

metros, que representa el cuarto de la diferencia entre el radio polar y el ecuatorial. Verdad es que en ciertos puntos, relativamente poco numerosos, hay altitudes mayores que acentúan más el relieve, lo mismo que hay profundidades submarinas excepcionalmente grandes. Las más altas cumbres conocidas no llegan á 9,000 metros de elevación y las mayores profundidades medidas con alguna exactitud son inferiores á 8,000. La diferencia de nivel entre estos puntos, ó sean 17 kilómetros, es á su vez menor que el aplanamiento terrestre, el cual, según hemos visto, es harto insignificante de suyo para que pueda alterar la regularidad de forma del globo. Si en una esfera de un metro de radio quisiéramos figurar las más altas montañas, tendríamos que dar al Gaurisankar una altura apenas igual á 1^{mm},4 y al Monte Blanco la de 0^{mm},75; y aun así y todo estas alturas deberían ir decreciendo insensiblemente hasta la playa más próxima, llegando por tanto á hacerse imperceptibles. Lo propio sucedería con la capa de agua con que quisiéramos representar la profundidad de los mares. Por consiguiente, esos colosos de granito cuyas cumbres cubiertas de nieve parecen traspasar las nubes, esos antros, esos abismos del mar que caracterizamos llamándolos insondables, son imperceptibles arrugas del suelo ó tenues capas líquidas sobre el inmenso globo que nos sustenta.

Tales son, resumidos en unos cuantos párrafos, los principales datos numéricos que conviene tener presentes al emprender el estudio de la Meteorología. Estos datos son concernientes al globo terráqueo considerado en su conjunto, así como á las masas sólidas y líquidas de su superficie. Si aún no hemos dicho nada de su envolvente gaseosa, de ese inmenso océano fluido en cuya profundidad habitamos, consiste en que la atmósfera es en realidad el objeto propio de la ciencia meteorológica, y requiere, no un bosquejo, sino un estudio profundo. Al dar principio á este estudio, según vamos á hacerlo, entraremos de lleno en nuestro asunto.

LIBRO PRIMERO

EL AIRE Y LOS FENÓMENOS HIGROMÉTRICOS

CAPÍTULO PRIMERO

CONSTITUCIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DE LA ATMÓSFERA

I

IDEAS DE LOS ANTIGUOS SOBRE EL AIRE Y LA ATMÓSFERA

El origen de la idea que hoy tenemos de la atmósfera no se remonta á gran distancia en la historia de las ciencias. Merced á los progresos de la astronomía y de la física en los dos ó tres últimos siglos, nos representamos la envolvente fluida que rodea á nuestro globo como parte integrante de él. Sabemos que la Tierra, en sus peregrinaciones alrededor del Sol, en el interminable viaje que efectúa con él y con los demás cuerpos del mundo solar por los espacios etéreos, arrastra consigo esa envolvente, cuyos límites, si imperfectamente conocidos, no dejan de estar tan bien definidos como los de las partes sólidas y líquidas que componen el globo mismo.

Cuando Copérnico y Galileo demostraron la realidad del doble movimiento de traslación y rotación de la Tierra, se suscitó la duda de cómo podía estar retenido á su superficie ese fluido impalpable del aire, cómo era que nuestro globo no iba dejando jirones de él en su vertiginosa carrera, cómo podía resistirse á la acción de la fuerza centrífuga, sin disiparse en virtud de una fuga continua, principalmente en las altas regiones de la zona ecuatorial. El conocimiento más exacto de las propiedades del aire, de su peso, de la presión ejercida por unas capas fluidas sobre otras, respondió victoriosamente á estas dudas, habiendo sido los célebres experimentos de Pascal y Torricelli el punto de partida de cuantos conocimientos se han acumulado desde entonces sobre tan importante punto de la física terrestre. Entonces se echó de ver que la extensión de la atmósfera está necesariamente comprendida entre dos límites, inferior el uno y resultante del valor casi constante de la presión ó del peso de todas las capas de aire superpuestas, y el otro superior y determinado por la distancia á que la fuerza centrífuga adquiere una intensidad que excede á la de la gravedad misma.

Así como anteriormente á Galileo, Newton y Pascal apenas se podían tener ideas exactas sobre la constitución física de la atmósfera, así también antes de la época de Priestley y Lavoisier nada ó casi nada se sabía sobre la naturaleza química del aire. De suerte que, según hemos dicho hace poco, todo cuanto hoy se sabe acerca de ambos asuntos data apenas de dos siglos y medio. Los antiguos filósofos, en sus especulacio-

nes, á veces profundas, sobre el origen de las cosas, pero en las que la física y la metafísica andaban á menudo revueltas, consideraban el aire como un elemento y nada más (1); no habiendo podido formarse una idea de la atmósfera considerada como un todo, como una envolvente limitada de la Tierra misma. Concretábanse á distinguir el *aire* del *éter*; el primero, tosco, impuro, heterogéneo, es el que respiramos y en el cual ocurren todos los fenómenos meteorológicos propiamente dichos, como vapores, nubes, lluvia, granizo, rayos, etc.; el segundo, más sutil, más puro, es la materia en que flotan los cuerpos celestes. Tenemos que avanzar hasta los tiempos de Séneca para encontrar algunas nociones relativas á la atmósfera que más conexión tengan, hasta cierto punto, con las que la ciencia moderna ha logrado adquirir. "El aire es una parte del mundo, dice aquel filósofo, una parte necesaria. Porque el aire es el que reúne la tierra y el cielo; separa las altas regiones de las inferiores, pero uniéndolas; las separa como intermediario; las junta, puesto que merced á él ambas se comunican.... El aire está contiguo á la tierra, siendo tal esta contigüidad que el primero ocupa al punto el espacio de que se ha separado la segunda.... Su elasticidad queda demostrada por su rapidez y por su grande expansión. La vista penetra instantáneamente en él á muchas millas de distancia; un solo sonido resuena á la vez en ciudades enteras; la luz no se filtra por grados, sino que inunda de golpe toda la Naturaleza (2).", Como se ve, el aire era para Séneca el vehículo del sonido, pero también el de la luz. Fuera de esto, todo cuanto dice acerca de este asunto es una confusa amalgama de ideas ciertas y de ideas falsas, de observaciones justas y discretas y de hipótesis que hoy nos parecen bien chabacanas como todo cuanto han dicho los filósofos y los físicos hasta la época en que se adoptó definitivamente el verdadero método científico, el de la observación experimental.

Dejemos, pues, á un lado las hipótesis de los pasados siglos, y ocupémonos de los datos de la ciencia contemporánea.

(1) Mientras que los filósofos más antiguos de la escuela jónica, como Tales y Anaximandro, consideran el agua como la simiente de las cosas, como la substancia primitiva "de la que salieron, en virtud de separaciones sucesivas, la tierra, el aire y una esfera de fuego que lo rodeó todo como una corteza.", Anaximenes y Diógenes de Apolonia (siglo quinto antes de nuestra era) consideran el aire como el principio universal. "Todo, dice Anaximenes, todo resulta del aire por enrarecimiento ó por condensación (por calentarse ó enfriarse). Por el enrarecimiento, el aire se convierte en fuego; por condensación, en viento, y luego en nubes, en agua, en tierra y en piedras. Estos cuerpos simples forman en seguida los cuerpos compuestos.", Cuando la formación del mundo, el aire produjo ante todo la Tierra, que en concepto de Anaximenes era plana y dilatada en anchura como una tabla, y á la que por esta razón suponía llevada por el aire. Como se ve, es todo lo contrario de la realidad, por cuanto la Tierra es la que soporta al aire. Además de esto, no tenía la menor idea de la atmósfera limitada: "El aire, infinito en magnitud, abarca el mundo entero.", Las mismas ideas sustentaba Diógenes de Apolonia. (V. la *Filosofía de los griegos*, por E. Zeller.)

(2) *Questiones naturales*, lib. II, 4, 6, 8. Séneca dice además hablando del aire: "Se extiende desde el éter más diáfano hasta nuestro globo; más móvil, más suelto, más elevado que la tierra y que el agua, es más denso y más pesado que el éter. Siendo frío por sí mismo y sin claridad, recibe de otra parte el calor y la luz. Pero no es el mismo en todo el espacio que ocupa, sino que lo modifica todo cuanto está contiguo á él. Su parte superior es de un calor y una sequedad extraordinarios, y por esta razón está enrarecida en extremo á causa de la proximidad de los fuegos eternos, y de esos múltiples movimientos de los astros y de la incesante circunvolución del cielo. La parte más baja del aire y la más inmediata al globo es densa y nebulosa porque recibe las emanaciones de la tierra. La región media guarda un término medio si se la compara con las otras dos en cuanto á la sequedad y á la tenuidad; pero es la más fría de las tres.", "De qué procede en concepto de Séneca esta oposición? De que la región superior recibe el calor de los astros cercanos á ella, y la región baja el de la Tierra; únicamente la región media conserva la temperatura fría, porque el aire es frío de por sí. Estas citas nos parecen instructivas, no tanto porque nos enseñan lo que pensaban los antiguos, sino porque nos demuestran cómo llegaron á formarse una idea de la razón de los fenómenos valiéndose de conjeturas unas veces ingeniosas y otras pueriles.

II

PESO DE LA ATMÓSFERA: AVERIGUACIÓN DE SU ALTURA

Tan luego como hubo demostrado la experiencia que la ascensión del mercurio en el tubo barométrico tenía por causa la presión que las capas de aire ejercen en la superficie libre del líquido, se pudo calcular el peso de la atmósfera y un límite inferior de su elevación vertical. Estando marcada esta presión al nivel del Océano por una columna de mercurio de unos 760 milímetros, síguese de aquí que el peso total del aire es equivalente al de una masa de mercurio que rodease por todas partes á la Tierra, y cuya altura sobre dicho nivel fuese precisamente de 76 centímetros (1). Cada metro cuadrado de la superficie terrestre soporta el peso de la columna de aire que descansa en él, ó sea el de una masa de mercurio de 760 decímetros cúbicos ó 10,333 kilogramos; hemos visto por otra parte que la superficie de la Tierra es de 510.100.000.000,000 de kilómetros cuadrados. Despreciando la porción del volumen atmosférico que corresponde al relieve de los continentes, resulta en virtud de un cálculo fácil que el peso total de la atmósfera es de 5,269.900.000.000,000 de toneladas de 1,000 kilogramos, es decir, el de 5.269,900 kilómetros cúbicos de agua á 4 grados. Así pues, esta cubierta diáfana, tan leve en apariencia, pesa tanto como 460,000 kilómetros cúbicos de plomo, 594,000 de cobre ó 730,000 de hierro fundido. La masa de la atmósfera, comparada con la de la Tierra entera, no llega á componer la millonésima parte (2).

Puede partirse de aquí para tener un límite inferior de la altura de la atmósfera. Basta para esto suponer por un momento que la densidad de las diferentes capas es en todas partes la misma, é igual á la densidad del aire á la superficie, á 0° de temperatura. Dada esta hipótesis, se puede calcular fácilmente el espesor de la capa de aire que sería capaz de equilibrar una columna de mercurio de 76 centímetros de altura. Sábese que las alturas están entonces en razón inversa de las densidades respectivas de los dos fluidos. La densidad del aire seco á 0° y á la presión de 760 milímetros es igual á 1,2927; la del mercurio á la misma temperatura lo es á 13,5960. La relación entre ambas cantidades es 10,517. Por consiguiente, para cada milímetro de disminución en la presión, habría que elevarse 10^m,517 en dirección vertical. Finalmente, para tener una

(1) Rigurosamente hablando, se debería distinguir entre la presión, tal cual la da la observación barométrica, y el peso de las diferentes capas de aire, tal como resultaría si se pudiera pesar cada una de éstas á este nivel del suelo. Y en efecto, á medida que nos elevamos en la atmósfera nos alejamos del centro de la atracción terrestre, y la intensidad de la gravedad disminuye. Resulta de aquí que las capas atmosféricas de igual masa ejercen presiones decrecientes á medida que su altitud es mayor. Su efecto sobre la columna barométrica es menor que si cada una de dichas capas estuviera en la superficie del suelo. El peso real de la atmósfera es, pues, mayor de lo que lo indica el cálculo que sigue.

Hay otra causa de error, variable con el estado higrométrico del aire, que influye en sentido opuesto. El vapor de agua contenido en la atmósfera agrega su propia tensión á la presión de aire supuesto perfectamente seco. Suponiendo que la presión es de 760 milímetros al nivel del mar, es por lo tanto preciso admitir también, para que nuestro cálculo sea exacto, que la tensión del vapor de agua es nula, ó que el aire está perfectamente seco.

(2) El agua de los ríos, de los lagos y de los mares contiene aire en disolución. Este penetra también en el interior de las capas sólidas de la Tierra. Según Saigey, "la porción de aire que ha penetrado en las aguas del Océano y en el interior de las tierras es muy corta relativamente á la masa total de la atmósfera; es poco más ó menos la 150.^a parte, de suerte que si todo este aire volviese á la atmósfera, aumentaría solamente su presión en 5 milímetros de mercurio."

presión nula, es decir, para llegar al límite de la atmósfera así constituida, habría que elevarse $10^m,517 \times 760$, es decir, á 7992^m,9, ó sea á 8 kilómetros próximamente. Repetimos que este límite es puramente inferior, porque la densidad de las capas de aire va disminuyendo con la altitud, y ya sabemos que la atmósfera es mucho más elevada.

Obtiénese otro límite calculando el efecto de la fuerza centrífuga, ó si se prefiere, procurando averiguar á qué distancia de la superficie de la Tierra está dicha fuerza contrabalaceada exactamente por la gravedad. Sabemos que en el Ecuador, donde llega á su maximum la velocidad de rotación de un punto de la superficie del globo, la fuerza centrífuga es la 289.^a parte de la intensidad de la gravedad. Elevándose verticalmente á la atmósfera en dicho punto las moléculas del aire que siguen el movimiento de rotación del globo con la misma velocidad angular, propenden á alejarse de la superficie, en virtud de la misma fuerza que va aumentando á medida que es mayor la distancia al centro del globo; por otra parte, la fuerza de la gravedad, que obra en

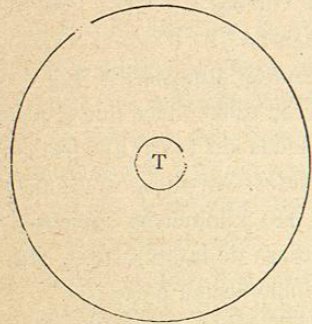


Fig. 10.—Límite superior de la altura de la atmósfera

sentido contrario, va disminuyendo de intensidad con arreglo á la conocida ley de la razón inversa del cuadrado de las mismas distancias. Fácil es deducir de aquí que la razón de las dos fuerzas va creciendo como el cubo de las distancias, y que llegarán á ser iguales ó se equilibrarán una á otra cuando se haya llegado á un punto cuya distancia al centro de la Tierra sea igual á unas 6,6 veces el radio del Ecuador.

En resumen, si fuese posible elevarse verticalmente á una altura igual á 5 veces (y 6 décimos) el radio ecuatorial, se llegaría á un punto en que la fuerza centrífuga anularía á la de la gravedad. Toda molécula que traspasara este límite se escaparía al espacio y abandonaría nuestro globo. Tal es el límite superior á partir del cual no puede existir ya ningún vestigio de atmósfera.

El primero de estos dos límites extremos, que reduciría la atmósfera á una capa de 8 kilómetros de espesor, es demasiado reducido, según hemos dicho; el segundo, que la extendería hasta 36,700 kilómetros de la superficie, es tan inexacto como el otro además de ser mucho menos considerable, pero tiene la ventaja de probar de un modo irrefutable la imposibilidad de la extensión indefinida de la atmósfera.

Hemos dicho anteriormente qué opiniones profesaban los antiguos sobre la atmósfera, cuya altura ni siquiera se atrevían á calcular. Sin embargo, Posidonio, geómetra y físico del segundo siglo antes de nuestra era, sería en este caso una excepción, si es cierto que la calculó, no se sabe por qué método, en 350 estadios (64 kilómetros). Al-Hazén, ó Hasán ben Haitem, fué el primero que basó en razones positivas un cálculo de esta clase. En virtud de la observación del fenómeno del crepúsculo, fijó en 19 leguas el límite superior de la atmósfera. Keplero, después de él Lahire y Lambert, y Biot en nuestros días, se han valido del mismo método, que expondremos sucintamente.

Nadie ignora que, tanto antes como después de la puesta del Sol, las capas atmosféricas que reciben ya ó siguen recibiendo sus rayos, hacen llegar al suelo por reflexión la luz que las hiere, y producen el fenómeno de los crepúsculos matutino ó vespertino. La duración de este fenómeno varía con la época del año, porque depende del tiempo (variable á su vez según la declinación del Sol) que el astro emplea en descender por bajo del horizonte cierta cantidad que la observación ha hecho conocer y que es de

unos 18 grados. Veamos de demostrar en qué consiste la averiguación de la altura de la atmósfera valiéndose de la observación del crepúsculo.

En el momento en que el disco solar va á transponer el horizonte FC del observador, toda la porción de la atmósfera visible desde el punto A está todavía iluminada. Cuando el último rayo del astro ha desaparecido en B por el horizonte occidental, da principio el crepúsculo. Al atravesar la atmósfera el cono de rayos luminosos que el Sol envía tangencialmente á la Tierra, trazará tan luego como salga de ella un círculo que formará el límite de separación entre las regiones atmosféricas directamente iluminadas todavía y las que ya no lo están. Conforme vaya bajando el Sol de J á J', y luego á J'', el punto culminante de este círculo subirá sucesivamente desde el horizonte oriental F á los puntos G, H, I; y por último, cuando haya llegado al punto J''', el culminante de la curva crepuscular alcanzará al horizonte occidental en el punto C, cesando entonces el crepúsculo.

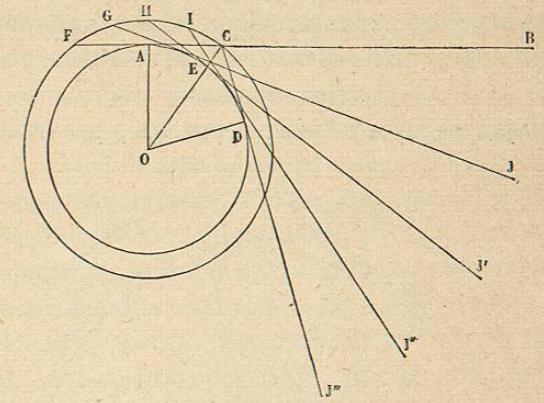


Fig. 11.—Movimiento de la curva crepuscular

Se puede deducir de muchos modos la altura de la atmósfera de la observación de la curva crepuscular. Supongamos desde luego que se anota con toda la precisión posible la hora de su ocaso, es decir, de la desaparición de su punto culminante por el horizonte occidental. De aquí se deducirá el grado de descenso del Sol debajo de este horizonte cuando al llegar á J''' no envíe ya directamente luz á la porción visible de la atmósfera. Conocido el ángulo BCJ''', se conocerán también su complemento ACJ''' y la mitad ACO de este complemento, y siendo así se conocerán asimismo un ángulo y un lado del triángulo rectángulo ACO por cuanto se puede calcular siempre el radio AO de la Tierra en el lugar en que se hace la observación. Fácil será, pues, calcular la longitud de la hipotenusa OC, que excede de la de dicho radio toda la altura CE de la atmósfera, y por consiguiente una simple resta nos dará esta altura.

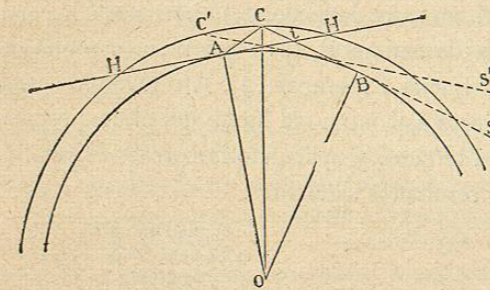


Fig. 12.—Altura de la atmósfera deducida de la observación del crepúsculo

Se consigue el mismo resultado observando la curva crepuscular cuando su punto culminante está sobre el horizonte, en el cenit por ejemplo, ó en otra posición cualquiera, por ejemplo en C (fig. 12).

Supongamos que el observador mida la altura de este punto, es decir, el ángulo CAH que el rayo visual CA forma con el horizonte, y que anota la hora precisa del fenómeno. Esta hora le permitirá encontrar fácilmente el número de grados á que el Sol se halla en tal momento debajo del horizonte, y así conocerá C*z*A ó HIS, y por consecuencia AC*z*. Se podrá, pues, calcular todos los elementos del cuadrilátero OACB, puesto que los radios terrestres OA y OB son conocidos, y será fácil por tanto cal-

cular la longitud de la diagonal CO, la cual excede del radio terrestre en una cantidad que es precisamente la altura buscada de la atmósfera.

Para que esta consecuencia sea rigurosa, hay que admitir que el límite de la curva crepuscular es en efecto la de la atmósfera misma, y además que los rayos emanados de este punto han sufrido una sola reflexión. Fácilmente se comprenderá que no es posible saber hasta qué punto se ha llenado una ú otra de ambas condiciones. En primer lugar, el punto C marca solamente el límite en que todavía son bastante densas las moléculas del aire para que sea perceptible la luz que envían á la Tierra. Por otra parte, nada autoriza á afirmar que no provenga esta luz de una doble y hasta de una triple reflexión de los rayos solares en la atmósfera, del fenómeno llamado segundo ó tercer crepúsculo, que es fácil comprender examinando la figura 13, en la cual se ve cómo se reflejan los rayos solares por primera y por segunda vez antes de llegar á A (1). En

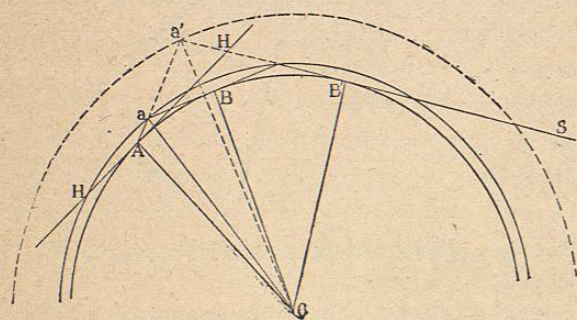


Fig. 13.—Límites del primer y del segundo crepúsculos

este caso no resultaría del cálculo la altura real del punto *a* de la atmósfera, sino más bien la del punto *a'*, situado mucho más allá de sus límites. *A fortiori* se encontraría un valor aún más exagerado, si la iluminación de la curva crepuscular se debiese á una triple reflexión. A decir verdad, en cada una de estas hipótesis se puede calcular la altura del punto *a*, pero subsiste la incertidumbre y no se puede afirmar cuál de las tres alturas calculadas es la verdadera. Y es que la observación de la curva crepuscular es muy pocas veces susceptible de cierta precisión. En nuestros climas es muy raro que se presenten circunstancias atmosféricas favorables, y cuando Biot quiso explicar el método dado por Lambert para hacer el cálculo en las tres hipótesis que acabamos de enumerar, tuvo que recurrir á una observación hecha por Lacaille en el cabo de Buena Esperanza (2). Atribuyendo sucesivamente la curva luminosa observada por este astrónomo al límite del primer espacio crepuscular, y luego á las del segundo y del tercero, y aplicando la corrección relativa á la refracción atmosférica, Biot obtuvo los resultados siguientes:

	Altura en metros de las últimas capas de aire reflejables
Por el límite del primer espacio crepuscular.	58,916
— del segundo — —	10,797
— del tercero — —	6,392

“No se puede admitir esta última altura, añade el sabio físico, por ser mayor que aquella á la que llegó Gay Lussac. La segunda parece bastante reducida, si se consi-

(1) Es difícil observar el segundo crepúsculo en los países llanos ó en los valles; pero en las altas montañas se le percibe más fácilmente. De Saussure y Bravais han hecho observaciones de esta clase en la garganta del Gigante y en el Faulhorn respectivamente. Consiste en una débil iluminación de las capas de aire, bastante parecida en su aspecto al resplandor de la Vía láctea; al través de ella se ven muy bien las estrellas de quinta y sexta magnitud.

(2) He aquí esta observación, según las *Memorias de matemáticas y de física de la Academia de ciencias*

dera que, según las observaciones de este último físico, la densidad del aire á 7,000 metros de altura sólo quedaba reducida á la mitad próximamente de su valor á la superficie del suelo. Por consiguiente, la verdadera altura final es, según toda verosimilitud, intermedia entre ésta y la primera, de suerte que la curva crepuscular, cuando se la observa en el horizonte, debe pertenecer á una parte cualquiera del segundo espacio crepuscular. Esta es también la opinión de Lambert, basada en consideraciones fotométricas que parecen evidentes.

Lambert había deducido 29,000 metros; anteriormente á él, Lahire, que no hacía la distinción de las reflexiones múltiples, había calculado la altura de la atmósfera por los crepúsculos, y corrigiendo algunos efectos de refracción, la estimaba en 36,362 toesas (70,870 metros), número mucho más elevado. Verdad es que en la época en que Lambert efectuaba sus estudios y publicó sus resultados, se admitían cifras mucho mayores para la altura de la atmósfera. Partiendo Mairán de ciertas observaciones hechas en auroras boreales, llegaba hasta á suponerla de 200 y aun de 300 leguas. Por último, Biot la considera comprendida, según acabamos de ver, entre 11 y 59 kilómetros, y discutiendo las observaciones termométricas y barométricas efectuadas por Humboldt y Boussingault en sus ascensiones á elevadas montañas, á las de Gay-Lussac en globo, admite en último lugar 48 kilómetros ó sean 12 leguas kilométricas como altura de la atmósfera, lo cual no deja de ser también un límite inferior, por cuanto el fenómeno que sirve de base para el cálculo está limitado á las últimas capas de aire que son aún bastante densas para reflejar una luz perceptible.

Estudiando Arago los fenómenos de polarización atmosférica, ha hecho notar que podrían servir para decidir si el límite de la curva crepuscular pertenece á una primera ó á una segunda reflexión y que por lo tanto se podría deducir de aquí con mayor certeza la altura de la capa atmosférica que da lugar al fenómeno. M. E. Liais ha hecho observaciones de esta clase en el Brasil, de las cuales deduce para la altura de la atmósfera una cantidad mucho mayor que las calculadas por Biot, pues la supone nada menos que de 290 kilómetros y aun la hace llegar á 320, teniendo en cuenta la absorción de la luz solar por las capas densas inferiores (1).

para el año 1751: “Los días 16 y 17 de abril de 1751, navegando por un mar tranquilo y estando el cielo sumamente claro y sereno, en el que distinguía á Venus en el horizonte del mar, como una estrella de segunda magnitud, vi la luz crepuscular terminada en arco de círculo todo lo regularmente posible; habiendo arreglado mi reloj á la hora verdadera, á la puesta del Sol, vi este arco confundido con el horizonte, y calculé por la hora á que hice esta observación, que el Sol había bajado el 16 de abril 16° 38' y el 17, 17° 13'.” (*Varias observaciones astronómicas y físicas hechas en el cabo de Buena Esperanza durante los años 1751 y 1752, y parte de 1753, por el abate de la Caille.*)

(1) La descripción que hace M. Liais del fenómeno del crepúsculo, tal como se le observa junto al ecuador, nos parece sobradamente interesante para que la reproduzcamos íntegra:

“Casi inmediatamente después de ponerse el Sol, aparece por el Este un matiz sonrosado, por debajo del cual se distingue en breve un segmento obscuro, por lo regular de color verdoso. El color de rosa se extiende en anchura hácia el Sur y el Norte, y once minutos después de su aparición por el Este, empieza á despuntar por el Oeste, mientras el cenit sigue azul. En realidad hay una coloración sonrosada alrededor del cenit hasta el horizonte, excepto al Este, donde se ve en lontananza un segmento gris azul ó gris verdoso, y al Oeste, donde se distingue un segmento blanco. Ocho minutos después de su aparición por el Oeste, el color de rosa, que ha ido amortiguándose sin cesar por el Este, cesa en este lado por completo. Al Oeste se divisa un segmento blanco, orlado de un arco de color de rosa vivo sobre el cual aparece el azul del cielo con un brillo y un esplendor imposibles de describir. Este arco baja poco á poco hacia el horizonte, y entonces aparece muy aplanado, adquiriendo un color encarnado fuerte ó anaranjado. Por último, se desvanece cuando el Sol está á 11° 42' bajo el horizonte (promedio de las observaciones del 16 al 22 de julio de 1858).