

LA
- AURORA BOREAL -
vista en Colombia en 1859

LA GRAN AURORA BOREAL CAUSADA POR EL EVENTO CARRINGTON, VISTA EN MONTERÍA EN SEPTIEMBRE DE 1859

Freddy Moreno Cárdenas¹ y Sergio Cristancho Sánchez²
Correspondencia para los autores: ceaf@campestre.edu.co

1. Director Centro de Estudios Astrofísicos, CEAF, Gimnasio Campestre, 2. Estudiante de undécimo grado Gimnasio Campestre

Recibido: 29 de agosto de 2014
Aprobado: 26 de septiembre de 2014

RESUMEN

El jueves 1° de septiembre de 1859, se observó por primera vez un espectacular destello de luz visible que ocurría sobre la superficie del disco solar. Hoy sabemos que el Evento Carrington, como se le conoce, fue producto de la actividad solar que entre sus consecuencias visibles en la Tierra se destacó por una fuerte actividad auroral en la madrugada del 1 al 2 de septiembre, que impresionó a un gran número de personas en el hemisferio occidental. La tormenta geomagnética generada fue de tal magnitud que el óvalo auroral se expandió en dirección al ecuador, siendo visible en latitudes tropicales, como la de Panamá (9° N). Una revisión en libros de historia de diferentes ciudades del norte de Colombia permitió identificar una narración de Montería, Córdoba (8° 45' N), que describe fenómenos característicos de la aurora, tales como la observación en el cielo de algo similar a un incendio de bastas dimensiones, candelazos de extraños fulgores y la aparición de una enorme S. Este hallazgo constituye una de las descripciones más completas acerca de la aurora de 1859 vista en bajas latitudes.

Palabras clave: Evento Carrington, aurora boreal de 1859, Montería, Colombia.

SUMMARY

During Thursday, September 1st, 1859, the British astronomer, Richard Carrington, for the first time ever, observes a spectacular gleam of visible light in the surface of the solar disk, the photosphere. Nowadays, the Carrington Event, as it is known by scientists, occurred because of the high solar activity that had visible consequences on Earth because of the aurorae that amazed people in the western hemisphere during the dawn of September 2nd. The geomagnetic storm, generated by the solar-terrestrial event, had such a magnitude that the auroral oval expanded towards the equator, allowing low latitudes, like Panama's 9° N, to catch a sight of the aurorae. A review of several books about the history of the northern cities of Colombia allowed the identification of a narrative from Montería, Colombia (8° 45' N), that describes phenomena similar to those of an aurorae borealis, such as fire-like lights, blazing and dazzling glares, and the appearance of an immense S-like shape in the sky. The finding of such description represents one of the most complete descriptions of low-latitude sightings of aurorae caused by the event of 1859.

Key words: *Carrington Event, Aurorae borealis of 1859, Montería, Colombia.*

INTRODUCCIÓN

El Jueves 1° de septiembre de 1859, el astrónomo inglés Richard Carrington describió así lo que sucedió mientras observaba el grupo de manchas solares número 520 (figura 1):

La observación de este notorio y esplendido grupo del primero de septiembre ha tenido algo notorio. El señor Hogdson en Highgate y yo en Redhill hemos sido testigos de una singular explosión de luz la cual duró cerca de cinco minutos moviéndose sensiblemente sobre el contorno de la mancha, en una cantidad que ha sido publicada en el Monthly Notices of the R. A. Society de noviembre de 1859... (Carrington, 1863).

A las 11:18 am, el astrónomo observó un estallido de luz blanca que parecía salir de dos puntos del grupo de manchas; el fenómeno aumentaba de intensidad y adoptaba una forma parecida a la de un riñón (figura 1). Carrington había sido testigo del primer destello solar visto por un ser humano del que se tenga noticia. Este mismo fenómeno fue detectado también por los magnetómetros del Observatorio de Kew en Londres (figura 2), registrándose en ellos la tormenta

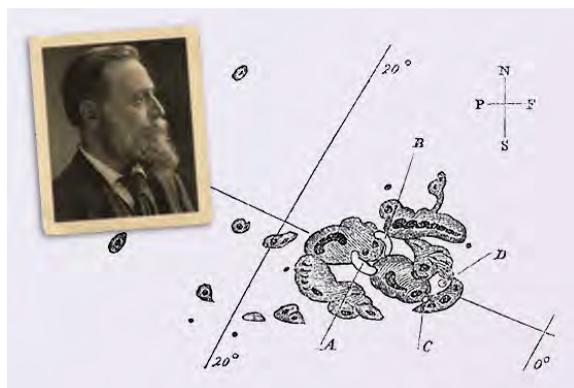


Figura 1. Dibujo de la región 520 y del destello solar (A y B) del 1 de septiembre de 1859, hecho por Richard Carrington. Tomada de la Royal Astronomical Society.

geomagnética más importante percibida hasta la fecha. Desde el 28 de agosto hasta el 7 de septiembre los valores registrados en los instrumentos mostraron una gran turbulencia, siendo el 28 de agosto y el 2 de septiembre los dos eventos más importantes, que correspondieron a la visualización de dos grandes auroras. Otra turbulencia fue notoria a la misma hora en que Carrington y Hogdson vieron el destello, donde los registros mostraron que los componentes horizontal y vertical del campo terrestre permanecieron deprimidos por debajo de los valores normales por un lapso de siete horas (Stewart, 1861). La tormenta geomagnética de 1859 fue el primer evento registrado por los seres humanos desde una perspectiva verdaderamente global y no se repetiría hasta la erupción del Krakatoa en 1883, cuando las puestas de Sol se tornaron de color rojo escarlata.

El fenómeno que más impresionó a un enorme número de personas en el hemisferio occidental fue la gran actividad auroral en la madrugada del 29 de agosto y del 2 al 3 de septiembre. En Green, Boardsen, Odenwald, Humble & Pazamic-

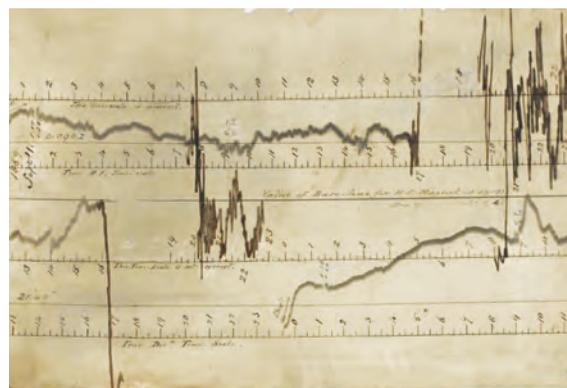


Figura 2. Registro de la tormenta geomagnética del 1 de septiembre de 1859, captado en el Observatorio de Kew. Tomada de: <http://www.geomag.bgs.ac.uk/education/carrington.html>

kas (2005) se encuentra una recopilación de periódicos de todo el orbe que informaban de la aurora inusual que se había observado:

La luz parecía como en torrentes, a veces de una blancura lechosa y a veces de un rojo claro. Las ondas blancas y de color rosado de la luz, que emanaban desde y hacia la corona, eran indescribiblemente hermosas, un amigo cerca de nosotros, que miraba hacia el cenit, con todo el cielo y la tierra iluminada, producía una mayor brillantez que la que da la Luna llena, dijo que era como estar descansando debajo de las alas del Todopoderoso. La corona de encima, de hecho, parecía como un trono de plata, púrpura y carmesí, y colgado hacia fuera con cortinas o alas de una belleza deslumbrante [Washington Daily National Intelligencer, Wednesday, August 31, 1859].

En Cleveland, Ohio, ciudad que está a una latitud de 41° norte observaron lo siguiente:

Objetos a distancia podían ser vistos fácilmente y se distinguían más claramente que cuando la Luna está en su máximo. Vivos rayos de luz, del brillo más supremo cubrieron todo el horizonte del norte; y retirándose, volvían a cubrir cada vez más alto, hasta cubrir todo el cielo. Esto siguió desarrollándose hasta volverse más oscuro, primero de color rojo escarlata, luego a carmesí, y finalmente como el color de la sangre, con el aspecto de una inmensa conflagración. Todo el cielo parecía moteado de rojo, saetas iluminadas lanzadas desde el norte, como en un terrible bombardeo, del que pudimos ver todo y escuchar nada, mientras que las estrellas de mayor magnitud brillaban como luces de centinela... [Journal of Commerce, Cleveland, Ohio, September 2, 1859].

La aurora también fue observada en el hemisferio sur. El siguiente reporte es de la bahía Moreton, hoy Brisbane, (Latitud 27.5° sur) Australia: "...la mayoría de nuestros lectores vio durante la última semana, por tres noches, comenzando después de la puesta del Sol, iluminando el cielo con un precioso matiz de rojo, la aurora del sur. [Moreton Bay Courier, miércoles 7 de septiembre de 1859]".

Pero no sólo la naturaleza fue turbada, las líneas telegráficas de diferentes países fueron afectadas quedando inservibles durante varias horas:

Las comunicaciones telegráficas francesas en París se vieron afectados en gran medida, se observaron fuertes chispas lo que afectaron los cables del circuito de conducción. Lo mismo ocurrió al mismo tiempo en todas las estaciones telegráficas de Francia [The Illustrated London News, September 24, 1859].

En otros casos esta tormenta permitió la comunicación entre sitios muy lejanos como Boston y Portland, siendo esta la primera vez que se registró la transmisión de un por la mensaje por la energía de una aurora:

A continuación, la línea se trabajó por cerca de dos horas sin las baterías habituales, usando la corriente de la aurora, trabajando mejor que con las baterías conectadas... Los efectos habituales de la tormenta eléctrica se manifestaron, por la inversión de los polos de las baterías... [The Daily Chronicle and Sentinel, Augusta, Georgia, Thursday, September 8, 1859].

Durante las tormentas geomagnéticas más intensas la zona, donde se pueden

observar que las auroras se expanden hacia el ecuador y, ocasionalmente, se vuelven visibles en las latitudes tropicales.

Todos nuestros intercambios, desde la costa norte de la isla de Cuba vienen a nosotros con descripciones brillantes de la reciente aurora boreal, que parece haber sido tan brillante en los trópicos como en las zonas del norte... (Green et al., 2005). [The Daily Chronicle and Sentinel, Augusta, Georgia, Thursday, September 8, 1859 p.17.]

La tormenta geomagnética de 1859 fue de tal magnitud que su aurora pudo observarse en latitudes aún menores que las de Cuba, como en Jamaica a 18° N (Nevanlinna, 2005). Una revisión de documentos de la época permitió identificar una descripción de tal fenómeno en Montería (Córdoba), población situada a los $8^\circ 45'$ norte. El reporte de este singular fenómeno fue realizado, posiblemente, por el sacerdote José Inés Ruiz, párroco de esta ciudad en la época, y aparece referenciado por Jaime Exbrayat (1971) en su libro *Historia de Montería*:

En marzo de 1859 los habitantes de la ciudad contemplaron estupefactos un fenómeno de vastas proporciones. Negros nubarrones surcados a cada instante por candelazos de extraños fulgores; inmensas lenguas de llamas y deslumbrantes globos ígneos que se deshacían para volver a encenderse segundos después, daban la impresión de cien volcanes en erupción. Y en el centro de aquellos llameantes espacios se formó, claramente dibujada, una enorme S que allí permaneció mientras duraba el fenómeno que comenzó a las tres de la madrugada. Tan intensa era la claridad que podía confundirse con una aurora boreal y penetraba hasta el interior de las casas. Impresionadas y temerosas las

gentes se precipitaron hacia la iglesia y postradas de hinojos ante la Majestad Divina pedían, a grandes voces, que se alejaran las calamidades presagiadas por el raro fenómeno. El padre José Inés Ruiz rezó públicamente la llamada oración de los siete derramamientos de Sangre de Nuestro Señor Jesucristo... (p.166)

Teniendo en cuenta las anteriores descripciones, el objetivo de este artículo es confrontar las apreciaciones que se escriben en el reporte anterior con los fenómenos típicos de las auroras y buscar pruebas que puedan certificar tal relato, convirtiéndose en la observación de la aurora a una latitud más cercana al ecuador producida por el Evento Carrington.

LA AURORA POLAR

La aurora, también conocida como las luces del norte o del sur, es la manifestación visible de fenómenos atmosféricos que aparecen en el cielo nocturno como arcos resplandecientes, rayos luminosos móviles y otras estructuras coloreadas principalmente de rojo y verde. La palabra aurora tiene su origen en el latín y significa amanecer, debido al resplandor que se observa antes de la salida del Sol. La aurora polar es producida por una descarga eléctrica en la atmósfera superior, que produce luz de manera similar como se forma en una lámpara de sodio o de neón. Las auroras se producen cuando partículas cargadas, que llegan a la Tierra desde el espacio exterior, colisionan con átomos y moléculas que están en la alta atmósfera, donde parte de la energía de las partículas se convierte en luz visible (Beck, Hilbrecht, Reinsch & Völker, 1985).

La actividad solar es la directa responsable de este fenómeno y su mayor inten-

sidad produce auroras espectaculares que pueden ser vistas normalmente en las regiones polares. Debido a su origen solar la actividad auroral tiene un periodo de aproximadamente once años. Se localiza principalmente a alturas de unos 100 Km, formando dos óvalos cambiantes e irregulares que están centrados en los polos magnéticos de la Tierra, que se expanden durante el máximo de cada ciclo solar. Las auroras son producidas por partículas cargadas del viento solar y de las eyecciones de masa solares, que llegan a nuestro planeta y quedan atrapadas en la magnetósfera terrestre. Este bombardeo de partículas de alta energía es organizado en haces y enfocado por los campos magnéticos dentro de la atmósfera superior, haciendo espirares a lo largo de las líneas del campo magnético terrestre en dirección a los polos. El campo magnético terrestre tiene su eje inclinado 114° con respecto al eje de rotación de la Tierra con la característica de que los polos magnéticos y geográficos del norte están más cerca entre ellos que los del sur. El valor del campo magnético varía desde 0.6 gauss cerca a los polos magnéticos a 0.3 gauss cerca al ecuador. Estudios sobre rocas magnetizadas revelan que el campo magnético completo ha cambiado su dirección cerca de dos veces cada millón de años en los últimos 165 millones de años (Daintith & Gould, 2006).

En 1722 George Graham descubrió que había variaciones de corto plazo en el campo magnético, algunas de ellas eran regulares y ocurrían durante el transcurso del día, pero otras eran perturbaciones que eran completamente anómalas. Celsius, en 1740, encontró que estas variaciones ocurrían simultáneamente en dos distintas localizaciones y propuso

la hipótesis que el campo magnético terrestre parecía ser alterado en un forma general y no localmente. Posteriormente, en el siglo XIX, el físico alemán K.F. Gauss descubrió que el origen del campo magnético terrestre tenía su origen en el interior de la Tierra y no en su atmósfera. Las teorías actuales sostienen que el campo es generado por celdas de convección en el núcleo líquido de la Tierra constituyendo una dínamo. Mientras estos descubrimientos ocurrían, los estudios sobre la aurora continuaban y se incrementaba el entendimiento sobre su distribución geográfica. Era obvio que había un incremento en el número de observaciones hacia los polos (en el sur de las islas Británicas en promedio se veían seis en un año mientras que en el lejano norte 60). Munke, en 1833, encontró que había una zona donde existía un máximo de frecuencia de auroras, hoy llamada ovalo aural. Elías Loomis encontró que era casi circular y que su diámetro era de 4000 km. Los contornos que tenían una frecuencia aural constantes fueron llamados isochams o abismos, en memoria de lo que pensaba Aristóteles que eran las auroras.

Durante las tormentas geomagnéticas más intensas el ovalo auroral se expande (figura 3) y se mueve en dirección al ecuador, volviéndose ocasionalmente visible en latitudes tropicales. La observación de auroras polares en latitudes bajas es muy rara, solamente en cuatro ocasiones fueron vistas en los últimos 160 años: 1859, 1872, 1909 y 1921 (Silverman & Cliver, 2000).

ORIGEN DE LAS AURORAS

Hay dos tipos de perturbaciones solares que pueden causar las tormentas aurora-

les. La primera está relacionada con destellos solares, el escape de un filamento, una eyección de masa coronal y otros tipos de actividad explosiva transitoria que depende del ciclo de las manchas solares. Estos eventos descargan nubes de partículas electrificadas energéticas que, si encuentran la Tierra en su camino, desencadenan una tormenta magnetosférica acompañada con la aurora. Las auroras transitorias son bastante fuertes y pueden producir visualizaciones muy brillantes. La frecuencia con que ocurren está relacionada con el ciclo solar aunque puede haber variaciones en la periodicidad y en la duración del máximo auroral con respecto al máximo solar, como este difiere de ciclo a ciclo. La segunda está relacionada con los agujeros coronales en la atmósfera del Sol. Estas son áreas en las que el campo magnético solar está abierto y desde las cuales partículas eléctricamente cargadas y altamente energéticas pueden escapar en la forma de una corriente a chorro (*jet stream*). A medida que el Sol rota la corriente de partículas también lo hace, y si la alineación es la adecuada la corriente chocará con la Tierra cada vez que el Sol rote completamente y mien-

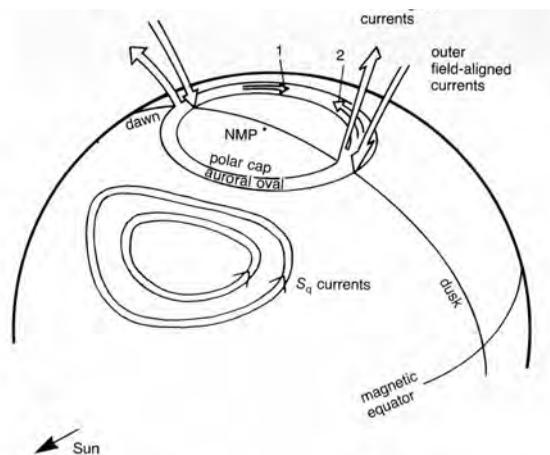


Figura 3. Óvalo auroral. Tomada de Phillips (1992).

tras el agujero exista. Estas corrientes activan la aurora pero de manera más calmada que la relacionada con los eventos transitorios y las auroras producidas no alcanzan las latitudes medias de la Tierra (Beck et al., 1985).

FORMAS DE LA AURORA

La espectacular belleza que exhibe una aurora desafía su descripción. Las simples palabras fallan completamente en transmitir la sensación de asombro y majestuosidad que acompaña a la persona que observa estas luces. El movimiento, la forma y los colores en estado de cambio y que se extienden a bastas distancias sobre el cielo nocturno generan un sentimiento de insignificancia e impotencia en el ser humano. Si clasificamos las auroras según su apariencia, sin intentar explicar su causa, hay tres principales tipos de formas. La primera tiene en cuenta estructuras sin rayos, la segunda contiene las estructuras con forma de rayos y en el último grupo se encuentran las formas que brillan (Petrie, 1963).

Formas con estructuras sin rayos

Arco homogéneo (HA): Sucede cuando un fragmento de círculo está situado cerca del horizonte y es visto brillar sobre el cúpula del cielo; el borde inferior es muy nítido pero la luminosidad del borde superior disminuye gradualmente hasta alcanzar el color del cielo. Los griegos y los romanos los relacionaron con la boca de una caverna o de un abismo desde el cual ardía el fuego del cielo. Cuando el arco está sobre nuestras cabezas este tiene la apariencia de un cinta de luz extendiéndose desde el cenit hasta cerca la horizonte. El color del arco es amarillo-verdoso pero, si es muy brillante,

puede parecer casi blanco. En ocasiones pueden aparecer lo que son llamados anormales, como el llamado arco tipo B que se reconoce por la presencia de un borde inferior rojizo. El color rojo puede ser muy intenso y no ha de sorprender si algunos reportes históricos contienen muchas referencias a incendios en el cielo. También hay arcos delgados de color gris tenue, arcos tipo A, que son completamente rojos y otros de muy baja luminosidad los cuales han sido detectados solo al sur de las regiones donde las auroras son más comunes.

Bandas homogéneas (HB): Esta forma es similar a un arco, no obstante, es menos uniforme y tiene una curva a en su longitud (figura 4).

Arco pulsante (PA): Permanece estacionario, pero toda o parte de su superficie brilla o se desvanece después de una muy activa visualización con un ritmo



Figura 4. Aurora con forma de banda homogénea, como la que se observó en Montería en 1859. Tomada de <http://www.blogcdn.com/slideshows/images/slides/297/888/9/S2978889/slugs//aurora-borealis-or-northern-lights-iceland-3.jpg>

periódico de varios segundos y hasta de un minuto.

Superficie luminosa difusa (DS): Se trata de una mancha, como una nube, sin tener una forma definida que siempre es visible después de una aparición muy intensa y activa que se ha encendido y luego apagado. El color es usualmente gris y en ocasiones rojo.

Superficie pulsante (PS): Es una mancha difusa que actúa de la misma forma que un arco pulsante.

Resplandor débil (G): Es una luz difusa cerca al horizonte, emanando de la porción superior de un arco o una banda cuyo cuerpo principal está debajo del horizonte y no es posible observarlo.

Formas con estructura de rayos

Rayos (R): Se parecen a lápices de luz cuya longitud varía ampliamente. En ocasiones puede aparecer un rayo simple, pero lo normal es que se vean en manojos o haces. Su color es normalmente amarillo-verdoso, sin embargo pueden ser también rojos. Algunas veces la longitud cambia rápidamente razón por la cual inspiraron a los primeros escritores a usar términos como cabras saltarinas o fuegos voladores.

Arcos rayados (RA): Su forma es similar a la del arco homogéneo, excepto que la luz no es uniforme sino separada en una serie de rayos verticales. Estos rayos pueden estar relativamente calmados, pero aparecen a menudo en movimiento lateral a lo largo del arco. Este movimiento aparente es una ilusión óptica causada por la rápida formación y declinación de los rayos individuales.

Bandas Rayadas (RB): Son similares a las bandas homogéneas, con la adición de rayos verticales que rompen su uniformidad. Se ha observado que hay un considerable movimiento asociado a este tipo de aurora: la banda parece moverse en sí misma rápidamente o los rayos parecen estar muy agitados. El borde inferior es comúnmente rojo.

Cortinas (D): Es una forma extremadamente activa caracterizada por el rápido movimiento de los rayos y el cambio de colores. Cuando se les observa a elevaciones moderadas su forma tiene la apariencia de una banda hecha de largos rayos y pliegues, como la de una cortina que cuelga. Vista sobre el cenit se parece a una serpiente luminosa con ondas y manchas brillantes a lo largo de ella.



Figura 5. Aurora coronal. Imagen de Markku Inkil. Tomada de <https://www.facebook.com/pages/Revontulet/197376608535>

Coronas (C): Cuando los rayos son largos, paralelos unos a otros y se extienden hacia el cenit parecen converger en un solo punto. Esta aparente convergencia es cuestión de perspectiva. Si ellos se extienden en todas las direcciones en el cielo la apariencia que se observa es la de un domo, pero si solo ocurre en una parte del cielo la corona toma la forma de un abanico. La corona es normalmente muy coloreada y variable y la más hermosa de este tipo de formas (figura 5).

Coronas radiantes (F): Este tipo consiste en ondas o manchas de luz que se mueven rápidamente hacia el cenit y que son vistas después de un tapiz muy brillante.

ESPECTROSCOPIA DE LA AURORA

Debido a que la aurora es causada por la luz formada en descargas gaseosas las emisiones principales suceden en longitudes de onda discretas (Beck et al., 1985). Entre alturas de 400 y 150 kilómetros sobre la superficie de la Tierra la aurora que se puede formar es roja, debido a la colisión de electrones con átomos de oxígeno que emiten en 6300 y 6364 angstroms (Å). Entre 150 y 90 kilómetros la aurora es principalmente verde, con emisiones en 5577 Å, debido a capas más densas de oxígeno. Entre 90 y 65 kilómetros el borde inferior puede ser teñido de rojo debido a emisiones de nitrógeno molecular. En ocasiones, los verdes y rojos del oxígeno pueden mezclarse con el violeta del nitrógeno simple ionizado (3914 Å) para producir tonos amarillos grisosos. En general, el color de la aurora en orden de rareza es: verde, blanco, rojo, azul, y amarillo. Desde el punto de vista espectroscópico existen dos tipos de aurora. El tipo A que

consiste en emisiones rojas de alto nivel, debido a electrones de baja energía cayendo en las conexiones y penetrando entre las líneas de campo interplanetario y geomagnético. Las auroras tipo B son causadas por electrones de alta energía moviéndose en las líneas de campo cerradas desde la cola de la magnetósfera y penetrando profundamente en la atmósfera donde existen partículas moleculares, causando entonces el borde inferior rojo de la aurora. La línea más comúnmente observada es del oxígeno en 5577 Å. Las líneas del oxígeno son más intensas pero están en longitudes de onda en las cuales el ojo es menos sensible a la luz, causando que estas emisiones aparezcan más tenues (figura 6). El color blanco está generalmente asociado con visión escotópica, debido a los muy bajos niveles de iluminación cuando la aurora es muy tenue y a que los conos que proveen la visión de color en el ojo no están siendo estimulados (Beck et al., 1985).

La aurora negra: En ocasiones cuando el cielo está completamente cubierto por una aurora, como un velo, se observan regiones delgadas y parches sin ninguna luminosidad. Estas regiones se mueven y dan la impresión visual de una aurora negra (Eather, 1980). Dichas regiones

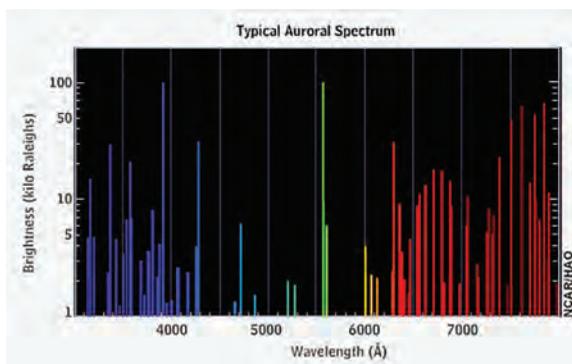


Figura 6. Líneas de emisión de la aurora. Tomada de: <http://planeterrella.obs.ujf-grenoble.fr/spip.php?article89>

oscuras tienen características dinámicas similares a arcos de aurora pequeña y a escala distinta, pero el sentido de rotación de los bucles negros es opuesto a los de la aurora. Teorías recientes explican la aurora negra como una región donde las corrientes de partículas descendentes están cerrando el circuito de corriente de la aurora y los electrones fluyen hacia fuera de la ionosfera (figuras 7 y 8) (Blixt, Kosch, Isham, & Grydeland, 2002).

AURORAS EN LATITUDES BAJAS

Hasta el día de hoy se reconoce a la aurora de septiembre de 1859 como la

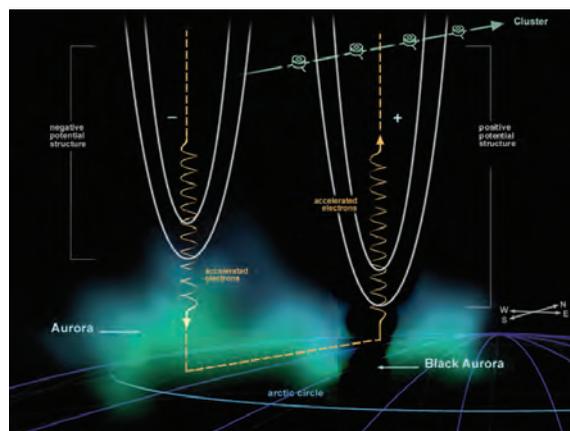


Figura 7. La aurora negra es una región donde las corrientes de partículas descendentes están cerrando el circuito de corriente de la aurora y los electrones fluyen hacia fuera de la ionosfera. Tomada de: http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Cluster/Cluster_quartet_probes_the_secrets_of_the_black_aurora

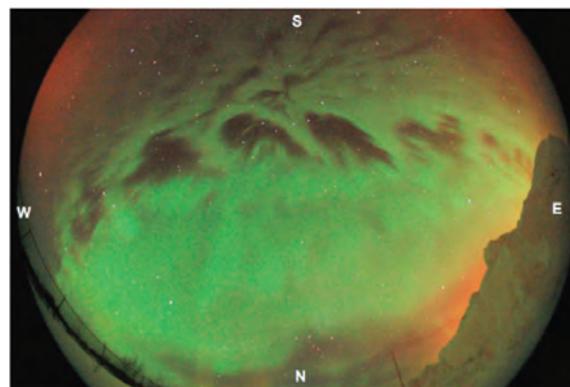


Figura 8. Aurora negra. Tomada de Sakaguchi, et. al., 2011

más intensa en los últimos 160 años, de las que se han encontrado reportes en Cuba y Panamá (Green et al., 2005). El 4 de febrero de 1872 otra gran aurora fue registrada en Bombay, India (19° norte) y así mismo se registró otra el 15 de diciembre de 1921 en Samoa (14° sur) (Eather, 1980). Las latitudes señaladas arriba son geográficas, pero la aurora es controlada por el campo magnético de la Tierra. El ecuador geomagnético se desalinea en Suramérica tanto como 17° . En consecuencia, hay mayor probabilidad de que éstas puedan ser vistas en el ecuador de esta región que en Filipinas, aunque tengan una latitud geográfica parecida, debido a que las auroras se extenderán siguiendo los paralelos de la latitud geomagnética (figura 9).

Esta situación valida la noticia presentada por Exbrayat. Montería está a 8.75° norte y su latitud geomagnética en la actualidad es 18.66° norte; mientras para el año 1900 era de 19.99° norte según el modelo de transformación de coordenadas de la *International Geomagnetic Reference Field* (IGRF-11). Panamá tiene una latitud geográfica de 9° norte y en el año 1900 su latitud geomagnética fue de 20.12° norte, muy cercana a la de Montería. Esto representa el límite de los

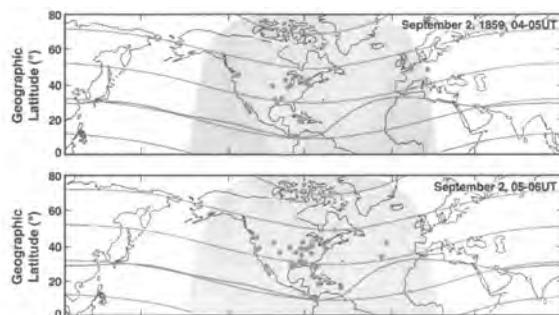


Figura 9. Lugares donde fue vista la gran actividad auroral la noche del 1° al 2 de septiembre de 1859 entre las 4:00 y 7:00 am. Tomada de Green & Boardsen (2005), página 13.

18° norte, hasta donde se observó la gran aurora, como lo proponen Green, et. al., (2005). Margery Infield (2009) reporta otra posible observación en Venezuela, sin embargo no da mayor información al respecto.

ANÁLISIS DEL REPORTE

A continuación se estudiará el relato referenciado por Exbrayat para buscar pruebas que lleven a comprobar el fenómeno allí descrito como una aurora. El reporte comienza así: “En marzo de 1859 los habitantes de la ciudad contemplaron estupefactos un fenómeno celeste que semejava un incendio de bastas dimensiones” (Exbrayat, 1971).

La fecha dada por Exbrayat (1971) es marzo de 1859, sin embargo, como sabemos, la gran aurora ocurrió a finales de agosto y principios de septiembre. Para verificar los datos presentados por este historiador, se hizo una visita a la ciudad de Montería para buscar en las bibliotecas de la ciudad y específicamente en la diócesis, pues el reporte nombra al padre José Inés Ruiz como testigo del fenómeno. Durante la visita realizada a la catedral de Montería no fue posible encontrar libros o libretas de anotaciones del padre Ruiz. Por lo tanto, se desconoce, por ahora, la fuente de donde Jaime Exbrayat tomó la referencia al fenómeno que nos ocupa.

Al revisar los libros de registros de nacimientos y partidas de matrimonio de la época, se corroboró que los documentos eran firmados por dicho sacerdote. En el primer libro se encontraron unos dibujos alrededor del título del mes de septiembre de 1859 que claramente representan diversas formas que exhiben las auroras,

como hélices y eses. Los títulos de los otros meses no tienen dibujo alguno, lo que lleva a pensar que el equívoco



Figura 10. Detalle del libro de partidas de bautizo correspondiente a agosto de 1859.



Figura 11. Detalle del libro de partidas de bautizo correspondiente a septiembre de 1859.



Figura 12. Aurora boreal con forma espiral semejante a las dibujadas por el Padre Ruíz en el libro de partidas de bautizo de septiembre de 1859. Imagen de William Hamel. Tomada de http://4.bp.blogspot.com/-4gdibAsAodY/Uw-4ijN6LrI/AAAAAA-AAEG4/ZHvsdh38a00/s1600/7927971874_c33fe55d9f_k.jpg

en la fecha se debió, probablemente, a un error en la lectura del documento original hecho por Exbrayat teniendo en cuenta la antigüedad del mismo (figuras 10, 11 y 12). La actividad auroral más importante de 1859 empezó en la noche del 28 al 29 de agosto, sin embargo en esta ocasión la aurora sólo se vio hasta el norte de Cuba (Green & Boardsen, 2005). Por lo tanto los habitantes de Montería muy probablemente la observaron en la madrugada del 2 de septiembre, fecha que también corresponde al primer bautizo realizado en la primera iglesia de Montería, hoy Catedral.

Respecto al hecho que “el fenómeno semejaba un incendio de bastas dimensiones”, hay que resaltar que esta es una descripción que se encuentra frecuentemente en los reportes de auroras en diferentes épocas. Séneca, por ejemplo, relata una ocasión en la que un grupo de soldados romanos, que eran despachados hacia la colonia romana de Ostia, observaron una aurora siendo confundida con un incendio (Eather, 1980).

Un despacho de Associated Press de Londres, describió respecto a una visualización auroral muy brillante el 25 de enero de 1938:

El resplandor rojizo llevó a muchos a pensar la mitad de la ciudad estaba en llamas. El departamento de bomberos de Windsor fue alertado con la creencia de que el castillo de Windsor se había incendiado. En Austria y Suiza, los bomberos acudieron a perseguir incendios inexistentes (Eather, 1980, p 39).

Ferris (2012) también resalta el hecho que en las áreas donde se vio la aurora de 1859 sus habitantes creyeron que sus

ciudades se estaban incendiando. Durante la aurora que se observó en la noche del 14 al 15 de mayo de 1921 se tuvieron informes de incendios en Arizona, Méjico y Jamaica. Una característica muy común de las auroras vistas en latitudes bajas es su color rojo (Chapman & Bartels, 1940; Green et al. 2005).

La siguiente frase describe algo interesante: *“Negros nubarrones surcados a cada instante por candelazos de extraños fulgores”*.

El primer fenómeno corresponde a la aurora negra también vista en Boston en la misma fecha (Green et al., 2005, p.117)

Alrededor de las 10 p.m. se observó un fulgor vibrante desde el este, poco tiempo después se vio formar un arco en el norte, por debajo del cual, apareció algo oscuro, que se asemejaba a una nube muy negra. De este arco pronto se proyectaron columnas de luz hacia el cenit. A esto le siguió inmediatamente una sucesión muy vigorosa y brillante de resplandores [Boston Transcript, Saturday, September 2, 1859].

La aurora negra se ha definido como las estructuras que son rodeadas por la luminosidad de la aurora pero dentro de las cuales hay una ausencia de emisiones (Sakaguchi et al., 2010). Parecen existir dos tipos distintos de auroras negras. La diferencia clave entre ellas es que el primer tipo comprende manchas negras, segmentos de arco y anillos que no muestran signos de cualquier mecanismo de corte subyacente, mientras que el segundo tipo comprende unas líneas de vórtices negros y arcos negros con rizos que exhiben una clara evidencia de cizalladura (Archer, 2006). Normalmente su forma es elíptica y se ha observado

que en ocasiones evolucionan hacia segmentos y anillos y viceversa. Se han visto manchas negras derivando o moviéndose en grupos hacia el oriente y en raras ocasiones hacia el occidente. Kimball y Hallinan (1998) calcularon su velocidad de deriva en 1.5 km/s.

Los *“candelazos de extraños fulgores”* corresponden posiblemente al amarillo verdoso que se produce entre 150 y 90 kilómetros, debido a la interacción con las capas más densas del oxígeno con emisiones en 5577 Å. Los deslumbrantes globos ígneos que se deshacían para volver a encenderse segundos después posiblemente están relacionados con las superficies pulsantes que son parches de luz, los cuales aparecen y desaparecen en el mismo lugar con periodos de varios segundos (Chapman & Bartels, 1941).

“Y en el centro de aquellos llameantes espacios se formó, claramente dibujada una enorme S que allí permaneció mientras duraba el fenómeno que comenzó a las tres de la madrugada”. Quizás ésta es la señal más interesante porque describe claramente la observación de una banda homogénea. Los tripulantes de la embarcación Saranac en Panamá (figura 9) percibieron la aurora a las cuatro de la mañana del 28 de agosto (Green, et al., 2005) lo que abre la posibilidad de que dicho fenómeno se hubiera visto en Colombia para esa fecha. Sin embargo, lo más probable es que la observación de Montería corresponda a la madrugada del 2 de septiembre, tal como lo sugieren los dibujos encontrados en el libro de partidas de bautismo.

La siguiente descripción recogida por Exbrayat da a entender que quien hizo el reporte había visto la aurora o por lo

menos conocía sus características: “*Tan intensa era la claridad que podía confundirse con una aurora boreal y penetraba hasta el interior de las casas*”. La intensidad lumínica producida por este fenómeno es tal para quien la observa por primera vez, que cree que realmente está amaneciendo y de ahí su nombre; como se observa en el siguiente reporte (Green et al., 2005).

En la noche del primero de septiembre estábamos en lo alto de las Montañas Rocosas durmiendo a la intemperie. Un poco después de la medianoche nos despertó la luz de la aurora, tan brillante que se podía leer fácilmente una impresión común. Algunos del grupo insistieron que era la luz del día y se inició la preparación del desayuno [Rocky Mountain, September 17].

OTROS ASPECTOS

La región solar 520 fue el origen de la gran actividad auroral de 1859. Su tamaño era de 2300 millonésimas de un hemisferio solar y afectó otros aspectos de lo que hoy conocemos como el clima espacial tales como la alteración ionosférica súbita, las partículas energéticas solares y el viento solar. Esta región solar no ha sido la más extensa desde 1859, pero en general se considera que ha sido de las que ha causado mayor alteración en dichas variables del clima espacial, sobresaliendo en el flujo de protones energéticos mayores a 30 MeV con un valor aproximado de 18.8×10^9 protones cm^{-2} (figura13).

El Evento Carrington también tiene el segundo tiempo de tránsito más corto, es decir desde el instante que se observó el

destello solar hasta el comienzo repentino de la tormenta geomagnética, con 17.6 horas. El índice Dst (*Disturbance storm-storm-like* por sus siglas en Inglés) es una medida de actividad geomagnética para determinar la severidad de las tormentas magnéticas a latitudes medias y ecuatoriales. Para el evento que nos ocupa dicho índice es de 1760 nano Teslas, aproximadamente tres veces la intensidad que el mayor evento desde 1957, ocurrido el 13 de marzo de 1989 (Cliver & Svalgaard, 2005) que causó un apagón en la región de Quebec y New Jersey dejando a más de seis millones de personas sin servicio eléctrico (figura 14). En 1859 en el mundo había entre 100.000 y 125.000 millas de líneas de telégrafo, servicio que era usado extensivamente. El evento Carrington afectó cerca de la mitad de las estaciones de los Estados Unidos produciendo una pérdida de unos U\$ 56.000 de la época. La primera red de telégrafos de Colombia, que conectaba Bogotá con Nare (Antioquia) a 180 kilómetros de distancia, sólo fue instalada hasta 1865 (Rodríguez, 2012), seis años después del Evento Carrington. Si ésta situación se diera en la actualidad podría dañar más transformadores que

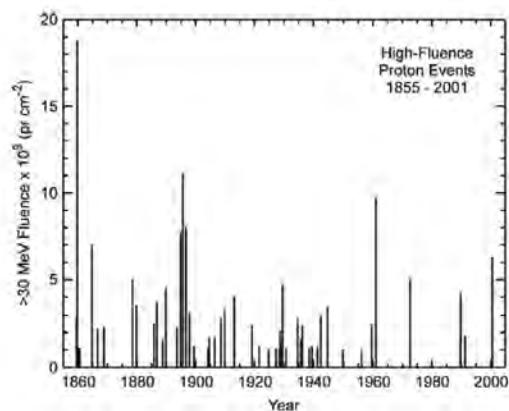


Figura 13. Clasificación de las tormentas geomagnéticas más importantes desde 1859, según la cantidad de protones contenidos por centímetro cuadrado. Tomada de Cliver & Svalgaard (2005).



Figure 2-33. Damaged transformer at the Salem Nuclear Plant.

Figura 14. Daños producidos en el transformador de la planta nuclear de Salem (N. J.) por la tormenta geomagnética de 1989. Tomada de http://science.nasa.gov/science-news/science-at-nasa/2013/13feb_copus/.

los que tienen las compañías eléctricas en reserva. Un estudio de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos resalta que una situación como esta podría generar tanto daño, como el causado por veinte huracanes Katrina (Ferris, 2012).

CONCLUSIONES

La descripción realizada por Jaime Exbrayat corresponde a la aurora boreal que se vio en entre el 28 de agosto y el 3 de septiembre en Europa y América por las siguientes razones:

Aunque la fecha dada por Exbrayat no es del todo exacta, dado que la aurora ocurrió en Septiembre y no en Marzo, los dibujos encontrados en el mes de septiembre en el libro de registros de nacimiento de 1859 hacen clara alusión a la observación de la actividad auroral en ese mes. El error pudo generarse debido a dificultades propias de la antigüedad del documento.

La narración del evento observado en Montería describe varios de los fenóme-

nos propios de la aurora como la intensa iluminación de la atmósfera, la aparición de una brillante banda homogénea en forma de S y la descripción de la aurora negra.

La latitud geomagnética de Montería (19.99° N) para el año 1900 era cercana a la de Ciudad de Panamá (20.12° N) donde también se tiene un reporte de aurora para 1859. La descripción de Exbrayat se convierte en la hecha a más baja latitud de la que se tenga noticia, con la ventaja de ser una de las más completas en tanto menciona la hora, los colores y las formas observadas.

La latitud geomagnética cerca al ecuador se desalinea de la geográfica en el norte de Suramérica cerca de 17° . En consecuencia, hay mayor probabilidad de que las auroras puedan ser vistas en Colombia que en Filipinas, aunque tengan una latitud geográfica parecida, debido a que las auroras se extenderán siguiendo los paralelos de la latitud geomagnética.

La hora en que se observó la aurora en Montería (3:00 am) está conforme con la hora reportada en otros sitios de Norte América.

Es probable que la aurora del 1 al 2 de septiembre se haya visto hasta los 18° norte de latitud como lo propone Green & Boardsen (2005), por lo tanto es posible que existan otros reportes como el de Montería.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos al doctor Luis Enrique Gómez Casabianca, al Padre René van Hissenhoven S. J., al

Padre Orlando López y al personal del Archivo de la Catedral de Montería.

LISTA DE REFERENCIAS

Archer, J. (2009). Dynamics and characteristics of black aurora as observed by high resolution ground-based imagers and radar. *Space and Plasma Physics*. School of Electrical Engineering. Royal Institute of Technology (KTH).

Blixt, E., Kosch, M., Isham, B. and Grydeland, T. (2002). Coordinated Radar and Optical Observations of Black Aurora. *American Geophysical Union, Fall Meeting 2002*.

Beck, R., Hilbrecht, H., Reinsch, K. and Völker, P. (1985). *Solar Astronomy Handbook*. Willmann-Bell, Inc., pp.375-393.

Carrington, R. (1863). *Observations of the spots of the Sun from November 9, 1853, to March 24, 1861, made at Redhill*. G. Nokman, Printer, Maiden Lane, Covent Garden, London, pp. 166-168, plate 132.

Chapman, S. and Bartels, J. (1941). *Geomagnetism*. University Press Oxford. Volumen 1, pp. 449- 471.

Cliver, E. and Svalgaard, L. (2005). The 1859 solar-terrestrial disturbance and the current limits of extreme space weather activity. *Solar Physics (2004) 224*: 407-422.

Daintith, J. and Gould, W. (2006). *Collins Dictionary of Astronomy*, pp 38.

Eather, R. (1980). *Majestic Lights: The Aurora in Science, History and the Arts*. American Geophysical Union. Washington D.C.

Exbrayat, J. (1971). *Historia de Montería*. Imprenta Departamental de Córdoba, pp.150-151.

Ferris, T. (2012). Sun Struck. *National Geographic*. June 2012, pp. 36-53.

Green, J. & Boardsen, S. (2005). Duration and Extent of the Great Auroral Storm of 1859. *Advances in Space Research 2005*.

Green, J., Boardsen, S., Odenwald, S., Humble, J. and, Pazamickas K. (2005). Eyewitness Reports of the Great Auroral Storm of 1859. *Advances in Space Research 2005*.

Infield M. (2009). *The Carrington Event: Flare or CME?* http://climate.arm.ac.uk/Carrington_Flare_Report.pdf. Revisado el septiembre de 2014

Kimball, J. and Hallinan, T. Observations of black auroral patches and of their relationship to other types of aurora. *Journal of Geophysical Research*, Vol. 103, No. A7, pp 14,671-14,682

Nevanlinna, H. (2006). A study on the Great Geomagnetic Storm of 1859: Comparisons with other storms in the 19th century. *Advances in Space Research 38 (2006)*, pp. 180-187.

Petrie, W. (1963). *KOEEIT, The story of the Aurora Borealis*. Pergamon Press. Oxford.

Sakaguchi, K., Shiokawa, K., Donovan, E., Nakajima, A., Hiraki, Y., Trondsen T. and Plaschke F. (2011). Periodic black auroral patches at the dawnside dipolarization front during a substorm. *Journal of Geophysical Research*, Vol. 116, A00i18.

Silverman, S. and Cliver, E. (2001). Low-latitude auroras: the magnetic storm of 14-15 May 1921. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics 63 (2001) 523-535*. Pergamon, pp. 523-535.

Stewart, B. (1861). On the Great Magnetic Disturbance of August 28 to September 7, 1859, as recorded by photography at Kew Observatory. *Proceedings of Royal Society of London*, pp. 407-410.