

Índice.

Índice.

Introducción.

Antes de ver que son las auroras y como se forman vamos a ver un poco de leyenda e historia para ver que pensaban nuestros antepasados sobre ello.

Leyenda.

Los pueblos que presenciaban el fenómeno tenían sus propias interpretaciones y le daban, según las épocas, determinados significados. La Edad Media, pródiga en luchas y batallas, suministró varias pinturas de este tipo, en las que la interpretación giraba en torno a grandes batallas en el cielo, ejércitos en lucha y tropas a caballo. Miedo y terror, anuncios de grandes catástrofes, aparecían ligados en esas épocas a los fenómenos aurorales.

Los esquimales, los indios atabascos, los lapones, los habitantes de Groenlandia, e incluso las tribus del noreste de la India estaban familiarizados con esta luz misteriosa del cielo. Sus leyendas toman muchas formas y a menudo estaban asociadas con sus ideas de la vida en el otro mundo.

Cuenta una leyenda esquimal: *"Los límites de la tierra y el mar son bordeados por un inmenso abismo, sobre él aparece un sendero estrecho y peligroso que conduce a las regiones celestiales. El cielo es una gran bóveda de material duro, arqueado sobre la tierra. Hay un agujero en él a través del que los espíritus pasan a los verdaderos cielos. Sólo los espíritus de aquellos que tienen una muerte voluntaria o violenta y el cuervo, han recorrido este sendero. Los espíritus que viven allí encienden antorchas para quitar los pasos de las nuevas llegadas. Esta es la luz de la aurora. Se pueden ver allí festejando y jugando a la pelota con un cráneo de morsa.*

El sonido silbante y chasqueante que acompaña, a veces, a la aurora son las voces de esos espíritus intentando comunicarse con las gentes de la tierra. Se les debería contestar siempre con voz susurrante. A los espíritus celestiales se les llama "selaimut", "sky-wellers", moradores del cielo".

Historia

La aurora ha sido y es, para muchos, uno de esos fenómenos que, por su esplendor e infrecuencia, reviste un cierto carácter mítico y misterioso. Por ello no ha pasado desapercibido para los pensadores y hombres de la ciencia. Anaxágoras (500–428 a.C.) propuso una explicación a este fenómeno en términos de un vapor de fuego que se vertía desde las capas más altas de los cielos sobre las nubes; Anaxímenes (570–526 a.C.) atribuía el fenómeno a un gas que se almacenaba en las nubes y que se iba mezclando como en una caldera, dando lugar a un aumento de brillo; Aristóteles, Séneca y el historiador oficial romano Plinio tampoco pasaron por alto la aurora y trataron de explicar el fenómeno.

La realidad era que la aurora (*Luces del Norte*) aparecía en el cielo como *persona non grata*, sin respeto a las leyes mecánicas de la naturaleza de aquellas épocas. Los habitantes de las zonas en las que es más visible la aurora no han dejado de reflejar en sus símbolos y dibujos este fenómeno, bien fuesen los indios de Canadá, o los esquimales del norte.

La época de la Ilustración fue especialmente fructífera en la observación del fenómeno y en la elaboración de teorías cercanas a la actual, pero sólo a partir del descubrimiento del electromagnetismo y la espectroscopia en el siglo XIX, se pudo avanzar en la solución del problema del origen de estas luces misteriosas.

El desafío científico en nuestros días, era de la tecnología espacial, cobra nuevo carácter, no ya sólo desde el perfeccionamiento de la teoría electromagnética que explica el fenómeno en función del viento solar, sino desde el especial interés que el problema energético tiene en la actualidad y la posibilidad de estudiar al natural el comportamiento de la materia en forma de plasma (estado de la materia donde los átomos se ionizan y se crea el *estado de plasma* formado por cationes y electrones), aspecto íntimamente ligado con la consecución controlada de la energía de fusión. En el terreno de las comunicaciones, el fenómeno de la aurora ha producido ya sorprendentes sucesos como el ocurrido el 2 de septiembre de 1987, cuando durante dos horas fue posible enviar mensajes de Boston a Portland y viceversa sin fuente de energía auxiliar, sólo con la corriente eléctrica generada por la aurora. Pero también ha sido la causa de graves incidentes, como la interrupción de comunicaciones en aeronaves o la pérdida de control sobre algún cohete espacial.

El interés científico y tecnológico del fenómeno aurora, es por tanto, relevante. Sus aspectos históricos y legendarios son apasionantes y su estética es indescriptible.

Aurora.

Una aurora boreal comienza con un brillo fosforescente en el horizonte. Este brillo disminuye, pero vuelve a intensificarse. Es entonces cuando aparece un arco iluminado, que a veces se cierra en forma de círculo (*corona boreal*) muy brillante, con centro en el meridiano magnético; que se eleva en el cielo. A continuación, nuevos arcos iluminados aparecen y siguen al primero. Pequeñas ondas y rizos se mueven a todo lo largo de estos arcos.

En cuestión de unos pocos minutos, un cambio dramático se observa en el cielo. Un bombardeo de partículas golpea a la atmósfera superior, fenómeno que recibe el nombre de subtormenta auroral (en Inglés, auroral sub-storm.) Rayos de luz caen del espacio, formando cortinas que se expanden en el cielo, cuyos bordes superior e inferior están coloreados de violeta y rojo. Sus colores también pueden mezclarse, o entretorse unos con otros.

Las cortinas desaparecen y vuelven a formarse a partir de nuevos rayos de luz. Un observador puede mirar directamente sobre su cabeza y observar entonces rayos dirigiéndose en todas direcciones, formando lo que se llama corona auroral.

Luego de 10 o 20 minutos, el bombardeo termina y la actividad decrece. Las bandas de luz dejan de propagarse y se desintegran en una luz difusa que se extiende por todo el cielo.

Las que se presentan en las inmediaciones del Círculo Polar Ártico se llaman *auroras boreales*, y las del Antártico, *auroras australes*. Las auroras son más frecuentes en primavera y en otoño.

Causas de la aurora.

La actividad solar produce partículas que son lanzadas al espacio, emite grandes cantidades de rayos X, ultravioletas y radiación visible, así como corrientes de protones y electrones de alta energía. La radiación X y ultravioleta puede llegar a la Tierra e incrementar la ionización de las capas más altas de la atmósfera terrestre, pero la mayoría de las partículas emitidas tienen velocidades bajas y llegan a la Tierra en horas, e incluso días, más tarde de la producción en forma de ráfagas de viento solar. Las manchas solares, cuyos máximos períodos de actividad se repiten cada once años, hacen que la cantidad de viento solar producido varíe su magnitud y su composición.

Los estudios realizados indican que el brillo auroral se desencadena cuando el viento solar, que recorre todo el Sistema Solar, se ve reforzado por partículas subatómicas de alta energía procedentes de las manchas solares. Los electrones y protones penetran en la magnetosfera terrestre (región del espacio donde queda confinado el campo magnético terrestre y que actúa como escudo protector ante buena parte de las partículas cargadas de la radiación cósmica. Su límite exterior recibe el nombre de magnetopausa.) y entran en la zona inferior de los cinturones de radiación de Van Allen, sobrecargándolos. Esas partículas, protones y electrones colisionan con las moléculas de gas de la atmósfera, excitándolas y produciendo luminiscencia.

Vamos a ver que es un cinturón de Van Allen

- Los cinturones de radiación de Van Allen son áreas de la alta atmósfera que rodean la Tierra (y análogamente otros planetas como Júpiter y Saturno) por encima de la ionosfera, a una altura de 3.000 y de 22.000 km. respectivamente. Se sitúan sobre la zona ecuatorial y la más externa se prolongan prácticamente hasta la *magnetopausa*, límite entre el espacio terrestre y el espacio interplanetario. Su delimitación no está aún completamente confirmada, ya que la actividad solar y el magnetismo generan oscilaciones en sus límites, que actualmente se denominan *zonas de radiación*.
- El origen se debe a un fenómeno que se produce cuando las partículas atómicas (en su mayor parte protones y electrones) emitidas desde la corona solar, o viento solar son arrastradas con un trayecto helicoidal alrededor de las *líneas de fuerza* del campo magnético terrestre, entre los polos norte y sur. La mayor parte de las partículas de alta energía (protones) se encuentran en el cinturón interior, mientras que los electrones suelen concentrarse en el externo.
- La intensidad de radiación presente en los cinturones de Van Allen produce un elevado deterioro de los circuitos electrónicos y paneles solares de las naves espaciales, mientras que el efecto de una exposición sobre los seres vivos resulta extremadamente dañino. Por esta, razón las misiones espaciales requieren tanto de una protección eficaz ante el poder penetrativo que representa el bombardeo de partículas subatómicas, como de una perfecta planificación en la que se reduce al mínimo la exposición de los astronautas frente a dichas radiaciones.

La aurora adopta una inmensa variedad de formas: el arco auroral, un arco luminoso que cruza el meridiano magnético; la banda auroral, que suele ser más ancha y mucho más irregular que el arco; los filamentos y luces ondulantes perpendiculares al arco o a la banda; la corona, un círculo luminoso cercano al cenit; las nubes aurales, masas nebulosas difusas que pueden aparecer en cualquier parte del cielo; el brillo auroral, un fenómeno luminoso situado a gran altura sobre el horizonte, con filamentos que convergen hacia el cenit; cortinas, abanicos, llamas o luces ondulantes de distintas formas.

También se han observado auroras en las atmósferas de otros planetas, en particular de Júpiter.

Hay una zona circular sobre la región polar en la que los electrones procedentes del Sol inciden uniformemente y al alcanzar los gases atmosféricos se produce una emisión espectral que da lugar al fenómeno luminoso de la aurora a alturas comprendidas entre los cien y cuatrocientos kilómetros. Esta zona donde se forman las auroras se llama *óvalo auroral*.

La emisión de luz corresponde al espectro del oxígeno en su color verdoso (5.577 Å) y al del nitrógeno en su color violeta (3.914 Å). Pero en las capas altas de la atmósfera, y en determinadas condiciones, existe oxígeno atómico que produce una emisión de luz roja (6.300 Å) que, a su vez, produce ese gran enrojecimiento del cielo que aparece sobre todo en las auroras más ecuatoriales (como puede verse más adelante en la aurora vista desde Figueras) cuando, por efecto de las tormentas magnéticas, se produce un desplazamiento hacia el sur del óvalo auroral. En estos casos se piensa que el plasma es expulsado del Sol a velocidades de 500–1.000 km/s, frente a los 300 km/s con que sale normalmente. Debido a ello, se ha sugerido que los electrones alcanzan en la ionosfera temperaturas de 20.000 K durante las tormentas magnéticas, lo que suministra la energía suficiente para la excitación del oxígeno atómico y la emisión de la banda roja a 6.300 Å, lo que requiere una energía de 2 eV.

Al igual que el viento solar es variable, las formas, frecuencias e intensidades de la aurora también lo serán en un período del once años.

La consideración física más aceptada para comprender el fenómeno de la aurora está referida a la creación de una dinamo magnetosférica entre el Sol y la Tierra, teniendo en cuenta que ésta junto, con su campo magnético, está sumergida en una cavidad por donde circula una corriente de plasma que mana del Sol. El proceso que se produce es el de una gran dinamo, cuya potencia ($P = F \times V$) puede estimarse en 1012 vatios, siendo F la fuerza de Lorentz ($\vec{F} = q(\vec{E} + \vec{V} \times \vec{B})$)

) y V la velocidad de la luz(300.000 km/s). El voltaje generado se estima en 50 kV (Kilovoltios) y la intensidad de corriente del orden de 106–107 Amperios.

Desde 1970, satélites de órbita polar han podido observar con mayor exactitud aún la estructura de las auroras así como la precipitación de partículas energéticas en zona auroral; se ha logrado llevar a cabo auroras artificiales mediante la inyección de electrones desde cohetes (experimentos Araks).

Consecuencias.

Sus corrientes eléctricas pueden acelerar la oxidación. La energía de la aurora distorsiona los sistemas defensivos de alerta rápida de los E.E.U.U. y Rusia. Desde que se ha desarrollado sistemas eléctricos a gran escala, la aurora puede afectar directamente a la vida de los humanos. El aumento de su poder se hizo evidente en febrero de 1958, cuando gran parte del nordeste de Canadá se quedó a oscuras por una aurora supertormentosa que sobrecargó los circuitos.

La dependencia de los aparatos eléctricos sigue creciendo, pero hasta ahora no se han repetido tormentas semejantes.

La próxima vez que se produzca puede afectar a la cultura humana en una medida superior a todo lo conocido.

La aurora boreal del pasado 6 de abril vista desde Figueres.

Estas son las palabras de un hombre de Figueres, después de haber observado una aurora boreal

A veces, esto de pasar sueño e incomodidades por causa de la dedicación a las cosas del firmamento tiene sus compensaciones, especialmente cuando a los hados del cielo les da por hacerte un regalo. Es, ni más ni menos, lo que me sucedió cuando en la noche del miércoles, día 6 de Abril les dió por ofrecerme una aurora boreal a domicilio. El cúmulo de circunstancias que lo propiciaron hace que, cuanto más lo pienso, más consciente soy de la fortuna que tuve. Hacía 24 años que no se observaba este fenómeno en Cataluña y, por lo que de momento sé, parece que no fuimos más de cinco los que lo vimos e identificamos como tal. De estos, creo que sólo yo tuve la suerte de poder fotografiarlo.

Esta noche fue la primera con buenas condiciones de observación, tras unos cuantos días de tránsito de continuos frentes. Cerca de medianoche, decidí subir al observatorio para probar unos filtros y hacer funcionar el instrumental. Así que empecé a sacar fotografías cuando, de repente, sobre las 22.30 T.U, empezó a fallar el motor de seguimiento del telescopio. Normalmente, cuando esto me sucede, siempre suele tratarse de un problema de embrague o de contrapeso, por lo que me veo obligado a hacer diversos viajes desde el ordenador al telescopio, que está en una zona del tejado que se abre. Esta noche, al haber subido tarde, abrí mucho las compuertas para facilitar una rápida ventilación del observatorio, de modo que una amplia área de cielo quedaba a la vista. A las 23.15, el problema no se solucionaba, de modo que, bastante irritado, salí al exterior para hacer un último ajuste al telescopio antes de dejarlo cuando, por el rabillo del ojo, distinguí un brillo rosado en dirección norte.

"Maldita sea", pensé para mis adentros, alguien se ha inventado una nueva forma de contaminación lumínica". Alcé la vista y vi que una amplia área de cielo estaba afectada por un resplandor rosáceo. Sin caer todavía en la cuenta de lo que estaba viendo, intenté identificar la fuente terrestre del fenómeno, pero no parecía haber nada nuevo en aquella dirección. Entonces me acordé de que este año es el del máximo del presente ciclo del Sol, y que cuando la actividad solar es muy elevada, si hay potentes tempestades geomagnéticas, se generan intensas auroras boreales que pueden ser vistas a bajas latitudes. Así que esto era: estaba contemplando una aurora boreal. Casualidad de las casualidades: tenía un carrete cargado con diapositivas de 400 ASA, que utilizaba para hacer una serie de imágenes nocturnas de puntos de contaminación lumínica en la comarca. Bajé corriendo del observatorio, cogí la cámara zumbando, la monté e hice dos exposiciones, coincidiendo con el momento en que la aurora era más brillante.

Me pasé un buen rato contemplando el fenómeno (Fig.1), hasta las 00 T.U . Imagino que debió haber empezado sobre las 23 porque, cuando la descubrí, la aurora ya era bastante intensa. Aunque considerablemente difuminada por la contaminación lumínica de Figueres, me di cuenta de que contemplarla en condiciones de oscuridad total debe de ser fantástico. Abarcaba una distancia en el horizonte que iba desde Auriga, que se ocultaba por el Noroeste, hasta Cygnus, que emergía por el Noreste: unas 15 horas de Ascensión Recta, en total. El resplandor rosáceo empezaba a ser visible con claridad a unos 5–7 grados sobre el horizonte, por encima de las montañas de l'Albera y la línea de la contaminación lumínica del Rosselló.

Irregular en su parte superior, manifestaba dos picos de unos 42° de altura en la zona de Cygnus y el otro entre Cassiopeia y Cepheus, que llegaba hasta la Polar. En Auriga parecía distinguirse en ocasiones un pico menor. En estas zonas, el resplandor se hizo más intenso en tres momentos, empezando a distinguirse la típica estructura columnar de este fenómeno. No observé otros colores. A partir de las 23.35 T.U., la intensidad empezó a descender globalmente. El cielo se oscureció de forma irregular, quedando al final una zona ligeramente rosácea debajo de la Polar. Sobre las 00 T.U., la



aurora era ya inapreciable, mi hijo pequeño rompió a llorar y se acabó lo que se daba.

Fig. 1. Aurora Boreal vista desde Figueres.

No sé si después se reprodujo el fenómeno. Aunque así fuera, creo haber sido testigo de un acontecimiento excepcional por lo inusual que es en nuestras latitudes. Me queda el regusto de imaginar lo fantástico que debe resultar este espectáculo con cielos oscuros. Una razón más para seguir en la brecha. Por cierto, en la siguiente noche de observación, el seguimiento del telescopio funcionaba perfectamente."

Fotografías De Auroras Boreales.Bibliografía.

El Planeta Milagroso (MG), Ediciones Destino S.A., 1991.

Enciclopedia Multimedia Encarta 99, Editorial Microsoft.

Enciclopedia Temática Multimedia, Enciclopedia del Estudiante, F&G Editores S.A., Madrid, 1996.

Enciclopedia Universal Multimedia, Editorial Micronet S.A., Madrid, 2001.

Sánchez Iglesias, Andrés y Sanmartín Torres, Alberto, *Física 2º Bachillerato*, Ediciones Laberinto, Madrid, 1998.

Gran Enciclopedia Larousse Gel, Tomo 2, Editorial Planeta.

Gran Diccionario Enciclopédico Visual, Tomo 1, Editorial Océano.

Gran Enciclopedia Rialp Ger, Tomo 3, Ediciones Rialp S.A.

Internet.

11

Las Auroras Boreales