

---

# ESTUDIO SOBRE LAS MAREAS ATMOSFERICAS

(EXTRACTO)

(Publicación hecha en el año de 1897 por el doctor Juan de Dios Carrasquilla L.)

El conocimiento de las fluctuaciones de la presión es de la mayor importancia para la determinación de las alturas; por no haber tenido en cuenta esta circunstancia, se han cometido tántos errores. En Bogotá, por ejemplo, cada cual ha dado una cifra diferente, aunque todos hayan aplicado una misma fórmula, y la razón de esto es fácil de comprender; el barómetro oscila entre 0,563 y 0,557, o sea seis milímetros de diferencia, según la hora del día, la posición de la luna en apogeo o perigeo, la época del año en que se haga la observación. Una diferencia que puede ser hasta de seis milímetros, produce en el cálculo de la altura un error de muchos metros; porque lo que se desvía el barómetro de la altura media viene a ser la mitad de la oscilación total o tres milímetros, que dan una diferencia en la altura de diez o doce metros por milímetro, o sea unos treinta metros poco más o menos, y esta es la diferencia que se nota en las medidas de la altura de Bogotá. Caldas, aplicando la fórmula de Laplace, obtuvo por altura verdadera de Bogotá sobre Cartagena 2686,33 metros, tomando como presión 248,5 líneas, con 17°,1 de temperatura (*Semanario de la Nueva Granada*, París, 1849, página 429). M. Boussingault obtuvo 2641 metros, con el barómetro instalado, como el de Caldas, en el primer piso de la casa de la Expedición botánica, en 1823-1824 (*Annales de Chimie*, etc., página 30, tomo XXI, 5.ª serie); Humboldt sólo le da de altura 2625 metros (*Semanario*, página 336). Se ve cuánta diversidad en la determinación de la altura de un lugar, y aunque todos los errores no dependen de las variaciones horarias, mensuales y anuales del barómetro, hay muchos que le son imputables. Caldas atribuye a la imperfección de los instrumentos algunas de las diferencias: dice que Bouguer, La Condamine y todos los sabios que vinieron al Ecuador no tuvieron la atención de hervir el mercurio para purificarlo del aire. "Humboldt mismo dice que ha viajado después que el barómetro ha recibido un grado de precisión extraordinario por los inmensos trabajos de Deluc, Saussure y Schuck-

burgh; tampoco ha servido el mercurio en el barómetro. De aquí la diferencia que se halla entre la determinación de Santafé, por este sabio viajero, y la nuestra; de aquí la pequeñez que da a la columna mercurial al nivel del mar; y de aquí las variantes que se notan entre las determinaciones que adopta en su *Nivelment barométrique* y en su *Géographie des plantes*, obras manuscritas que poseo. Humboldt fija la altura media del barómetro en esta ciudad (Bogotá), casa de la Expedición botánica, a 247,3 líneas y nosotros hemos visto con placer que un tubo lleno sin hervir, se sostuvo en el salón del Observatorio exactamente a la misma elevación, pero hervido subió a 248,9 líneas; la diferencia de 1,6 es la que hay entre un barómetro hervido y un barómetro en que se ha omitido esta precaución. Muchas veces hemos comprobado esta determinación en diferentes tubos. Humboldt ha determinado la altura media del barómetro al nivel de los mares ecuatoriales en 337,2 y Schuckburgh en los de Europa en 338,9. Este célebre físico lo hizo con un barómetro hervido, aquél no. Obsérvese que la diferencia (1,7 líneas) es casi la que hemos hallado por nuestras observaciones entre el barómetro hervido y sin hervir. Yo creo que si Humboldt hubiese tomado las mismas precauciones que Schuckburgh, habría hallado los mismos resultados. Por lo que mira a mí, sólo puedo asegurar que en 1803, que estuve en las costas del océano Pacífico, en las bocas de Santiago, por 1° 22' latitud boreal, mi barómetro sin hervir se sostuvo en 337,4 líneas. Pregunta: ¿no habría ascendido 1,6 líneas más si hubiera tenido las comodidades que hoy tengo para hervirlo? ¿No se habría sostenido en 239,0? En fin, habría dado la misma altura cerca del ecuador que dio a Schuckburgh en la zona templada. Estos experimentos arruinan las consecuencias que algunos físicos han querido deducir de la menor elevación del barómetro al nivel del mar dentro de los trópicos. Han pretendido deducir que los mares ecuatoriales estaban más elevados que los del polo, que éste era un efecto de la rotación de nuestro globo, y que ésta era una prueba nueva del sistema del universo que pone a la tierra en movimiento". (*Semanario*, página 41).

Esta observación de nuestro sabio Caldas es muy justa: es indudablemente una causa de error la omisión de hervir el mercurio para privarlo del aire; produce esta omisión tanta diferencia como la de las variaciones del barómetro, la cual, como acabo de manifestarlo, hace subir la diferencia de presión a dos o tres milímetros. Es tan importante, pues, tener en cuenta las variaciones del barómetro, como

atender a hervir el mercurio, y hoy todos saben que el mercurio debe estar hervido, y muy pocos que las fluctuaciones de la presión pueden introducir errores de consideración en la determinación de las alturas.

En cuanto a lo que dice Caldas de las alturas del barómetro, menores en el ecuador que en la zona templada, creo que no ha tenido razón en atribuírlas a la omisión de hervir el barómetro, porque ya hoy está comprobado por innumerables observaciones, hechas con todas las precauciones posibles, que el barómetro en el mar está más bajo en el ecuador que a distancia de él, es decir, que la altura va creciendo con la latitud, como lo he dejado comprobado en su lugar. Y esta es una de las pruebas más evidentes de la teoría de la atracción, porque manifiesta que a mayor presión corresponde mayor distancia del sol, y viceversa: en el ecuador, y en general en la zona tórrida, la atracción solar y lunar es mayor, y por eso está el barómetro más bajo allí que en las zonas templadas. La menor elevación del barómetro en los mares tropicales, no quiere decir que éstos estén más elevados, como dice Caldas que lo han pretendido algunos físicos; lo que significa es que la atmósfera pesa menos allí, porque la fuerza de atracción es mayor por hallarse el sol más cerca, y además, pudiera dársele a la fuerza centrífuga una parte en este fenómeno, porque tiende a separar la atmósfera de la superficie de la tierra con más fuerza que en las altas latitudes, como lo comprueba la diferencia de peso de los objetos. La oscilación del péndulo y las medidas de diversos grados de un meridiano, demostrando el achatamiento de la tierra hacia los polos, han mostrado que sí hay razón para decir que los mares ecuatoriales son más elevados que los circumpolares, puesto que el achatamiento de la tierra es como de veinte mil metros. Tomado en este sentido el dictamen de los físicos, no tiene nada censurable; pero sí tiene aplicándolo a la medida de las alturas por medio del barómetro, porque en tal caso no se trata de medir la altura absoluta, o sea la distancia de un punto de la superficie al centro de la tierra, sino la altura relativa, es decir, la diferencia de nivel entre los diferentes puntos de la superficie referidos a una base común, que es la altura de los mares, prescindiendo de la distancia a que se encuentren del centro de la tierra, y teniendo en cuenta solamente la gravitación de la atmósfera, que es lo que mide el barómetro. Se ha convenido en llamar altura absoluta la distancia vertical de un lugar al nivel del mar, aunque impropriamente, porque, en rea-

lidad, es relativa; pero esa incorrección del lenguaje nada importa desde que se sabe lo que se quiere expresar con altura absoluta. Sin embargo, la diferencia de presión en los mares, a diversas latitudes, hace necesaria la corrección del barómetro por latitud, porque de otro modo se referirían las alturas a un plano de nivel diferente, más bajo en los mares tropicales que en los otros. La teoría que propongo de la gravitación permite calcular el aumento de presión que sufre la columna mercurial con la distancia del ecuador, y por consiguiente, se presta a la introducción de un elemento de precisión en la determinación de las alturas: teniendo en cuenta el aumento que sufre la presión del ecuador hacia los polos y la posición del sol en el zodíaco, se podrán referir todas las determinaciones a una superficie del nivel fija y constante, que haga desaparecer muchos errores de la determinación de las alturas.

Ganot (*Tratado elemental de física*), tratando de las correcciones barométricas, dice: "Si se efectúan las anteriores correcciones (las de temperatura, capilaridad, etc), al observar el barómetro, éste se convierte en un instrumento de precisión, siempre comparable a sí mismo en un mismo lugar, es decir, que sus indicaciones serán constantemente unas mismas, dada una misma presión atmosférica. Pero no sucederá otro tanto cuando se transporte el instrumento a alturas o bajo latitudes diferentes. Como el peso específico del mercurio variará proporcionalmente a las variaciones de  $g$ , todo ocurrirá como si se sustituyese al mercurio primitivo otro líquido más o menos denso: puede decirse que no se maneja ya el mismo instrumento: y las alturas barométricas que se observen en diferentes lugares, dada una presión atmosférica idéntica, no serán las mismas. Con el objeto de obviar esta dificultad, es decir, para hacer que el barómetro sea siempre comparable a sí mismo en todo punto del globo, se ha convenido que al tratarse de medidas de precisión, se reduzcan las alturas barométricas a lo que hubieran sido si el mercurio del instrumento tuviese siempre el peso específico normal que posee a los  $45^\circ$  de latitud y en el nivel del mar. A la altura corregida que hemos llamado  $H$ , se sustituye una altura reducida  $H'$ ."

Esto es lo que se enseña en los tratados de física, y me parece muy corriente; pero creo que existe otra causa de error distinto de ésta en la determinación de las alturas por medio del barómetro, la cual consiste, no en la diferencia de peso específico del mercurio, sino

en la diferencia de nivel o de presión de los mares, según su latitud y por efecto de la gravitación del sol y la luna. Es hacia esta corrección hacia la cual quiero llamar la atención de los físicos, porque indudablemente, cuando se dice que un lugar está a tantos metros de altura sobre el nivel del mar, no se expresa un hecho preciso, porque el nivel del mar es variable con la latitud, la época del año y las fases de la luna. Todos los físicos que han observado el barómetro entre los trópicos han notado la diferencia que hay entre la altura del mercurio allí y en los mares de las otras latitudes; por consiguiente, las medidas no se refieren a una unidad constante, y necesitan corregirse de este error, o, por lo menos, tomar como punto de comparación la presión de 76 centímetros, aunque no sea la de todos los mares; pero no referir unas observaciones a unos mares y otras a otros, porque ese proceder introduce errores en el cálculo.

Ya Caldas, muy amante de la exactitud, había hecho notar todas las precauciones que es preciso tomar para obtener una altura que merezca confianza (véase la página 85), insistiendo sobre todo acerca del error que puede introducir la fluctuación horaria del barómetro, y lo demuestra con las observaciones que hizo en Cuenca. (*Semanario*, página 494).

Es lastimosa la ligereza con que algunos viajeros han procedido a la determinación de alturas, guiándose sólo por las tablas de un barómetro anerode, de los que llaman compensados: llegan a un lugar y observan el barómetro a cualquier hora, y sin poner atención a otra cosa más que a la indicación del cuadrante del instrumento, declaran que han medido la altura; la consignan en su *memorándum*, y adelante. De este descuido resultan cosas tan curiosas como ésta:

En el *Diccionario geográfico de los Estados Unidos de Colombia*, por Joaquín Esguerra O. (Bogotá, 1879), se lee que Villeta, Distrito de Cundinamarca, tiene 839 metros de altura sobre el nivel del mar y 25 grados de temperatura; mientras que Utica, otro Distrito de Cundinamarca, en las márgenes del Ríonegro, está situado a 1,110 metros de altura sobre el nivel del mar con una temperatura de 24 grados. Es de advertir que el río de Villeta, que pasa por la población, es afluente del Ríonegro y desagua en él, más arriba de Utica; de modo que corre para arriba. En una serie de observaciones barométricas que hice en Villeta en 1886, obtuve 0,677 como término medio de presión barométrica, y en Utica 0,701: hay una diferencia de 24 mi-

límetros próximamente. Ignoro absolutamente de dónde tomó el señor Esguerra los datos para estas alturas; señalo simplemente el hecho para que se vea hasta dónde puede conducir la ligereza en la determinación de alturas, pues obliga a los ríos a correr aguas arriba, y a los afluentes a tener causas más profundos que los ríos caudalosos que los reciben.

La determinación de las alturas no es objeto de pura curiosidad: la ingeniería civil pide al barómetro su concurso para la resolución de los problemas en que se fundan las más valiosas industrias; la agronomía le pide al físico la elevación del suelo para juzgar del resultado de los cultivos y del éxito que deba esperar de la aclimatación de vegetales exóticos; la medicina, sobre todo, quiere que se den datos exactos sobre las proporciones de oxígeno que contiene la atmósfera del lugar donde ejerce su alta y benéfica misión de llevar la salud a la humanidad doliente. Y si las alturas están mal determinadas, si el médico cree hallarse en medio de una atmósfera rica en oxígeno, cuando así se lo ha hecho creer un físico, puede dejar de aplicar los medios de obtener la curación, o bien administrarlos de manera que sean inconducentes al objeto que se propone. Si, por ejemplo, a un médico de Bogotá se le ofreciera hacer que su enfermo pasara de una atmósfera poco densa a otra de mayor presión, donde el enfermo respirara en cada volumen de aire más cantidad de oxígeno, le ordenaría que de Utica se trasladara a Villeta, si se le ocurría la idea de consultar el *Diccionario geográfico* u otra obra de tántas como hay con enormes errores en la determinación de las alturas.

El estudio del barómetro ha adquirido notabilísima importancia en los últimos tiempos, sobre todo después de los trabajos de M. Paul Bert, de quien ha dicho M. A. Dastre (*La Cátedra de Fisiología de la Sorbona.—Revue Scientifique*, número 24. Diciembre de 1887): “Paul Bert ha conducido a buen término una obra de grande aliento, una de las más importantes, sino la más importante de cuantas ha producido la fisiología en los últimos veinte años. Quiero hablar de sus investigaciones sobre la influencia de las variaciones de la presión barométrica, las cuales le valieron, en 1875, el gran premio bienal del Instituto, y más tarde, en 1881, le abrieron las puertas de la Academia. Resumiré brevemente el trabajo de M. Bert, para que se juzgue de su importancia en relación con la determinación de las alturas”.

Los efectos del cambio de presión barométrica se refieren a dos condiciones diferentes: a la rapidez del cambio o al cambio mismo;

de donde provienen dos grupos de fenómenos distintos. El aumento brusco de presión no parece tener consecuencias graves, excepto los dolores de oído, que dependen de la tensión exagerada de la membrana del tímpano, desigualmente comprimida sobre sus dos caras, a causa de la difícil permeabilidad de la trompa de Eustaquio. Fuera de ésta, no sobreviene ninguna otra perturbación. La disminución brusca de la presión, al contrario, engendra accidentes graves, parálisis y la muerte; cuando la disminución de la compresión es lenta y gradual, no se produce ningún accidente. Cuando un animal muere a consecuencia de la disminución brusca de la presión, se encuentran colecciones gaseosas de ázoe y de ácido carbónico en el corazón derecho y en las venas, en donde la mezcla con la sangre forma una especie de espuma; en los vasos pequeños y en los capilares se distinguen burbujas tenues compuestas de los mismos gases, como también en la medula dorso-lumbar. La causa de este desprendimiento gaseoso es evidentemente la disolución del ázoe del aire, en mayor o menor cantidad, en el plasma sanguíneo, en la linfa y en los líquidos intersticiales que bañan todos los tejidos. Según la ley física de Dalton, los volúmenes disueltos a diez atmósferas son décuplos, en igualdad de circunstancias, que a la presión ordinaria. Cuando la presión se eleva bruscamente a una atmósfera, este exceso gaseoso no puede permanecer disuelto, y se desprende; y como los tejidos no lo absorben, su acumulación produce los accidentes observados. En cuanto a las variaciones en sí mismas, las observaciones de Paul Bert han mostrado que el aumento o disminución de presión no obran sino efecto mecánico; aumentar o disminuir la presión equivale a suministrarle al animal más o menos oxígeno, y este resultado puede expresarse con la siguiente ley general: Las modificaciones de la presión barométrica no influyen en la vida animal y vegetal, sino por los cambios que engendran en la tensión del oxígeno ambiente y por las alteraciones que de ahí resultan en los *processus* químicos de la nutrición. De donde se deriva la siguiente regla práctica: Combatir la influencia de las modificaciones de la presión, cuando sean nocivas, con modificaciones inversas en la composición química del aire; de suerte que las tensiones del oxígeno ambiente se conserven en su valor normal.

En realidad, la disminución de la tensión del oxígeno es la que da la clave del problema. Esta tensión es incompatible con la vida, cuando desciende de cierto límite, sensiblemente constante, en igualdad de circunstancias, para un mismo animal, pero variable de uno a

Revista de la Facultad de Medicina—Bogotá.

otro. La causa de la imposibilidad de la vida en atmósferas muy diluidas, es la producción de una especie de asfixia por privación de oxígeno; hecho que se verifica tanto en los animales como en los vegetales; en éstos la germinación se altera por grados, se hace con más lentitud cuando la presión disminuye. No es la presión, como efecto mecánico, la que interviene aquí, sino la pobreza de oxígeno; Huber y Sennebier vieron que la germinación se hacía mal cuando el aire, a la presión normal, tenía menos oxígeno. Paul Bert, bajando la presión, pero al mismo tiempo aumentando la proporción de oxígeno, ha logrado que se desarrollen aquellas simientes que permanecían inertes cuando disminuía la presión sin aumentar el oxígeno. Parece que en la asfixia la disminución del oxígeno desempeña el principal papel. Los fisiólogos se inclinaban antes a creer, desde el célebre experimento de Priestley, que el aire viciado, es decir, el ácido carbónico, era la causa de los accidentes de la asfixia. Fácilmente se comprende que si la tensión parcial del oxígeno en un medio gaseoso se reduce a la mitad, a la tercera parte, de la normal, cada inspiración introducirá en el pecho, en igualdad de circunstancias la mitad o la tercera parte del peso de gas vital; la atmósfera gaseosa de los alvéolos pulmonares se modificará, y la sangre que en el pulmón se pone en contacto con dicha atmósfera, sufrirá también la influencia de aquella alteración. Para comprender mejor esto, debe recordarse que el oxígeno se encuentra en la sangre en dos estados: una pequeña porción se disuelve en el plasma, y la mayor parte se halla fijada en la hemoglobina de los glóbulos en estado de combinación. Se había creído con Fernet, que el oxígeno de la sangre era independiente de la presión barométrica, entre 76 y 64 centímetros, y que, en consecuencia, ninguna alteración apreciable de la sangre resultaba de la disminución de la presión, y no se daba ninguna explicación de los accidentes de la alteración de la sangre. Pero el descubrimiento de la disociación y el desenvolvimiento que a él dio la escuela de Sainte-Claire Deville, reformaron tales opiniones en lo que tenían de exclusivo. La combinación oxígeno-hemoglobina es disociable, y depende de la tensión del oxígeno que le forma atmósfera. Cuando la hemoglobina está saturada, el aumento de presión no puede añadirle nada; en el organismo ella nunca está completamente saturada. Al contrario, la disminución de la presión puede hacerle perder oxígeno, y por consiguiente, disminuyendo la riqueza de la sangre, hace sentir sus efectos en todo el organismo. Paul Bert estableció que la

sangre de un perro, a la presión normal de 76 centímetros, contiene 20 centímetros cúbicos de oxígeno por 100 de sangre; a la presión de 57 sólo contiene 18; a la de 35, 9, y a la de 17, 7. Los elementos anatómicos bañados por una sangre, por un medio menos oxigenado, se afectan en su nutrición. Los experimentos emprendidos para evidenciar esta alteración de la nutrición, parecen establecer que las combustiones orgánicas se han disminuído, es decir, que el ácido carbónico exhalado, disminuye del mismo modo que el calor animal. El *complexus* fenomenal observado en los animales sometidos a la depresión, es el resultado de una asfixia elemental. La última conclusión de todo el estudio es, pues, que la depresión obra como un simple agente asfixiante. Este es el tipo de una de esas explicaciones completas, modelo de la perfección fisiológica, que, partiendo de un fenómeno vital, conduce a la explicación del juego de leyes de la física y de la química, de las leyes de la disolubilidad de los gases y de la disociación.

El mal de las montañas a grandes alturas se debe a la anoxihemia; a alturas menores intervendrán causas accesorias, a las cuales muchos viajeros podrán escapar; porque existe para la función de la hematosiis un mecanismo regulador y compensador. Cuando el oxígeno disminuye, la respiración se acelera o se hace más amplia, y así se evitan los efectos de la disminución del oxígeno, y por esta razón el organismo del hombre es, dentro de límites bastante extensos, dependiente de la presión parcial del oxígeno atmosférico. El mecanismo compensador y regulador no se vuelve fatalmente impotente, sino cuando la pobreza de oxígeno supera un término excesivo, que M. Bert lo creyó de 56 centímetros (presión de Bogotá), pero los señores Fraenkel y Gepper hallaron que es de 40. La fisiología, empero, nos advierte con mucha claridad que generalmente estos mecanismos compensadores funcionan más o menos bien en los diferentes animales, en los animales de una misma especie y hasta en un mismo animal, según circunstancias diversas.

De los experimentos de M. Bert sobre los animales sometidos a los efectos de las altas presiones, ha resultado lo siguiente: el oxígeno satura desde luego la hemoglobina, después se disuelve en el plasma, según la ley de Dalton; la excesiva oxigenación del plasma se transmite a los líquidos intersticiales que en todo el organismo se hallan en comunicación con él, y por consiguiente, se puede decir que no es el conjunto del animal lo que se encuentra en contacto de un

exceso de oxígeno, sino también cada una de sus partes, porque cada uno de los elementos anatómicos está bañado por un líquido sobre-oxigenado, y es preciso convenir en que este exceso de oxígeno es nocivo para la nutrición.

M. Bert estudió también la acción de las altas presiones sobre las plantas, y reconoció que la germinación de las simientes es lenta al aire, a la presión de cinco atmósferas, cuando las demás circunstancias no varían y se vuelve imposible a la presión de doce. Colocadas en ambientes recargados de oxígeno, se obtienen los mismos resultados, a menores presiones; lo que prueba que no es la acción de la presión, sino la del oxígeno, la que interviene en el fenómeno. Aquí se encuentra una ley general, verdadera para los tejidos separados del cuerpo como para los organismos elementales; los fermentos figurados cesan de funcionar a una presión muy alta; la acción de la levadura se detiene, así como la del *mycoderma aceti*. Lo que sucede con las fermentaciones alcohólica y acética, se cumple también en la putrefacción, y en general en todos los fermentos correlativos de la actividad de un sér figurado celular. M. Bert dedujo del empleo del oxígeno o del aire comprimido, un medio de distinguir las dos especies de fermentos que intervienen en fisiología: los fermentos figurados, que pierden su actividad; los solubles, que la conservan.

Estos trabajos de Paul Bert, sumariamente expuestos, no dejan la menor duda de la importancia de la de la determinación de las alturas para la práctica de la medicina. Cuando uno se eleva en la atmósfera, la presión barométrica, que es de 76 centímetros de mercurio al nivel del mar, disminuye rápidamente: al principio es de diez milímetros por cien metros de elevación; luégo, con la menor densidad de las capas atmosféricas superiores, la proporción va siendo mayor. En Bogotá hay veinte centímetros menos que al nivel del mar, y por consiguiente la cantidad de aire introducida a los pulmones en cada inspiración contiene mucho menor proporción de oxígeno, lo que obliga al organismo a emplear las compensaciones, o bien dando mayor desarrollo a la caja torácica, o aumentando el número de las inspiraciones; esto último no podría hacerse sino en momentos de una depresión brusca, como una ascensión rápida a una alta montaña o en globo, mientras que lo primero tiene que suceder como una de tantas leyes generales de la evolución de los seres organizados que se someten a condiciones diversas de medio ambiente, y se modifican en relación con las nuevas condiciones que los rodean. Para la

medicina, existe el medio de hacer trasladar a los enfermos a situaciones más o menos elevadas, según sea necesario aumentar o disminuir la proporción de oxígeno respirable; pero es necesario que la física le suministre indicaciones precisas en la determinación de las alturas por medio del barómetro; de donde la necesidad de conocer bien todas las circunstancias que puedan inducir a error y engendrar funestas consecuencias.

La meteorología se funda en el conocimiento de la acción del sol sobre la atmósfera, ora por el calor que engendra los cambios de la temperatura, las corrientes atmosféricas, la evaporación y con ella los cambios higroscópicos; ora por la atracción que producen las oscilaciones de la presión, y probablemente los cambios de la intensidad eléctrica, de la declinación de la aguja magnética, etc. Admitida la gravitación como causa de estos últimos fenómenos, adquiere la meteorología más unidad en sus estudios, se relacionan mejor las diversas influencias planetarias, y es probable que sus progresos se hagan más rápidos, y se llegue al fin tan deseado de pronosticar el tiempo con bastante anticipación. Hoy por hoy, someto mis observaciones y las deducciones a que dan motivo, a la consideración de los físicos: si ellas conducen al esclarecimiento de uno de los problemas meteorológicos, si contribuyen en algo al adelantamiento de la ciencia, daré por bien empleados todos mis esfuerzos; si, por el contrario, a nada conducen, me quedará a lo menos la satisfacción de haber trabajado tenazmente por hallar la verdad.

