



AURORAS POLARES

Por: Ing. Física Brissa Gómez Miller

Las auroras polares son un brillo tenue y de diferentes colores que se puede apreciar en los polos norte y sur del planeta. Son unas luces danzantes cuyo espectáculo cautivo a los turistas y habitantes de las regiones donde son visibles.

Estas luces son producidas por la colisión de electrones en las capas más exteriores de la atmósfera terrestre. Pero ¿qué son realmente esas luces?, ¿qué las genera?, ¿a qué se deben sus colores?



Fairbanks, Alaska. Crédito: Explore Fairbanks Alaska

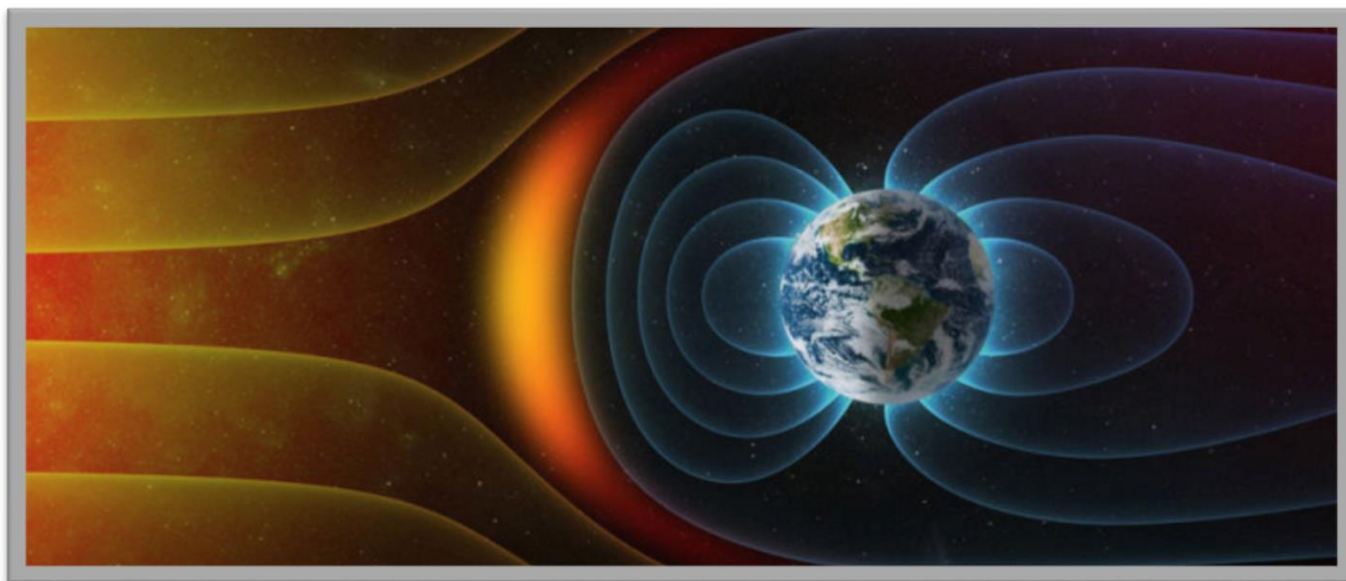
De acuerdo al polo donde pueden ser observadas las auroras es que reciben su nombre, las que se generan en el polo norte son llamadas Auroras Boreales y las que se generan en el sur son Auroras Australes, pero en sí son el mismo fenómeno. Para producirse se requiere principalmente de tres agentes: una atmósfera, un campo magnético y partículas cargadas. Esos son los elementos clave para producir una aurora.



¿Cómo se producen?

Primero debemos comprender cómo interactúan los agentes clave para su producción. Empecemos hablando de la atmósfera. La atmósfera de la Tierra está compuesta por diversos gases tales como helio, oxígeno, nitrógeno, entre otros. Pero todos estos gases son materia la cual está conformada por átomos, los cuales a su vez están constituidos por partículas llamadas electrones, protones y neutrones, de estas partículas las dos primeras poseen carga, negativa y positiva respectivamente. Por lo tanto, nuestra atmósfera está conformada por estas partículas.

A su vez, la Tierra posee una capa protectora de la radiación proveniente del espacio llamada magnetosfera. Podemos imaginar a la Tierra como un imán gigante, cuyo campo magnético es producido por el movimiento de rotación del planeta y el núcleo del mismo generando así líneas de campo magnético que son invisibles y van de polo sur a polo norte.



Magnetosfera de la Tierra. Fuente Gizmodo.

Mientras tanto el Sol tiene una gran actividad, situado a 150 millones de km de la Tierra, la producción de las auroras viene por la interacción del viento solar con el campo magnético de la Tierra. El viento solar es el flujo continuo de partículas cargadas (como electrones y protones) expulsada de la parte más exterior de la corona solar y que viaja en todas direcciones, a velocidades de entre 300 y 1000 km por segundo, por lo que tardan en llegar a la Tierra desde el Sol dos días aproximadamente.

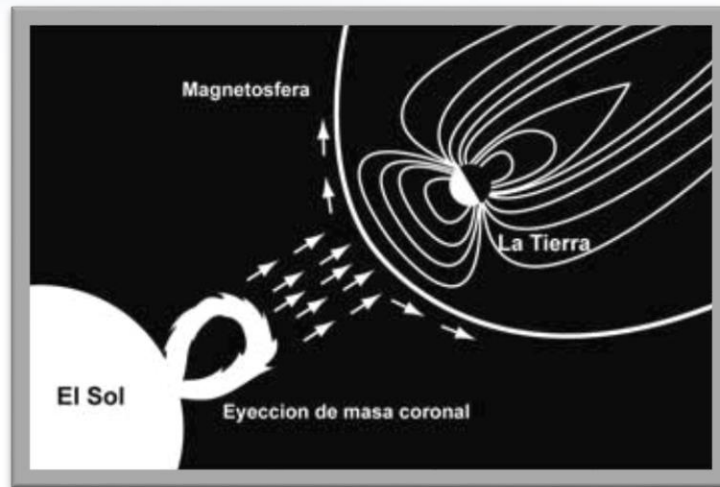
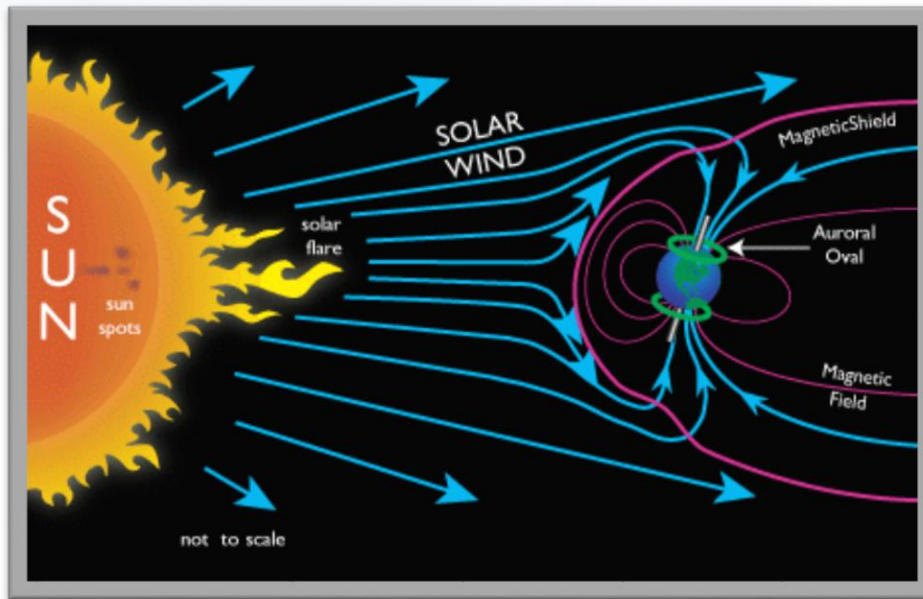


Imagen fuente NASA

Por lo que, al viajar el viento solar a través del espacio interplanetario estas partículas interactúan con las atmósferas de los planetas. Cuando el viento solar alcanza a la Tierra, la magnetosfera terrestre se deforma estirándose y repele una gran cantidad de las partículas cargadas del viento solar, haciéndolas fluir alrededor de la magnetosfera como lo hace el agua alrededor de una piedra en un río. Sin embargo, una parte de estas partículas logran atravesar la magnetósfera y entonces entran en contacto con las líneas de campo magnético. Estas líneas también se ven deformadas de modo que adquiere una forma alargada con cola, con una forma parecida a la de los cometas.

Cuando las partículas atraviesan la magnetósfera, estas quedan atrapadas y recorren las líneas de campo magnético terrestre, imaginemos las líneas de campo como alambres que se conectan en los polos de la Tierra y que las partículas cargadas fueran cuentas de plástico, las cuentas seguirían el trayecto de los alambres conectados. De esta misma forma se comportan las partículas cargadas al interactuar con el campo, siguen la trayectoria que éstas le marcan, así, al estar conectadas en los polos las partículas se dirigen hacia estos puntos del planeta. Esta es la razón por la que las auroras solo se aprecian en los polos de la Tierra.



Después de su camino a lo largo de las líneas de campo, las partículas entran en contacto con la atmósfera terrestre en las zonas polares y colisionan con los átomos y moléculas de la atmósfera, principalmente con oxígeno y nitrógeno. Tras esta colisión, la energía proporcionada por las partículas provenientes del Sol perturba a los átomos llevándolos a niveles excitados de energía, esto es como si le dieran más energía de la que necesitan, y para regresar a su estado inicial deben liberar esa energía extra, esto lo hacen emitiendo luz. Esta luz es la luz de la aurora polar.

Colores de la aurora y zonas aurorales

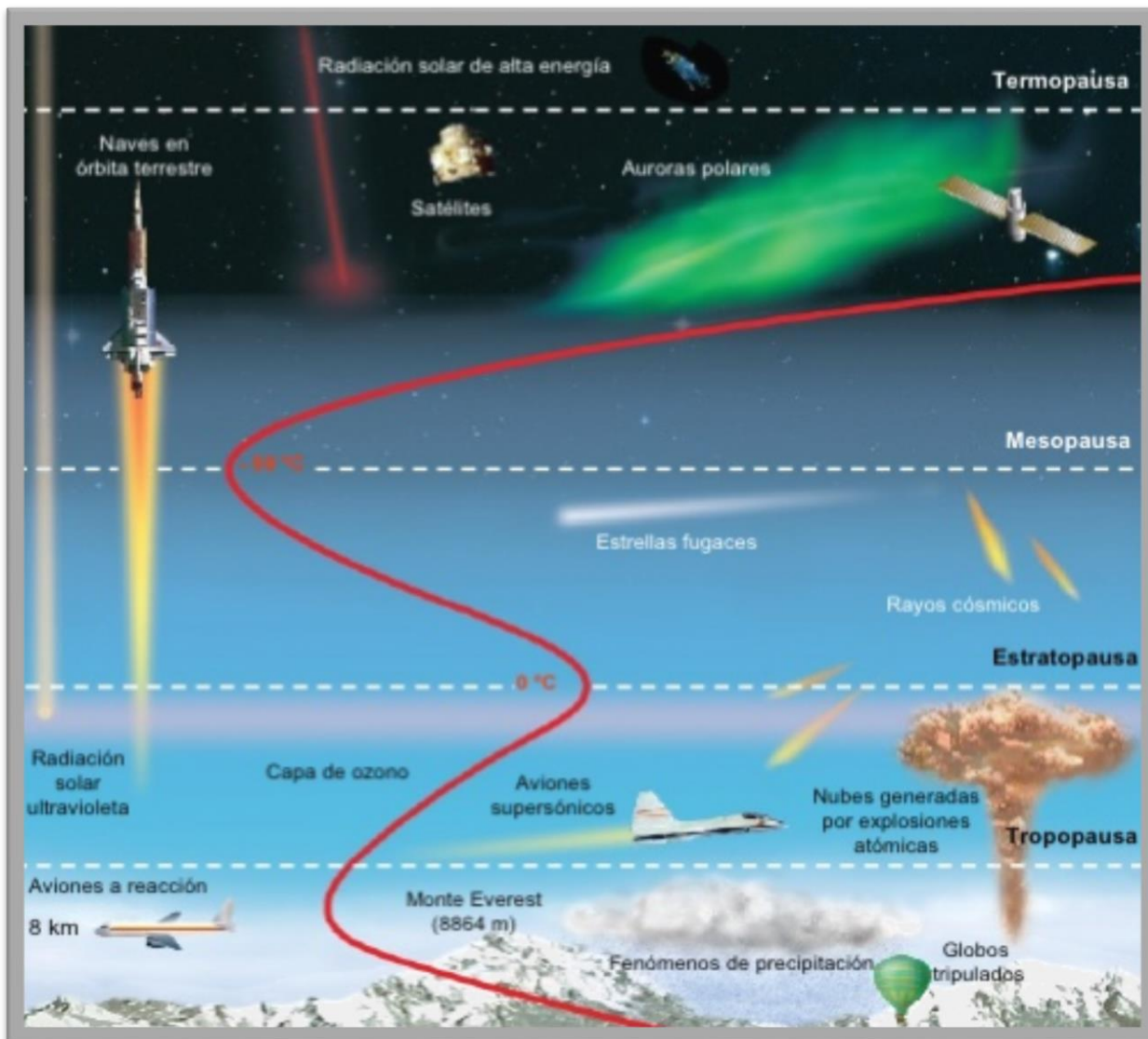




Planetario Arcadio Poveda Ricalde

Las luces de las auroras polares se mantienen sobre los 95 km de altura sobre el nivel del suelo, esto debido a que, en esta región, la atmósfera es muy densa y tiene las condiciones adecuadas para que se dé la colisión con las partículas cargadas, sin embargo, estas no pueden estar más allá de los 500-1000 km ya que a esa altura la atmósfera es muy poco densa.

Algo muy llamativo de las auroras son los colores, cada color que toma la aurora nos dice a qué elemento pertenecen esos átomos con los que se está colisionando. Sus colores dependen del elemento con el que estén interaccionando, cada gas de la atmósfera con el que interactúa es responsable de un color de la aurora, pero también es importante destacar que no todos los colores se producen a la misma altura.

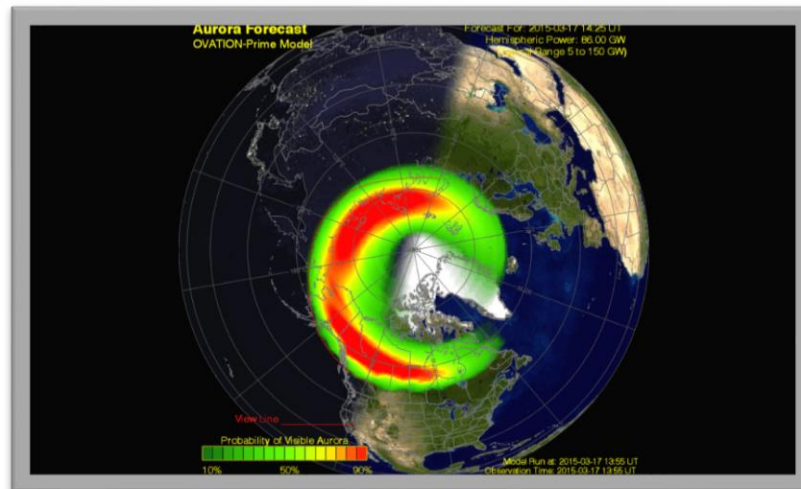




El color más común es el verde, este es producido por moléculas de oxígeno localizadas arriba de los 95 km, mientras que el color rojo es producido también por el oxígeno, pero aparecen a partir de los 200 km de altitud. Alrededor de los 120 km aparecen los colores azules y violetas producidos por el nitrógeno molecular.



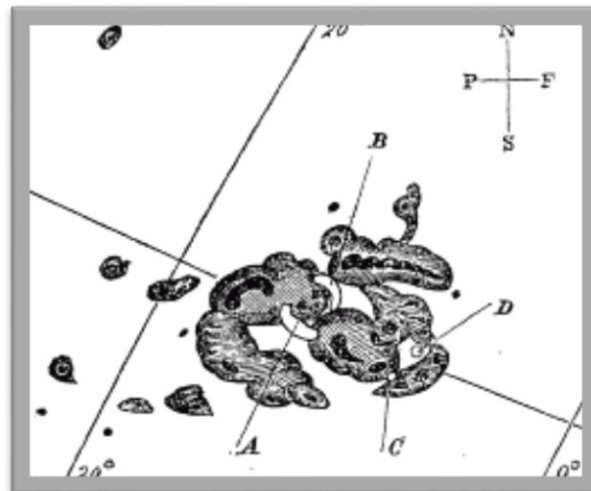
Las auroras aparecen en dos óvalos centrados encima de los polos magnéticos de la Tierra. Ya que las líneas de campo se conectan muy cerca de los polos de la Tierra, la principal interacción de las partículas cargadas se da en esas regiones del planeta.



Evento de Carrington

El jueves 1 de septiembre de 1859, Richard Carrington quien era un astrónomo inglés dedicado a la investigación solar, observando las manchas solares se dio cuenta de que en la proyección que hacía del Sol en una pantalla aparecieron dos manchas muy brillantes, salió un momento para buscar a alguien que lo viera también y cuando regresó ya había desaparecido los brotes. A la mañana siguiente las auroras iluminaban el cielo alcanzado lugares tropicales como Cuba, Jamaica, El Salvador y Hawái. Se dice incluso que eran tan brillantes que se podían leer los periódicos como si fuera de día.

Lo que Carrington observó fue una erupción solar de luz blanca que produjo una gran tormenta geomagnética, la más grande registrada en 160 años. Las erupciones solares se producen con mayor frecuencia durante el máximo del ciclo de manchas solares que se da cada 11 años



Créditos: Sociedad Astronómica Real.

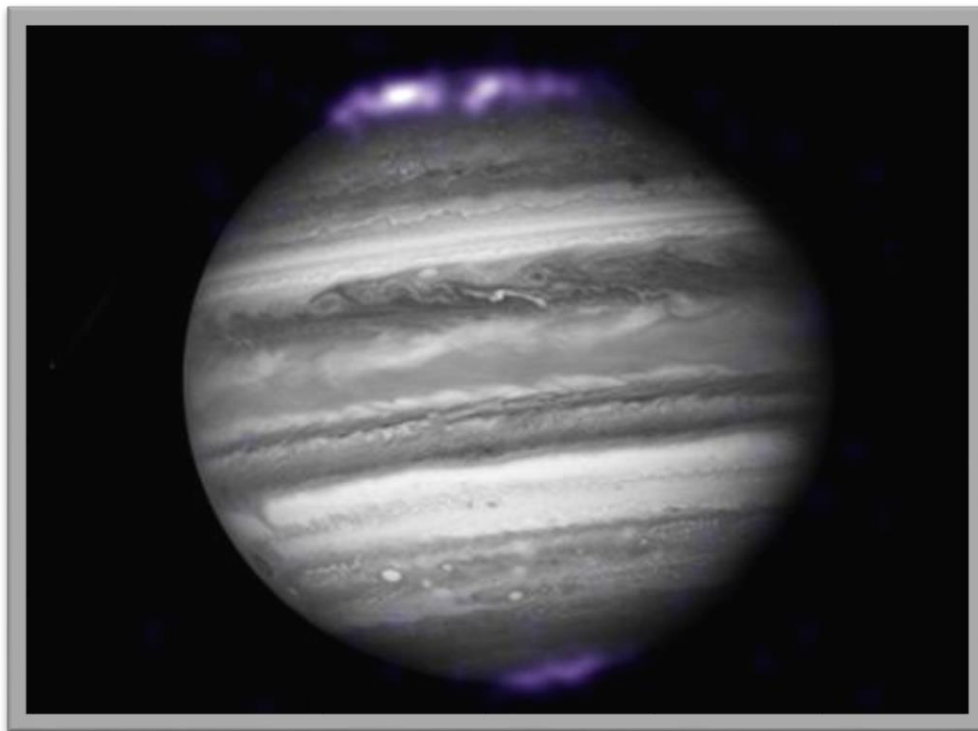
Lo más desconcertante de este evento fueron las repercusiones que tuvo en la red de telégrafos, pues estos se vieron afectados en todo el mundo quemando incluso el papel telegráfico y provocando descargas a los operadores, pero a pesar de esto, las corrientes eléctricas inducidas por las auroras permitieron que se transmitieran mensajes.

¿Se pueden ver auroras en otros planetas?

Como se mencionó al principio, para generar las auroras se necesita de tres elementos clave: una atmósfera, campo magnético y partículas cargadas provenientes del Sol. Cuando el viento solar es expulsado de la superficie del astro viaja a través de todo el sistema solar interactuando con lo que está a su paso, así, al pasar por los demás planetas que tengan las características apropiadas se producen las auroras.

Júpiter y Saturno tienen grandes atmósferas y campos magnéticos enormes, lo que hace que se produzcan espectaculares auroras boreales en estos planetas.

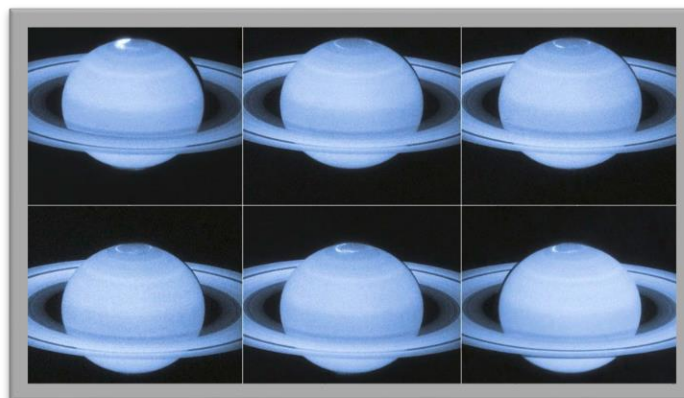
Júpiter, el planeta más grande de nuestro sistema solar tiene además las auroras más grandes en el sistema, sin embargo, algo curioso ocurre en este planeta. Las auroras de Júpiter no necesitan de las partículas del Sol para generarse, sino que él mismo las puede generar con su movimiento de rotación. Ya que su campo magnético es muy intenso y grande, al girar este campo se produce una corriente. Los campos eléctricos en los polos capturan todas las partículas cargadas tanto del Sol como las que provienen de una de las lunas galileanas, lo, esta luna es un cuerpo muy volcánico y lanza oxígeno e iones de azufre hacia el campo magnético de Júpiter generando las auroras en rayos X.



Auroras de rayos X, registradas por el Observatorio de Rayos X Chandra, de la NASA, superpuestas sobre una imagen óptica, la cual fue tomada en forma simultánea con el Telescopio Espacial Hubble.



Mientras tanto en Saturno, la magnetósfera del planeta al entrar en contacto con las partículas procedentes del Sol se extiende formando una gran cola magnética en la zona no iluminada. Al colapsar la cola esta se reconfigura generando las auroras. El Hubble capturó destellos en las regiones polares del planeta que se desplazan tres veces más rápido que la velocidad de rotación del Saturno, la cual es de cerca de 10 horas.



Importancia del estudio

El estudio de las auroras y su producción es de gran importancia para todos nosotros por diversas razones, entre ellas está la afectación a nuestra vida cotidiana y el proteger a los astronautas que están en el espacio.

Ya que en la actualidad la mayor parte de nuestra tecnología tiene funcionamiento satelital, esta se ha vuelto más vulnerable a la actividad solar, una tormenta geomagnética como la que presencié Carrington en 1859 causaría grandes daños a los satélites que se encuentran orbitando el planeta. Así, las comunicaciones fallarían, tanto el internet como los servicios de telefonía celular, los radares y el GPS se verían interrumpidos también. La tecnología satelital es muy costosa por lo que daños graves a los satélites causarían pérdidas costosas y la solución más "económica" sería lanzar nuevos satélites. Estos aparatos a diferencia de nosotros se hallan más expuestos a la radiación, a nosotros nuestra atmósfera nos protege, pero los satélites se hallan fuera de ella.

Pero los satélites no serían lo único que se vería afectado, como se mencionó al inicio del apartado, también los astronautas se encuentran expuestos al hacer sus caminatas espaciales donde al notar el primer destello de luz ellos podrían ir a refugiarse a la nave.

Para poder predecir las llamaradas solares, se han enviado ya sondas para estudiar el Sol, una de estas sondas es SOHO.

SOHO

El Solar and Heliospheric Observatory (SOHO), fue enviado el 2 de diciembre de 1995 a estudiar la estructura interna del Sol, su atmósfera externa y el origen del viento solar. Los datos de la actividad solar de SOHO se utilizan para poder predecir las llamaradas solares, las cuales son tan perjudiciales para nuestros satélites y astronautas. Si bien, no podemos evitar que ocurra otro evento como el de 1859, se podrá al menos tomar las precauciones necesarias para evitar daños graves y ya no nos tomará por sorpresa como en ese momento sucedió.

Así que detrás de estas bellas luces danzantes que pocos son los privilegiados de poder contemplar constantemente existe todo un proceso físico que involucra a nuestro Sol.



Para saber más:

<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/magnetic/MagEarth.html>

<http://astroaula.net/recursos-didacticos/actividades/auroras-boreales/>

<https://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=6226>

http://m.esa.int/esl/ESA_in_your_country/Spain/El_Hubble_observa_auroras_en_Saturno

https://ciencia.nasa.gov/science-at-nasa/2007/29mar_bigauroras

https://www.nasa.gov/mission_pages/soho/overview/index.html

https://ciencia.nasa.gov/science-at-nasa/2008/06may_carringtonflare

<http://www.aurora-service.eu/aurora-school/aurora-borealis/>

<https://www.northernlightscentre.ca/northernlights.html>