacía difícil de explicar la nocturnidad de las auroras.

### *Las formas y los movimientos de las auroras*

Las formas que pueden adquirir las auroras y su intensidad son infinitamente variables. Se pueden clasificar en arcos, bandas, manchas, velos y rayos, que a la vez pueden presentarse en forma estriada o en filamentos u homogéneamente.

Las cortinas y los arcos de luz que van de hacia el horizonte son algunas de las manifestaciones más conocidas de las auroras, así como los movimientos que pueden adquirir. Las cortinas, por ejemplo, pueden plegarse y desplegarse rápidamente, hacerse brillantes y atenuarse. Otra muestra del dinamismo de las auroras son las famosas coronas, que se ven como una explosión de rayos en todas direcciones. Las coronas son un fenómeno que se asocia a efectos de la perspectiva por el hecho de situarse la aurora justo en el cénit.



Fotografías de: Alaska Education.

Las formas que pueden adquirir las auroras y su intensidad son infinitamente variables. Se pueden clasificar en arcos, bandas, manchas, velos y rayos, que a la vez pueden presentarse en forma estriada o en filamentos u homogéneamente.

Los cambios en las formas y los movimientos de las auroras se atribuyen a diferentes causas.

Por un lado, los movimientos más lentos se asocian a la rotación de la Tierra: como los óvalos están un poco desplazados respecto de los polos, mientras la Tierra gira el óvalo se mantiene en dirección al Sol. Esto hará que por la noche la aurora parezca moverse hacia el norte en este hemisferio, puesto que es más alto y también que a la vez se desplace hacia el oeste como lo hacen los astros en un día.

Por otro lado, hay otros movimientos que se asocian a la disposición e intensidad del viento solar y otros asociados a los cambios en los campos magnéticos internos de la magnetosfera.

### *Los colores de las auroras*

Hemos visto que las auroras pueden tener una gran variedad de colores. Los colores dependerán tanto de las partículas que entran en la atmósfera como de los gases que hay en ella.

Las partículas que entran en la atmósfera al chocar con los átomos que la forman provocan que estos se exciten. Es decir, los electrones de estos átomos cogen parte de la energía del choque y la utilizan para saltar a niveles de energía superiores. De este modo los átomos de la atmósfera aumentan su energía. Pero también aumentan su inestabilidad y pronto vuelven a desexcitarse y a liberar, en parte en forma de luz, la energía ganada. En función de la excitación que logran, emiten después fotones de diferente energía y como la energía de los fotones se traduce en el color de la luz, que emitan fotones de diferente energía quiere decir que emiten luz de colores diferentes. Además, como que los átomos de los elementos que forman cada gas tienen unos niveles energéticos característicos, cada gas de la atmósfera puede absorber solo unas cantidades de energía determinadas al chocar con las partículas que entran. Como resultado cada gas emite fotones de energías determinadas y por tanto de colores característicos.

Por otro lado, como la abundancia de los gases en la atmósfera depende de la altura, las auroras que se forman en diferentes alturas presentan colores diferentes.



Fotografías de: [dherikwillyam](#) i [Oli Haukur](#)



Fotografías de: [howstuffworks](#), [Flickr](#), [Flickr](#), [Flickr](#)

Cuando las partículas que entran a la atmósfera se encuentran con el oxígeno y chocan, dependiendo de la energía que llevan y por tanto del nivel de excitación que le hacen lograr al átomo con el choque, pueden hacer que este emita luz de colores diferentes: si tienen mucha energía provocan la emisión de luz verde mientras que las de poca energía provocan la emisión de luz roja. Como el oxígeno abunda a las capas altas de la atmósfera, las auroras verdes y rojas ocurren en estas capas y de hecho, las rojas en capas más altas que las verdes.

El nitrógeno generalmente da luz azul y lila.

La combinación de todos estos colores dará la gama de lilas y rosas y el blanco que podemos encontrar en las auroras.

Además de luz visible, a las auroras también podemos encontrar emisiones de luz ultravioleta y de rayos X.

### *El sonido de las auroras*

Aunque en la mitología de las auroras se ha hablado mucho del sonido que emiten, científicamente no se ha podido detectar nunca ningún tipo de sonido ni darle una explicación. El tema del sonido se ha desviado hacia ilusiones psicológicas o hacia las tormentas eléctricas relacionadas con las auroras.

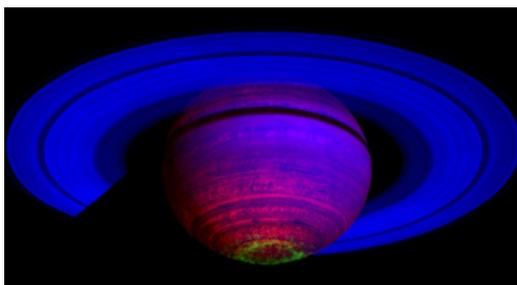
Pero lo que sí que se ha podido grabar y estudiar en las auroras es la emisión de olas electromagnéticas de radio que por medio de un aparato muy sencillo se pueden convertir en ondas de sonido

### *Las auroras en otros planetas*

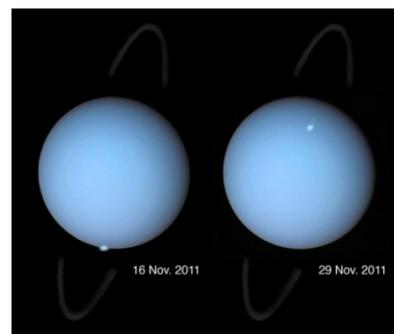
Como las auroras se asocian con la interacción del viento solar con el campo magnético de la Tierra, es lógico pensar que otros planetas que también tengan campo magnético también podrán tener auroras. Es importante recordar, pero, que además de campo magnético se necesita tener una atmósfera.

Así pues, para ver qué planetas del sistema solar pueden tener auroras se tendrá que ver cuáles tienen magnetosfera y atmósfera:

- Mercurio, aunque tiene campo magnético, no tiene apenas atmósfera y por tanto no puede tener auroras.
- En el caso de Venus, como el campo magnético no es bastante fuerte las auroras serán un fenómeno esporádico y casi inapreciable.
- El caso de Marte es el mismo que el de Venus puesto que no tiene un campo magnético suficiente intenso a pesar de tener atmósfera.
- En el caso de Júpiter se dan las condiciones idóneas. De hecho, las auroras de Júpiter son cientos de miles de veces más intensas que las de la Tierra. Pero a diferencia de la Tierra, en el caso de Júpiter la fuente de la mayoría de partículas que entran en su atmósfera, más que atribuirse al plasma solar, se asocian a su satélite Io. Io está caracterizado por una gran actividad volcánica. La gran cantidad de partículas que lanzan sus volcanes son aceleradas por el gran campo magnético del planeta gigante y penetran en la atmósfera. También encontramos a corrientes que llevan partículas de más allá de la magnetocola del planeta.
- Saturno también tiene atmósfera y campo magnético, y por tanto, las condiciones necesarias. De hecho, se han grabado grandes auroras en Saturno el origen de las cuales se atribuye tanto a las partículas provenientes del viento solar, como ondas electromagnéticas generadas cuando las lunas del planeta se mueven a través del plasma que llena la magnetosfera de Saturno.
- En 2012 se publicaron unas imágenes de auroras en Urano que los científicos grabaron a través del Telescopio Espacial Hubble en el año 2011. Estas auroras se relacionaron con las partículas provenientes del Sol.
- Neptuno tiene campo magnético, pero todavía es un gran desconocido en cuanto a este tema.



John Clarke (University of Michigan), y [NASA/ESA](#)



Aurora en Urano,  
Foto de: Laurent Lamy, Telescopi Hubble

## Referencias

- [http://finland.fi/Nature\\_Environment/aurora/history.html](http://finland.fi/Nature_Environment/aurora/history.html)
- <http://www.geo.mtu.edu/weather/aurora/>

- <http://www.phy6.org/Education/aurora.htm>
- <http://spaceweather.com/>
- <http://webcoist.momtastic.com/>
- J. Gallego, I. Lizaso, J. Mínguez, J. Teus, J.A. Boneta, K. Zuza, I. Vidal, V. Casanova, I. Olaizola; “Ipar zeruko argiak = Luces del Norte”; Sociedad de Ciencias Aranzadi, Donostia – San Sebastián, 2004; Munibe Suplemento 18
- E. Sandholt , H. C. Carlson i A. Egeland; Dordrecht ; “Dayside and Polar Cap Aurora”; Boston : Kluwer Academic Publishers, 2002.
- R. Eather; “Majestic Lights: The Aurora in Science, History, and the Arts”; Washington, DC: AGU, 1980.

### *Agradecimientos*

Agradezco a Carme Jordi y a Eduard Massana todos sus comentarios y correcciones.