

Merced á las líneas magnéticas que acabamos de definir y de describir, isogonas, isoclinas é isodinámicas, trazadas en un globo ó mapamundi, es posible figurarse de una ojeada la distribución del magnetismo terrestre, puesto que en su dirección y en su intensidad representan la fuerza que actúa sobre la aguja imanada; pero es indudable que esta distribución corresponde sólo á una época determinada, dado que todos los elementos varían en períodos seculares, anuos y diurnos. Por esto conviene representarse las curvas magnéticas como si se desviarán de un modo lento y continuo con el transcurso de los siglos, y oscilando sin cesar en torno de una posición media, que es la del año, del día y de la hora. Además, debe tenerse presente que de vez en cuando experimentan cambios bruscos inherentes á las perturbaciones ó á las tormentas magnéticas.

Cuando se consideran desde este punto de vista los fenómenos del magnetismo terrestre, no se puede menos de comparar á la Tierra con un cuerpo viviente por el cual circula un flujo nervioso, é impresionado por causas desconocidas todavía, ya dimanen de la acción variable del calor solar, ya de un magnetismo propio del mismo Sol, ó bien de la influencia de cuerpos extraños, como los enjambres de meteoros cósmicos. En virtud de su analogía con las líneas que dividen astronómica ó geográficamente el globo terráqueo, se pueden asimilar las isogónicas con los meridianos y las isoclinas con los paralelos, consistiendo la única diferencia que existe entre estos sistemas de líneas en la irregularidad de las líneas magnéticas. Mas también conviene advertir que esta analogía podría ser falsa, puesto que en ciertas cartas, como las de Duperrey, están trazados los meridianos y los paralelos magnéticos, y no las isogonas y las isoclinas.

He aquí la definición que Duperrey ha dado del *meridiano magnético verdadero*: es la línea que resultaría transportando la aguja imanada á las diferentes regiones del globo, á uno y otro lado del ecuador magnético y siguiendo constantemente la ruta que marca su dirección. Definido de este modo, el meridiano magnético verdadero que pasa por un punto es una curva de doble curvatura, al paso que, siendo el meridiano magnético ordinario la intersección del plano vertical que pasa por la aguja con el horizonte, no es más que un círculo máximo. Los *paralelos magnéticos* son curvas trazadas perpendicularmente á los meridianos verdaderos en cada uno de sus puntos: por lo tanto no se los debe confundir con las isoclinas ni con la isodinámicas.

CAPÍTULO V

EL MAGNETISMO TERRESTRE.—LAS AURORAS POLARES

I

AURORAS BOREALES Y AUSTRALES.—DESCRIPCIÓN DE ESTOS FENÓMENOS

Durante la noche se ven en el cielo, á raros intervalos en los climas de las zonas tropicales y templadas, y con mucha frecuencia en las regiones polares, fenómenos luminosos de aspecto característico, cuya causa se relaciona con los del magnetismo terrestre. Dichos fenómenos son las *auroras polares*.

Como donde más se han observado estas esplendorosas iluminaciones de la atmósfera ha sido en el hemisferio Norte de la Tierra, se las ha dado el nombre de *auroras*

boreales; pero hoy se sabe con certeza que también son comunes en las regiones australes, y si se ha de dar crédito á algunos observadores modernos, las auroras boreales y las australes son fenómenos simultáneos.

Según acabamos de decir, las auroras son visibles muy rara vez en nuestros climas, ó por lo menos su brillo casi nunca es bastante intenso para que no se las confunda con los fulgores crepusculares, siendo probable que tan sólo veamos clara y distintamente las auroras boreales más brillantes y extensas. Si se pudieran hacer observaciones detenidas y compararlas á otras observaciones simultáneas hechas en las estaciones de la zona ártica, quizás resultara de esta comparación un número mucho mayor de apariciones de auroras en las noches de la zona templada. Según lo hace observar con razón M. Ch. Martins, unó de nuestros sabios físicos y meteorologistas, como las tintas de la aurora boreal se parecen á las del crepúsculo, un observador poco atento ó mal orientado puede muy bien confundirlas con los reflejos rojizos que presenta á veces el horizonte mucho tiempo después del ocaso del Sol. Las auroras presentan también el aspecto de los resplandores que despide un gran incendio, como sucedió al principio de la aurora polar del 24 de octubre de 1870 durante el sitio de París; al pronto se tomó su encendido fulgor por un incendio inmenso, ilusión sobrado compatible con el estado de los ánimos en aquella época, pero que se disipó tan luego como el fenómeno sufrió las variaciones de aspecto, cuyos detalles damos á continuación. He aquí, según nuestras propias observaciones, la descripción de esta aurora y la de la que apareció á la noche siguiente. Con esto se tendrá una idea de lo que es una aurora boreal observada en la latitud de París.

A eso de las seis de la tarde del lunes 24 de octubre, apareció en el horizonte un resplandor rojizo, en dirección NNO. Este resplandor se fué extendiendo poco á poco, se elevó y acabó por tomar la forma de un arco inmenso que abarcaba de Este á Oeste toda la región boreal del cielo. De pronto se ostentaron algunos rayos de tinta más brillante y de un rojo blanquecino, que surcando el fondo más oscuro de la zona, no dejaron duda alguna de la naturaleza del fenómeno, el cual no era otra cosa sino una magnífica aurora polar. El cielo había estado todo el día cubierto de nubes que un fuerte viento arrastraba desde la región del Oeste. Pero al anochecer se había despejado, y cuando empezó el fenómeno, las estrellas brillaban en casi toda la extensión de la zona celeste ocupada por él. El arco luminoso continuó, hasta las ocho de la noche, creciendo en intensidad y en amplitud hasta llegar al zenit y aun más allá. Su color era un rojo muy marcado en el horizonte, hacia las regiones del Este y del Oeste. Al Norte, su intensidad era menor, notándose allí el segmento oscuro que se observa con frecuencia debajo de la zona luminosa en las auroras polares.

A excepción de los rayos que á distancias irregulares surcaban el fondo del arco y cuya tinta era blanca rojiza ó ligeramente anaranjada, ninguna de las partes del arco presentaba otro color que el rojo. Pero este color variaba con frecuencia de tono; tan pronto era sonrosado, como de un matiz rojo de sangre, muy brillante y luminoso, ó encarnado muy oscuro; sin embargo, en ningún caso perdía su transparencia ni ofuscaba las estrellas, aun las de tercera ó cuarta magnitud, pues se veía muy distintamente la Osa mayor y la menor, Casiopea, Aldebarán, las Pléyades, etc. En el momento en que el arco llegaba al zenit, toda su periferia exterior estaba orlada de una tinta blanquecina, de un tono lechoso, análoga al aspecto de la Vía láctea, pero mucho más regular y uniforme. El fenómeno fué debilitándose, pero aún era visible á las once de la noche, habiendo llegado á su mayor brillo entre ocho y ocho y media.

A la siguiente noche apareció una nueva aurora, de la cual me limitaré á indicar los caracteres que en mi concepto la distinguieron de la anterior. El arco luminoso abarcaba también todo el cielo de Este á Oeste, pero pasaba del zenit, rebasándole por la parte del Sur. Al Norte y á unos 30 grados sobre el horizonte sólo se distinguía una región de corta extensión que tenía la tinta rojiza de las demás partes de la zona. Entre el Norte y el Oeste se distinguía una región del cielo que contrastaba con las circunvecinas por su tinta más clara, de un tono blanco verdoso y opalescente.

Como en la aurora anterior, muchos rayos luminosos surcaron de vez en cuando con su fulgor el fondo rojizo, pero sin que al parecer convergieran en dirección determinada. Uno de ellos, de forma prolongada, rectilínea, bastante ancho en su parte media, nos pareció notable por la persistencia de su posición y de su duración; hubiérasele tomado por una nube. Entre siete y ocho, el fenómeno de estas apariciones de rayos de luz tomó un carácter singular, digno en nuestro concepto de particular mención. Al Oriente de las constelaciones de Andrómeda y de Pegaso y en un punto muy inmediato á dos estrellas de segunda magnitud, *mu* y *lambda*, que se ven á poca distancia del Cuadrado, se formaron de pronto dos, y luego tres resplandores de matiz blanco sonrosado, parecidos á nubecillas luminosas ó á nebulosas, que persistiendo al principio en su primera forma, se fueron alargando poco á poco como otros tantos rayos rectilíneos convergentes hacia el punto en cuestión. Luego aparecieron otros rayos sucesivamente en distintas direcciones y de varios tamaños, pero presentando todos ellos igual carácter de convergencia hacia el mismo punto del cielo, de suerte que en aquella región particular el fenómeno tenía enteramente la apariencia de una gloria.

A la misma hora vimos dos bólidos bastante brillantes, pero no nos fué posible anotar con exactitud ni su punto de partida ni su dirección.

Las auroras boreales tan brillantes como la que acabamos de describir son bastante raras en nuestros climas. Cuando se pasa de la zona templada á las regiones polares, no tan sólo son más frecuentes las auroras, sino también, como dice un testigo ocular, M. Martins, "el fenómeno se ostenta con brillo y magnificencia tales que no hay nada que pueda compararse con él. El espectáculo, resplandeciente y variado como un fuego de artificio, cambia á cada instante. El pintor no tiene tiempo de bosquejar las formas y las tintas de esos fulgores fugaces; el poeta ha de renunciar á describirlas. Ninguna aurora boreal se parece á otra; varían hasta lo infinito."

Antes de dar la descripción detallada y metódica de los fenómenos múltiples y complejos que presentan las auroras polares, dejemos de nuevo la palabra al físico que acabamos de citar. He aquí en qué términos bosqueja el cuadro de las que tuvo ocasión de observar durante su viaje á Laponia y al Spitzberg: "Ora son simples fulgores difusos ó placas luminosas, ora rayos tremolantes de blancura deslumbradora que recorren todo el firmamento, partiendo del horizonte, como si un pincel invisible se pasara por la bóveda celeste; á veces se detiene; sus rayos, sin acabar, no llegan al zenit, pero la aurora se extiende hacia otro punto; lánzase un haz de rayos, se despliega en forma de abanico, y luego palidece y se extingue. Otras veces flotan sobre la cabeza del observador anchurosos tapices dorados, que se replegan en sí mismos de mil modos y ondulan como si el viento los agitara. En apariencia están poco elevados en la atmósfera, causando extrañeza no oír el roce de los pliegues al tocarse unos con otros. Las más de las veces se extiende un arco luminoso hacia el Norte; un segmento negro lo separa del horizonte, contrastando por su color obscuro con el arco de un blanco brillante ó de un rojo vivo que lanza los rayos, se dilata, se divide y se presenta al fin como un

abanico luminoso que ocupa todo el cielo boreal, sube poco á poco al zenit, y reuniéndose allí los rayos, forman una corona, que á su vez despide luminosos destellos en todas direcciones. Entonces el cielo parece una cúpula de fuego; el azul, el verde, el amarillo, el rojo, el blanco juguetean en los rayos palpitantes de la aurora. Pero tan magnífico espectáculo dura pocos momentos; primeramente cesa la corona de lanzar destellos luminosos, luego se debilita poco á poco; extiéndose por el cielo un fulgor difuso; algunas placas luminosas semejantes á ligeras nubecillas aparecen diseminadas, reuniéndose en breve con una rapidez increíble como un corazón que palpita. Al poco rato palidecen á su vez; todo se confunde y se borra; la aurora parece estar en su agonía; las estrellas, ofuscadas hasta entonces por su luz, brillan con nuevo fulgor, y la prolongada noche polar, sombría y profunda, reina de nuevo cual soberana en las glaciales soledades de la tierra y del océano." (*Del Spitzberg al Sahara.*)

II

RESEÑA HISTÓRICA DE LAS AURORAS BOREALES

En las descripciones de los meteoros luminosos de toda clase que nos han legado los antiguos no son fáciles de distinguir los caracteres que pudieran aplicarse á las apariciones de auroras boreales. Desde Aristóteles hasta Plinio, la confusión causada por la ignorancia en que se estaba todavía con respecto á los fenómenos cósmicos y atmosféricos hacía que los cometas, las estrellas fugaces, los bólidos, los fulgores eléctricos de las tormentas, la luz zodiacal y las auroras polares figuraran indistintamente en la misma clase de fenómenos, siquiera los autores no hayan dejado de darles veinte nombres diferentes. ¿Se refiere Aristóteles á una aurora boreal cuando compara el fenómeno que describe "con una llama humosa, con la luz de una lámpara que se apaga y con el resplandor de un campo en que arde el rastrojo?," ¿No será el segmento obscuro que se ve debajo del arco auroral lo que el mismo autor considera cuando dice: "La abertura que se ve en ese punto del cielo, á causa de la interrupción de la luz que contrasta con todo cuanto lo rodea y del color azul y negruzco que lo distingue, lleva el nombre de abismo (*chasma*) porque parece como si tuviera cierta profundidad?," (*De los Meteoros.*)

He aquí una descripción de Séneca, sacada del libro I de sus *Cuestiones naturales*, que se parece á la de Aristóteles, pero que es más precisa y no puede referirse sino á las auroras boreales:

"Los *bothynos* son cavidades ígneas del cielo, rodeadas interiormente de una especie de corona y parecidas á la entrada de una caverna circular. Las *pythias* tienen la forma de un inmenso tonel de fuego, que tan pronto se mueve como se consume en el mismo sitio. Llámanse *chasmata* esas llamas que se ven en las profundidades del cielo cuando se entreabre. Los colores de estas llamas son tan varios como sus formas: ora presentan un color rojo vivísimo, ora una llamarada leve y pronta á apagarse; unas veces una luz blanquecina, otras un brillo deslumbrador y otras un resplandor amarillento y uniforme que no destella ni radia."

Más adelante habla Séneca de "esos fenómenos mencionados con frecuencia en la historia, como el que hace aparecer al cielo totalmente inflamado y en que el incendio llega á tal altura que parece confundirse con los astros, ó bien desciende de tal modo que presenta el aspecto de un incendio lejano." Tal es en efecto el carácter distintivo

de las auroras observadas en nuestros climas, las cuales se reducen á menudo á resplandores vistos en el horizonte, y sólo por excepción elevan sus fulgores hasta el zenit, según lo hemos visto al tratar anteriormente de las auroras de los días 24 y 25 de octubre de 1870. En otro tiempo se las tomaba, como hoy, por incendios. "En tiempo de Tiberio, corrieron las cohortes en auxilio de la colonia de Ostia por creer que era presa de las llamas, engañados los soldados por un meteoro de esta clase que despidió el resplandor sombrío de una llama espesa y fuliginosa gran parte de la noche.,,"

No descenderemos á más detalles sobre la historia de la aurora boreal en la antigüedad y en la Edad media, pues los relatos de sus apariciones que nos han dejado los autores suelen estar mezclados con fábulas y descripciones fantásticas que la credulidad supersticiosa de los observadores les hacía imaginar, de buena fe sin duda, pero que por esto mismo no tienen gran interés científico (1).

Es menester llegar á los primeros años del siglo xv y en especial al de 1621 para encontrar la primera mención científica de una aurora boreal, de la que Gassendi fué testigo é historiador (2). Sin embargo, en 1615, La Mothe le Vayer escribió una carta titulada *De la credulidad*, en la que protesta ya contra las interpretaciones supersticiosas de los fenómenos celestes. Citando el relato de un contemporáneo que pretendía haber observado el 26 de octubre de 1615 "hombres de fuego que combatían en el cielo con lanzas, y que con tan horroroso espectáculo presagiaban el furor de las guerras que siguieron.,," añade: "Sin embargo, yo estaba como él en la misma ciudad, y contemplé asiduamente el fenómeno de que se trata hasta las once de la noche, por lo cual puedo asegurar que no vi absolutamente nada de lo que él dice, y si tan sólo una impresión celeste bastante común, en forma de pabellones que aparecían y se inflamaban de vez en cuando, según suele suceder con tales meteoros. Muchas personas que aún viven pueden atestiguar lo que yo afirmo.,,"

La observación imparcial y serena iba sustituyendo poco á poco á las ilusiones de la credulidad. La ciencia se enseñoreaba del terreno de lo sobrenatural. A partir de dicha época, las personas de ciencia fijaron su atención en estos fenómenos, y se hicieron observaciones más exactas. Cassini, que reunía cuidadosamente todas las relativas á los fulgores atmosféricos, con objeto de distinguir los que dependían de la luz zodiacal, hace mención en 1687 de las apariciones de una luz muy blanca que se veía de noche hacia el horizonte del Norte, dándole el nombre de *luz septentrional*, y que sin duda alguna era una aurora boreal. Reproduce con tal motivo una relación de un autor citado por Gassendi, en la cual se describe con claridad el fenómeno de la aurora tal como se le observa en las regiones polares. "El verano de Groenlandia es siempre apacible,

(1) Véase en qué términos habla Cornelio Gemma de dos auroras boreales, una de las cuales apareció en febrero y la otra en septiembre de 1575: "La una, dice, apareció á eso de las nueve de la noche del 13 de febrero, y la otra poco después de la puesta del Sol, á las siete de la tarde del 28 de septiembre del mismo año, víspera de San Miguel. La primera nos puso ante la vista, por el orden, naturaleza y variedad de formas con que se presentó, un cuadro fiel de las calamidades, vicisitudes y reveses de fortuna á que muy en breve se vió Flandes expuesto..... ¿Qué significaban, si no, aquellos dos arcos admirables? El uno, más anchuroso hacia el Norte, parecía sacar del abismo tenebroso de donde salía otros muchos arcos y una luz muy viva; el otro, declinando un tanto al Sur y muy parecido al arco iris á causa de sus colores, se extendía de Levante á Poniente pasando por el cinto de Orión. El arco más austral se rompió al poco rato junto al cinto de Orión, y salieron de su brecha muchísimos rayos, lanzas y dardos inflamados, que partían con rapidez increíble: era la imagen de un combate sangriento.,,"

(2) Gassendi aplicó al fenómeno el nombre de *aurora borealis*, que aún lleva. Cassini, á fines del siglo xvii, usó también la denominación de *luz septentrional*.

día y noche, si puede darse el nombre de noche á ese crepúsculo perpetuo que en verano la sustituye. Como los días son muy cortos en invierno, las noches son en cambio muy largas, y la Naturaleza produce durante ellas una maravilla que no me atrevería á describir, si la *Crónica islandesa* no la atribuyera á milagro. Al hacerse de noche aparece en Groenlandia una luz cuando la Luna está en su novilunio ó próxima á él, luz que alumbra todo el país como pudiera hacerlo la Luna llena; cuanto más oscura es la noche, más resplandece dicha luz. Sigue su curso por la parte del Norte, por cuya razón se la llama luz septentrional; tiene el aspecto de un fuego de artificio y se extiende por el espacio como una prolongada y alta empalizada. Pasa de un punto á otro, dejando tras sí una larga humareda; dura toda la noche y desaparece al asomar el Sol.

„Este autor añade que la luz septentrional se ve claramente en Islandia y en Noruega, cuando el cielo está sereno y ninguna nube perturba la calma de la noche; que no tan sólo alumbra á los pueblos de las regiones árticas, sino que también llega á las nuestras; y cree que dicha luz es la misma que Gassendi observó el 13 de septiembre de 1621 y describió en la vida de M. Pereisec, dándole el nombre de *aurora boreal*.,," (Cassini, *Descubrimiento de la luz celeste que aparece en el Zodíaco*.)

En el siglo xviii estudiaron las auroras boreales muchos observadores, entre los cuales citaremos á Røemer; Liebknecht, Halley, Maraldi, de Plantade, Godín y Muschenbrøeck. Se empezó á emitir algunas explicaciones teóricas y Mairán publicó su *Tratado de la aurora boreal* que tuvo gran éxito (1). Diremos una palabra acerca de las hipótesis á la sazón propuestas. Pero hay que notar que hasta nuestros días rara vez se estudió el fenómeno allí donde se presentaba en todo su esplendor, con todas sus variedades de aspecto y con una frecuencia que ni siquiera se había sospechado. Para acabar, pues, de describir las auroras boreales y exponer la teoría que las relaciona con el magnetismo terrestre, deberemos hacer mención de los sabios que han hecho las observaciones y estudios correspondientes con método y en los mismos sitios en que con más frecuencia se presentan tan interesantes fenómenos.

III

CARACTERES FÍSICOS DE LAS AURORAS BOREALES: SEGMENTO OSCURO, ALTURA Y AMPLITUD; PARALAJE

Una de las más notables series de observaciones de la aurora boreal en las regiones polares árticas fué la ejecutada de 1838 á 1840 por los sabios que emprendieron á bordo de la corbeta *la Recherche* una expedición científica á Escandinavia, Laponia, Spitzberg y las islas Feroe. Habíase confiado el estudio del magnetismo terrestre á los físicos franceses Bravais y Lottin y á los suecos Lilliehöök y Siljeström. Bravais hizo el

(1) En el Tratado que acabamos de citar, incluye Mairán el cuadro de las apariciones conocidas de las auroras boreales, desde el año 583 hasta 1751. Resultan 1441, de las cuales sólo 150 son anteriores á 1621; que se distribuyen así entre los meses del año:

Enero, febrero y marzo.	456	} Total: 1,441
Abril, mayo y junio.	191	
Julio, agosto y septiembre.	278	
Octubre, noviembre y diciembre.	516	

El total de las auroras que han aparecido en el periodo invernal asciende á 972; las del periodo estival á 469 solamente; así pues, las apariciones de auroras parece haber sido la mitad menos frecuentes en verano que en invierno.

resumen de los resultados de las observaciones que tuvieron la aurora polar por objeto. Daremos su análisis, tomándolo en parte de Elías de Beaumont, y luego lo completaremos con algunos datos sacados de la misma Memoria de Bravais, Memoria que, según la expresión del docto secretario perpetuo de la Academia de Ciencias, es "lo más claro que se ha escrito acerca de este asunto."

"Cuando empiezan á difundirse por el cielo las primeras claridades, dudosas todavía, de una aurora boreal, se divisa ante todo por el horizonte, un poco al Oeste del Norte, un segmento obscuro que, según las conjeturas muy verosímiles de M. Bravais, no debe de ser otra cosa sino la masa compacta de las brumas que cubren casi constantemente las aguas templadas del mar polar. En breve aparecen por encima del segmento obscuro resplandores parecidos á los de un incendio, que tal vez resulten

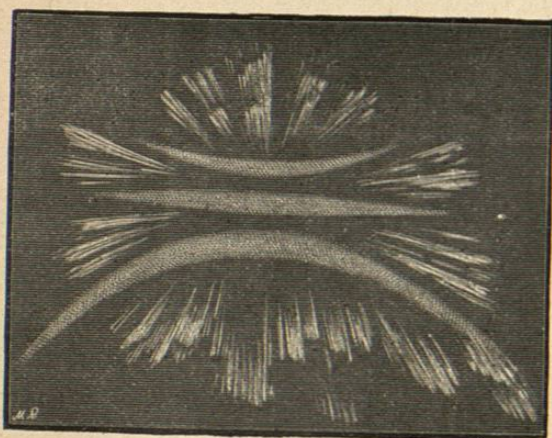


Fig. 51.—Aurora boreal observada el 10 de diciembre de 1838 en Bossekop: arco y rayos en forma de cúpula

simplemente de los fulgores aún lejanos de la aurora boreal reflejados en la superficie de los vapores marinos. Al poco tiempo, se dibuja un arco luminoso sobre el segmento obscuro. Sus dos extremos, sus dos pies, se apoyan en el horizonte, y su punto culminante, que lo divide en dos partes iguales y simétricas, está situado las más de las veces en la inmediación del meridiano magnético. Por lo regular, cae un tanto al Oeste de este meridiano (1), del cual se aleja progresivamente á medida que está más apartado del borde septentrional del horizonte, sobre todo cuando, transponiendo el zenit, se acerca al horizonte meridional, del cual sólo dista algunos grados en ciertos casos (2).

"A veces aparecen al mismo tiempo muchos arcos diferentes; con frecuencia se ven dos, rara vez tres, habiéndose llegado á contar hasta nueve á la vez. Su anchura, que

se acerca al horizonte meridional, del cual sólo dista algunos grados en ciertos casos (2).

"A veces aparecen al mismo tiempo muchos arcos diferentes; con frecuencia se ven dos, rara vez tres, habiéndose llegado á contar hasta nueve á la vez. Su anchura, que

(1) Según Bravais, la desviación es de unos 11° al Oeste para los arcos situados en el zenit, y mayor para los situados al Sur. Argelander fué el primero que notó esta desviación en Abo.

(2) Al describir el segmento obscuro, Bravais formula esta serie de preguntas á todas las cuales no se ha podido dar aún contestación satisfactoria: ¿Acompaña siempre el segmento obscuro á la aurora boreal? Cuando aparece, ¿va siempre seguido de ella? ¿Cuál es su naturaleza? ¿Es un simple efecto de contraste? ¿Se le debe asimilar á una nube ordinaria, ó hay que admitir la existencia de una materia especial que le da origen? Cita ejemplos de auroras cuya aparición no ha ido precedida de la del segmento obscuro; durante un período de seis semanas, notable por la serenidad del cielo, el segmento cesó completamente de aparecer, aun cuando dicho período fué abundante en auroras boreales. El profesor Keilhau, que pasó todo un invierno en Talvig, consigna que no vió el segmento obscuro.

Siempre que Bravais ha podido observarlo, estaba situado en el meridiano magnético, en dirección del Norte ó del Noroeste y á veces del Oeste, y hace notar que precisamente en esta dirección se hallaba el mar glacial, á pocos miriámetros de distancia. "Un inmenso stratus de bruma, dice, lo cubría gran parte del invierno, y nuestras observaciones meteorológicas indican que la atmósfera estaba habitualmente brumosa hacia aquel lado, lo mismo de día que de noche. Esta bruma, impelida por un viento oportuno, se elevaba con frecuencia hacia nosotros, llegaba á nuestro zenit y se resolvía en copos de nieve." Las varias circunstancias del fenómeno parecen explicarse muy bien por esta hipótesis. Sin embargo, Bravais cita casos numerosos en que en el interior del segmento obscuro aparecían arcos luminosos, placas aurorales,

es de 7 á 8 grados por término medio, pasa algunas veces de 25 grados, sobre todo en la parte culminante cuando se halla cerca del zenit. Por la combinación de las medidas, esta última observación induce á admitir que los arcos de la aurora boreal son aplanados paralelamente á la superficie de la Tierra, y ha sugerido á Bravais un medio á propósito para calcular la altura á que se encuentran sobre la superficie del suelo (1).

"Largo tiempo había preocupado á los físicos esta altura, y se calculó con razón que se la podría calcular con arreglo á la paralaje resultante de dos observaciones de un mismo arco, hechas simultáneamente por dos observadores situados á una distancia conocida de antemano. Para combinar este medio de determinación, Bravais fué á pasar trece días, del 9 al 22 de enero de 1838, en Jupvig, punto situado á 15 kilómetros al Norte de Bossekop, para observar por su parte las mismas auroras boreales que sus colaboradores observaban en el punto común de residencia.

"La comisión determinó y trazó con sumo cuidado las formas de gran número de arcos, y sobre todo de los más regulares, y discutiéndolas Bravais mediante construcciones geométricas acertadas y fórmulas trigonométricas hábilmente reducidas á la mayor sencillez, demostró que se podían considerar todos aquellos arcos, conforme á la hipótesis de nuestro ilustre corresponsal M. Hansteen de Cristianía, como perspectivas de anillos circulares que tuvieran

su centro en el radio terrestre dirigido hacia el polo magnético y su plano perpendicular á este radio. Sus fórmulas le han dado para cada caso la elevación del anillo en la superficie de la Tierra, y este medio de medición combinado con los dos ya indicados le hizo deducir que los arcos de aurora boreal están situados á una elevación de 100 á 200 kilómetros, en la región en que las estrellas fugaces y los bólidos se ponen incandescentes y luminosos, es decir, en los límites extremos de la atmósfera terrestre, á la cual se había atribuído largo tiempo una extensión mucho menor." (Elías de Beaumont, *Elogio histórico de Augusto Bravais*.)

Anteriormente á Bravais, varios observadores, físicos y astrónomos, habían procurado determinar los elementos geométricos de las auroras polares, y en especial la altura de los arcos sobre la superficie terrestre; pero estas tentativas habían dado resultados

(1) De la discusión de un crecido número de mediciones de arcos aurorales, Bravais ha deducido las alturas, amplitudes y anchuras medias siguientes (contando las alturas sobre el horizonte Norte y excediendo por tanto de 90° para los arcos australes):

	Alturas	Amplitudes	Anchuras
Arcos boreales.	$44^\circ,2$	$152^\circ,4$	7°
— zenitales.	$90^\circ,0$	$175^\circ,4$	25°
— australes.	$125^\circ,0$	$184^\circ,9$	$7^\circ,8$

La anchura de 25° se ha deducido de arcos situados á ambos lados del zenit, á 30° de distancia Norte y Sur.

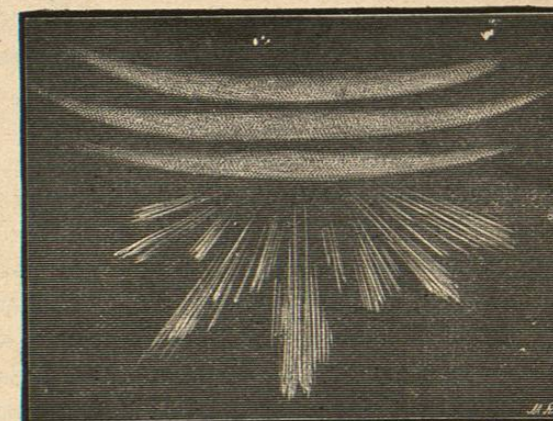


Fig. 52.—Aurora boreal observada el 17 de octubre de 1838 en Bossekop: coronas y arcos hiperbólicos