

12 5 44

DT4/3

Apuntes sobre un Termobarómetro
y ligeras indicaciones sobre su
aplicación a la precisión del
tiempo

1891

Adjunta deus a' S. C. la certifi-
ca del regimiento aragonés D. Carlos
Punto y Ubeda, en la qual solicita
aumento de su sueldo, de
de 5000 a' 6000 pesetas anuales, de
conformidad con lo que previene el
art. 16 del Reglamento de este
Regimiento, que en el punto de sus
paseos de vida.

El aragonés, S. Punto, es un
empleado ya antiguo en esta
Caja, y se ha distinguido siempre
por su fidelidad de carácter
y amor al trabajo, puntualidad
en el cumplimiento de sus deberes,
y nada en sus aptitud para desem-
peñarlos con acierto. Por todo lo
qual se solicita deus del premio,
o' ascenso en su carrera, que debe
retrosivamente solicitarse, y si que
tiene derecho, a' un' ascenso, desde
el día 5 de abril del corriente
año.

Dios p. a' S. C. muchos años.

Madrid 21 Julio de 1891,

D. Sr. D. A. Alvarez

M. C. M.

Excmo. Sr. Ministro de Fomento

El tema sobre que versa esta memoria es de escasa
importancia, y de un desarrollo grande, ~~material~~ ^{literario} dificultad,
pero está desarrollado con buen sentido y acierto, y revela
suficiente claridad de ingenio en la parte matemática,
por todo lo cual creemos que su autor ha cumplido sa-
tisfactoriamente con el precepto referenciano (véase el
N.º del art.º 13), que al componer este trabajo se ha im-
pulsado.

Madrid 24 de Julio de 1891.

El Sr. del Caballero

Al Sr. Ministro

(La instancia del Sr. P. favorablemente acogida, y hecha
mejora de sueldo, de 5000 a 6000 p.º, por el Ministerio
el 11 de Julio)

Apuntes sobre un Termo-barómetro
y ligeras indicaciones sobre su
aplicación a la previsión del tiempo.

La historia del Barómetro, y con ella la de la Meteorología, en lo que á la constitución física de la atmósfera se refiere, comienza en el conocido y clásico experimento de Toricelli. Experimento tan clásico y tan conocido que hoy, después de los 250 años transcurridos, no hay libro de Física que no lo describa, ni cátedra en la que todos los años deje de repetirse. Verdaderamente, si no hubiera otros muchos motivos para rendir justo tributo de respeto y admiración á los físicos italianos del siglo XVII, si no estuviera llena la historia de la Física de luminosos destellos del clarísimo ingenio de tan distinguidos físicos, bastaría el citado experimento para hacer figurar dignamente en los anales de la ciencia á la escuela de Galileo.

Que fuera Toricelli, que fuera su discípulo Viviani, el primero que materialmente hizo la experiencia, nada más justo que esta lleve el nombre de aquél, ya que Toricelli fué el que la ideó y quien, del fenómeno en ella revelado, dió una explicación satisfactoria, atribuyéndolo á la presión atmosférica; explicación plenamente comprobada poco después por los experimentos de Pascal. Como sería notoria injusticia no hacer partícipe al maestro de la gloria de su dis-

cipulos; pues, si Galileo transigió con el horror va-
cui, no es posible que lo aceptase como explicación
 racional, sino como fórmula que encubriera apaspa-
 temente su ignorancia: ignorancia que debió ator-
 mentar cruelmente al Génio finito, principalmente
 cuando los fontaneros de Florencia, empeñados en
 traer subir el agua en una bomba á considerable
 altura, vieron que todos sus esfuerzos eran infruc-
 tuosos para hacerla pasar de los 33 pies de elevación
 y, sorprendidos de tan improriso cuanto para ellos
 inexplicable fenómeno, fueron á consultar á Gali-
 leo sobre hecho tan notable. Admitir el horror al
 vacío ^{solo} hasta una altura extrema y determinada (altura
 limitatísima), como contestó á los consultantes Gali-
 leo, no parece una explicación propia de una in-
 teligencia tan superior como la suya; ni es de
 suponer que él la aceptara como buena con toda
 tranquilidad y sin repugnancia, á pesar de lo mu-
 cho que influyen en el ánimo las ideas dominantes
 y corrientes, por absurdas que sean. Pero aquella
 inteligencia, que tuvo momentos tan felices al estu-
 diar los fenómenos naturales, penetrando de golpe
 sus más recónditas y complicadas leyes, si algo en-
 trevió sobre la verdadera explicación del fenómeno,
 no fue con claridad bastante para hacer resaltar la
 verdad entre aquellas horriboras vacuidades. - Y así de-
 bió ser: algo debió Galileo presentir de la presión at-
 mosférica; algo que, transmitido á sus discípulos, se-
 ría el germen de los brillantes descubrimientos de es-
 tos; algo que iluminado por esa luz superior, y bien
 poderíamos llamar divina, que indudablemente vie-
 ne de Dios, se convierte en idea grande y hermosa,
 y despues se realiza en el hecho experimental más
 sencillo y natural del mundo. Este destello de la
 inteligencia infinita, este golpe de genio, como or-
 dinariamente decimos, estaba reservado á Torricelli;

pero fuerza es reconocer en los provecionos resultados experimentales del sobresaliente discipulo las profundas enseñanzas del sabio maestro: en tal sentido deciamos que no debe olvidarse el nombre de Galileo en la historia del barómetro.

La importancia del experimento de Torricelli no solo está en haber revelado la verdadera causa de la elevacion del agua en las bombas, o sea la presión atmosférica, sino tambien en que nos proporcionó un nuevo y valioso instrumento: el Barómetro, como le llamó su inventor. Y tan acertado estuvo éste en su invento que cuantos esfuerzos se han hecho para modificarlo o mejorarlo, se han estrellado contra su sencillez y bondad: hoy el barómetro es en su esencia el primitivo tubo de Torricelli, pues la mayor perfección y esmero en la construcción y la delicadera y precisión en los medios de medir de que hoy disponemos, merced al progreso de las artes mecánicas, no tienen relación ni afectan a lo sustancial del aparato en su parte física.

Forma contraste la historia del barómetro con la del termómetro: mientras la invención del primero queda completamente fijada en los anales de la ciencia por un hecho histórico de fecha indudable, el uso del segundo como tal instrumento de medida es un dato que la historia no ha puesto todavía en claro, pues son muchos los físicos a quienes se atribuye su descubrimiento; si el barómetro aparece en su casi total perfección desde el experimento de Torricelli, el termómetro, por el contrario, no llega a una forma satisfactoria sino lenta y paulatinamente, por modificaciones sucesivas y apurando el ingenio de los físicos.

Clásico es el experimento de Torricelli; pero no lo son menos los efectuados por Pascal, con objeto de comprobar las ideas del primero. Uno y otros deben consignarse en los libros y repetirse en las cátedras, como suele ha-

curse, no tanto como medios de demostración del peso del aire, sino más bien como ejemplos típicos, como verdaderos modelos de investigación científica por el método experimental.

Representa Pascal en la historia del barómetro un papel principalísimo, el de apóstol y propagandista de la nueva doctrina y aparato. De varios modos, todos ellos originalísimos y peregrinos, como lo era, sin duda, el ingenio de Pascal, comprueba éste la existencia de la presión atmosférica; y da tal fuerza y vigor a la nueva teoría de la elevación del agua en las bombas que, sin sombra de duda, es universalmente aceptada como explicación racional del fenómeno.

No se contentó Pascal con asentarse sobre la base inquebrantable de la comprobación experimental la nueva doctrina, sino que, inmediatamente, partiendo de la idea fundamental, intenta hacer aplicaciones prácticas del tubo barométrico. A Pascal se debe, en efecto, la primera idea de la medición de alturas por medio del barómetro; y si verdaderamente los resultados prácticos no podían ser de importancia, pues la ley que él supuso de que las variaciones de la altura barométrica eran proporcionales a las diferencias de nivel, solo se puede admitir como aproximada a la verdad para pequeñas diferencias de altitud, es lo cierto que el problema quedó perfectamente planteado: y nada de extraño tiene que por entonces, dados los someros e imperfectos conocimientos que de la constitución física de la atmósfera se tenían, el problema quedara sin solución satisfactoria, cuando hoy, después de tanto trabajo acumulado sobre el asunto, no podemos decir que la conozcamos enteramente perfecta y acabada.

Si no inmediatamente, no pasó mucho tiempo sin que cesase de ver el mismo Pascal que la altura de la

columna de mercurio en el tubo barométrico no se mantenía siempre la misma, sino que era variable, y que estas variaciones estaban en relación con el temporal reinante. A fin de comprobar esto, dispuso la instalación de barómetros en diferentes localidades donde, al propio tiempo que se anotaban las alturas mercuriales, se registrarán también las variaciones atmosféricas. Del examen o discusión de los numerosos resultados que le comunicaron concluyó Pascal sin vacitación que efectivamente existía una indudable correlación entre las vicisitudes del tiempo y las oscilaciones barométricas, reconociendo y anunciando que la observación del barómetro podía ser de grande utilidad a los agricultores y viajeros como medio de prever, aunque con poca exactitud, el tiempo que iba a reinar. He aquí claramente establecidos los hechos fundamentales de otra aplicación importantísima del barómetro, la de la prognosis del tiempo, de la que podemos decir con mucha más razón que de la nivelación barométrica: el problema lo planteó Pascal, pero en su resolución no hemos avanzado gran cosa de este primero y necesario punto de partida.

Estas interesantes aplicaciones del barómetro, principalmente su utilización como medio de penetrar en los misterios de lo futuro, de preojuar el tiempo por venir, despertaron gran curiosidad por el nuevo instrumento y contribuyeron poderosamente a su popularización. ¡Siempre las sombras y oscuridades de lo desconocido fueron el gran norte, el principal incentivo de la humanidad!

Pero si esta difusión del barómetro que fue un gran bien para la ciencia, también tuvo algunas consecuencias lamentables; que en el desenvolvimiento de las ideas, como en el desarrollo animal de un ser, tiene que haber cierta continuidad gradual; y violentada ésta, se perturba y compromete el proceso. La imperfección

del vacío de la cámara, la incertidumbre que existía respecto a la acción ejercida sobre el barómetro por la temperatura, tanto por lo que hacía variar esta la densidad del líquido empleado, como por su influencia sobre el aire que quedaba en la cámara, — todas estas circunstancias hacían que no concordaran las observaciones efectuadas con diferentes barómetros. Pero esta disparidad en los resultados de las observaciones barométricas llegó a todo su auge, introduciendo una confusión espantosa, cuando el afán immoderado de poseer el nuevo instrumento hizo que muchos se lo fabricaran por propia mano: entonces sí que verdaderamente no había dos barómetros comparables. Pasó este período de confusión, no dejando más recuerdo que una babel de folletos y memorias llenos de disquisiciones inútiles.

Fue una de las circunstancias que más contribuyeron a popularizar el barómetro que su aplicación a la prognosis del tiempo lo prueba el hecho de que en obras del último tercio del siglo XVII ya se dan reglas para completar la escala graduada con las palabras indicadoras del tiempo que era de esperarse, según la altura barométrica; y que se conservan plenas con indicaciones del tiempo, pertenecientes indudablemente a barómetros, de respetable antigüedad, casi de la época del descubrimiento del aparato. Es de notar que son muchas menos las indicaciones escritas que del tiempo probable llevan los barómetros modernos que los antiguos: hay contínuamente los constructores con inscribir cuatro o cinco indicaciones, mientras que en los primitivos se distinguían hasta nueve y diez especies de tiempo como correspondientes a otras tantas alturas del mercurio. Esto prueba que la confianza que inspiraban estas indicaciones escritas ha ido disminuyendo.

El defecto principal del barómetro de mercurio es la corta extensión de su escala, la pequeña extensión

timal que abarca su oscilacion extrema, y la dificultad, por consiguiente, de apreciar las ligeras variaciones de la presion atmosferica. En toda la historia del barómetro se ven aparecer constantemente modelos de este instrumento que no tienen mas objeto que salvar este inconveniente, el amplificar la escala. Y es el primero en el orden cronológico el barómetro de cuadrante, debido a Hookene, que lo describe en su *Micrographia*, allí en el año 1665; modelo que tuvo gran aceptación, y que se mantuvo muy en voga, sin duda por prestarse a formas artísticas y combinaciones elegantes, hasta que los modernos americanos le sustituyeron con algunas ventajas. Acerca larga serie, casi hacer la historia completa del barómetro, reseñar todas las disposiciones y modificaciones de este aparato encaminadas a amplificar la escala: nos contentaremos con citar el barómetro diagonal, de Mortand; el rectangular, de Bernoulli; el de tubo en espiral, de Hück; y los contruidos con líquidos mas ligeros que el mercurio, el agua en diferentes ocasiones, y la glicerina en los tiempos modernos. Pero en todos ellos cuanto se gana en amplificación de la escala se pierde en precisión de la medida de la altura barométrica, ó en comodidad para el manejo y aprovechamiento del aparato. En la mayoría de los casos estos barómetros pierden el caracter de verdaderos medidores de la presion para convertirse en simples indicadores de las variaciones de la misma; mas no por esto dejan de ser de utilidad y dignos de que sus indicaciones se sigan con interés.

El físico en su laboratorio, al anotar las indicaciones del barómetro que formará parte integrante de su material de experiencia, claro es que se servirá para sus trabajos científicos de un barómetro de construcción esmeradísima y la altura de la columna de mercurio la medirá directamente por medio de un catetómetro de gran precisión y, corrigiendo esta medida,

de todos los errores imaginables, aspirará a tener la presión a la milésima de milímetro.

El meteorologista que desea conocer todas las vicisitudes que la presión atmosférica experimenta, como objeto importante, aunque no necesario, según algunos, para la definición del clima de una localidad, necesita numerosas observaciones regulares y sistemáticas que le permitan dar los valores medios y extremos mensuales y anuales de esta presión juntamente con la ley de variación de la misma en el curso del día y del año. Para esto tendrá que servirse de un barómetro que le inspire completa confianza y cuyas indicaciones den las presiones atmosféricas absolutas con menor error que una décima, o centésima cuando más, de milímetro. Pero si esta altura barométrica no es más que un dato que, puesto en parangón con los análogos correspondientes a otras muchas localidades en el mismo momento físico, permita formar juicio de la situación general atmosférica, a fin de tomar esta como antecedente indispensable para inducir la que sobrevendrá poco después y prevenirse a sus efectos, entonces lo que importa es conocer estas presiones pronto, aunque haya que sacrificar un poco la precisión a la prontitud y no se nos den más que en milímetros redondos.

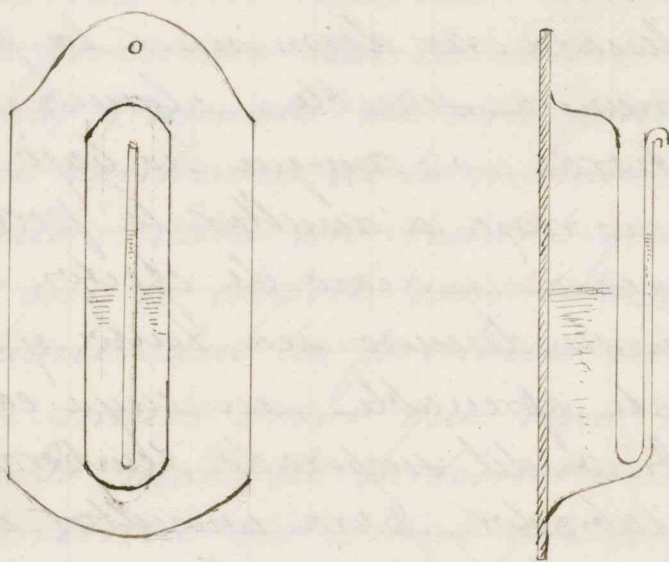
Si se trata, por fin, de un labrador que, allá en su casa de campo, reparte su atención entre el cielo y la tierra; que mira al cielo para ver si se muestra propicio a concederle la lluvia benéfica; que fija su vista en los frutos de la tierra para apreciar la urgencia con que estos demandan el agua saludable; que en el cielo descubre ligeros celajes que despiertan en él consoledora esperanza miraculosa como anuncio de cambio atmosférico más o menos próximo, más o menos profundo; que ve iniciarse fran-

cameute este cambio, pour asoman las nubes y la veleta
 zorostra, — este labrador, si tiene alguna cultura
 científica, inmediatamente ira' a consultar el barome-
 tro y seguira' con la mayor sollicitud los movimientos
 de este. Pero no parara' minutos en las centesimas ni
 decimas de milimetro que el extremo de la columna,
 o' la aguja indicadora de las oscilaciones de esta, se mue-
 va, sino que deseara' ver disminuir la presion atma-
 sferica de una manera sensible, algunos milimetros
 en unas cuantas horas; o', aunque no baje muy depri-
 sa el barómetro, no vaya a resultar la perturbacion
 atmosferica pasajera y acara de efectos desastrosos por
 lo violenta, que su descenso sea lento y continuado
 y al fin claramente apreciable, en cuyo caso, por lo
 general, sera' indicio del suspirado temporal Muvion
 y apacible. Este labrador, para consultar en los casos
 de angustia, para ilustrarse en los momentos de du-
 da, para seguir, en fin, cotidianamente las vicitudes at-
 mosfericas que a él le intensan, no necesita un baró-
 metro tipo, ni casi conocer el valor absoluto de la pre-
 sion del aire libre; con un simple indicador de las
 variaciones de esta presion le basta.

Los barómetros llamados aneroides llenan cumplida-
 mente este objeto, pero tambien creemos que puede llevarse
 un sencillo aparato que este muy extendido en algunas
 de nuestras provincias del Norte, principalmente en As-
 turias. Este barómetro de los aldeanos astures es propiamente
 un termo-barómetro, o', hablando con todo rigor, un ter-
 mo-barómetro diferencial; pues en él se manifiestan y a-
 precian los efectos combinados de los cambios de presion y
 de temperatura. Como tiene sobre el aneroides, bien que
 en otros conceptos queda muy por debajo de este, las ven-
 tajas de ser muy economico y de que, para el caso de no
 encontrarse en el comercio, su construccion es sencillisima,
 circunstancias muy recomendables para que una co-
 sa se haga de uso general, creemos conveniente dar

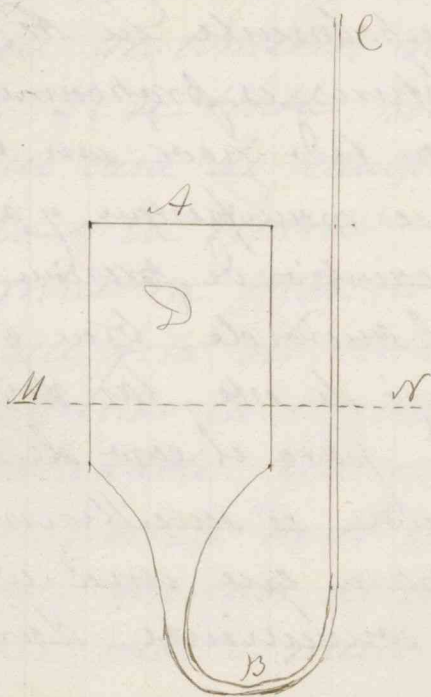
la teoria de este aparato con algun detalle, y hacer ligeras indicaciones sobre su uso y aplicacion.

El termo-barometro que nos ocupa, tal como se construye en la fabrica de cristal de Gijon, que es de donde proceden los usados en Asturias, tienen la forma representada en las figuras adjuntas.



Redúcese, como se ve, el aparato en su esencia á un tubo en U, una de cuyas ramas es ancha y cerrada, y la otra estrecha y abierta, teniendo esta su extremidad encorvada para dar más facil salida al liquido que en el aparato se introduce y que, al funcionar este puede verterse por ella.

Para establecer con claridad su teoria supongamonlo, en efecto, reducido á un tubo en U, tal como el representado en la figura adjunta. Y por de pronto conviéramos á poner en evidencia cómo en este sencillo aparato se manifiestan las variaciones de la presión atmosférica, y por qué estas variaciones se hacen en él clara y visiblemente perceptibles, ó son notablemente amplificadas con relacion á la escala que las mide.



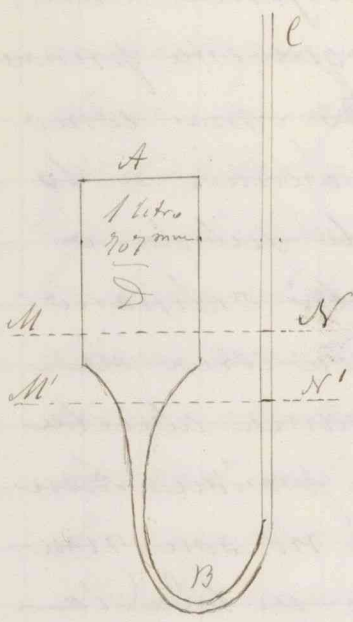
en el barómetro de mercurio.

Supongamos que en el tubo ABC se ha echado agua, u otro líquido cualquiera poco denso, y que se ha conseguido que este líquido quede al mismo nivel, MN, en las dos ramas. En tal caso, la presión del aire encerrado en el depósito D será la misma que la del aire libre, ejercida sobre el líquido en la rama estrecha y abierta BC. Admitamos, para simplificar la exposición, que el diámetro del depósito D sea grande con relación al de la otra rama BC, diez veces mayor, por ejemplo. Bajo tal supuesto, las variaciones del nivel del líquido en el depósito se podrán considerar sin inconveniente como inapreciables, o este nivel constante, cuando, por el funcionamiento del aparato, se trasvase líquido de una rama a otra y el nivel realmente varíe.

Ahora bien, si, después del momento en que el nivel del líquido es el mismo en las dos ramas, la presión atmosférica aumenta, sin variar la temperatura, el nivel del líquido en la rama abierta, la BC, bajará; y bajará hasta que se equilibre la presión actual exterior o del aire libre, y la columna de agua, si agua es el líquido empleado, cuya altura es la diferencia de niveles más el aumento de tensión en el depósito por la disminución de volumen. Si, en vez de aumentar la presión atmosférica, disminuye esta, romperase también el equilibrio y solo se restablecerá ascendiendo el agua en la misma rama BC y contrarrestándose los efectos de la tensión del aire encerrado en el depósito y que habrá disminuido por el aumento de volumen de este consiguiente al trasvasamiento de líquido á la rama estrecha, por una parte, y de la columna de agua cuya altura sea la diferencia de niveles más la presión actual del aire libre, por otra. Todo esto suponiendo, como antes, que la temperatura no varíe.

Resulta, pues, que, si la presión atmosférica aumenta, el nivel del líquido en la rama abierta baja, y, si la presión disminuye, el nivel asciende. Pero no sabemos por el momento si estas variaciones de la presión se harían sensiblemente perceptibles en las variaciones de nivel del líquido en la rama abierta, por cuanto los cambios de presión exterior son contrabalanceados no solo por la columna de agua cuya altura es la diferencia de niveles que entre las dos ramas se establece, sino también por los cambios de tensión que el aire encerrado en el depósito experimenta. Sin embargo, como las variaciones de la tensión de este aire encerrado serán tanto más pequeñas, en relación a las de la presión exterior, cuanto mayor sea su volumen y menor el diámetro de la rama abierta, se comprende desde luego que, haciendo que el volumen de aire que queda en la rama cerrada sea relativamente grande, y que el diámetro de la rama abierta sea relativamente pequeño, la columna de líquido cuya altura es la diferencia de niveles en las dos ramas equilibrará en gran parte a la variación de la presión exterior. Siendo, pues, el líquido empleado mucho más ligero que el mercurio, las variaciones de la presión atmosférica se medirán en este aparato con escala de unidades mucho más amplias que en el barómetro ordinario de mercurio: la sensibilidad del aparato permitirá apreciar como quien dice a la vista los cambios que la presión del aire libre experimenta.

Un caso práctico, un ejemplo numérico, pondrá bien en claro todo cuanto llevamos dicho. Supongamos que, siendo el tubo cilíndrico, el diámetro de la rama ancha y cerrada es diez veces mayor que el de la estrecha y abierta y el de esta igual a 1 centímetro; y que estando el líquido, agua, al mismo nivel MN en las dos ramas queda en la cerrada un



volumen de aire igual a un litro. Sea 707 milímetros la presión atmosférica, y la del aire encerrado en D, en este momento en que el líquido está al mismo nivel en las dos ramas; y admitamos, por último, que la temperatura no varía durante todo el tiempo de esta supuesta experimentación.

Si aumenta la presión atmosférica, el agua bajará en la rama BC y ascenderá en la AB; pero, aunque baje en la primera 10 milímetros, tan solo ascenderá en la segunda una décima de milímetro; pues la razón de las secciones de las dos ramas es la de 1 a 100. Supongamos que efectivamente la presión ha aumentado hasta determinar una diferencia de niveles entre las dos ramas de 10 milímetros, o de 9^{mm}, entre el nivel primitivo N y el actual N' en la rama abierta BC: fácil será calcular la presión que corresponde a este nivel N'. Las presiones soportadas por las moléculas líquidas situadas en una misma capa horizontal N'N'' son iguales, según sabemos: en la rama abierta la presión ejercida en nn' es la atmosférica que por de pronto desconocemos y llamaremos φ ; en la cerrada, la presión en la capa mm' del mismo nivel está representada por una columna de agua cuya altura sea Mm', más la tensión del aire encerrado en D, que no será ya 707^{mm} sino mayor, por la contracción de volumen habida. La columna de agua equivale aproximadamente a otra de mercurio de 7 décimas de milímetro de altura; y la tensión del aire confinado será ahora, en virtud de la ley de Mariotte, $\frac{1000000}{999215} \times 707^{mm} = 707,56$; pues la contracción está representada por el volumen de una columna de líquido cuyo radio es el de la rama abierta, 5 milímetros, y su altura los 10 milímetros que el nivel descendió; o sea, $\pi + 5^2 \times 10 = 785$ mili-

metros cúbicos. De modo que la presión atmosférica actual, p , será 760^{mm} , 20 , y la variación, por tanto, que esta presión atmosférica ha experimentado, ha sido 1^{mm} , 20 . mas, como la del nivel del agua en la rama abierta desciende a 10 milímetros, resulta que a cada milímetro de subida o bajada de la columna mercurial del barómetro ordinario corresponderá una oscilación de 7^{mm} , 7 , ó sea cerca de ocho veces mayor, del nivel del agua en la rama abierta de este nuevo baroscopio ó indicador de la presión. Aunque cuando las variaciones del nivel del agua no son rigurosamente proporcionales a las de la presión en toda la extensión de la rama abierta, es decir que no hay una relación constante entre unas y otras, no diferirán esta relación mucho del número $7,7$ dado arriba, el cual admitido como promedio de valores individuales poco discrepantes pone claramente de manifiesto la sensibilidad del aparato.

No hay que decir que esta sensibilidad dependerá del volumen de aire que quede encerrado y de la razón de los diámetros de las dos ramas, manteniéndose siempre en la hipótesis de la invariabilidad de la temperatura. Si, subsistiendo todos los demás datos del ejemplo anterior, suponemos que el volumen de aire que queda en la rama cerrada es de medio litro, en vez de uno, al descenso de 10 milímetros del nivel del líquido corresponderá una variación de la presión exterior de: 0^{mm} , 74 por la columna de agua; y 1^{mm} , 12 por el aumento de tensión interior; ó sea, en totalidad, 1^{mm} , 86 . De modo que, en este caso, una variación de 1 milímetro en el de mercurio se manifestaría aquí por una oscilación de 5^{mm} , 4 del nivel del líquido. Y si, por fin, suponemos que en el mismo aparato del ejemplo anterior es 20 , en vez de ser 10 , la razón de los diámetros de las dos ramas, ó sea, que el diámetro de la rama estrecha vale 5 milímetros, subsistiendo las demás condiciones, entonces a la variación de 1 milímetro en la altura barométrica cor-

responderá una variación de $11^{\text{mm}}/4$ en el nivel del líquido; es decir que las variaciones de la presión atmosférica darán un aparato de esta forma y dimensiones tan amplificadas casi como un barómetro de cubeta en el que el líquido empleado fuera el agua.

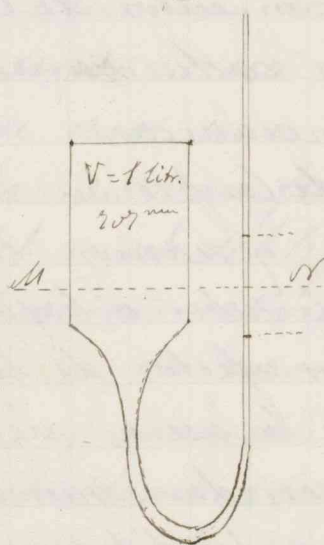
Pero el hacer grande el depósito de aire que en la rama cerrada queda, y el disminuir el radio de la rama abierta, todo con el fin de aumentar la sensibilidad del aparato, tiene dos limitaciones: la una es de carácter puramente material, en cuanto el fácil y cómodo manejo del aparato no consiente exageradas dimensiones para este, que determinarían además notable desproporción en sus partes y detestable aspecto artístico para el conjunto; la otra procede del fundamento físico del aparato, en cuanto, interviniendo en su funcionamiento el calor con tanta energía como la presión, las circunstancias o condiciones que favorecen la sensibilidad del aparato desde el punto de vista de la presión pueden contrariarla bajo el concepto del calor, como vamos a ver.

Hasta aquí hemos supuesto que la temperatura era constante; hemos prescindido de las variaciones que esta incesantemente experimenta, temerosos, como quien dice, de que estas variaciones nos complicaran y embrollaran el fenómeno que queríamos estudiar, pues desde luego se ve que estos cambios de la temperatura han de jugar un papel principalísimo en los movimientos de la columna de agua que antes suponíamos exclusivamente movida por el resorte de la presión mecánica.

Prescindamos ahora de las variaciones de la presión atmosférica, o supongamos esta constante, y veamos lo que en el aparato que nos ocupa pasa al subir o bajar la temperatura uno o más grados. Los efectos de la temperatura dependen principalmente de la acción de esta sobre el aire contenido en la rama cerrada, pues las ligeras variaciones de densidad del líquido y la dilatación

o contracción del aparato, que también provienen de la misma causa, influyen muy poco en el resultado final y por el momento no las llevaremos en cuenta, si al variar la temperatura del aire del depósito, este aire se dilatara o contrajera libremente, la solución del problema se obtendría inmediatamente por la aplicación de la ley de Gay-Lussac; pero como no sucede así, como el líquido que al dilatarse el aire, si suponemos que la temperatura aumenta, fluye de la rama cerrada a la abierta, en vez de verse, se eleva su columna dentro de esta rama abierta y ejerce, por tanto, una cierta presión que contraría la dilatación de dicho aire, esta dilatación será menor que la correspondiente al caso en que nada se opusiera a la natural expansión del mismo, es decir, bajo presión constante. Según esto, por las condiciones esenciales del aparato, no podemos considerar en él el efecto aislado y exclusivo de la temperatura, como antes considerábamos el de la presión, sino que hay que tener en cuenta necesariamente los dos elementos tensión y temperatura cuando esta última varía, aunque la presión atmosférica no se altere. De todos modos no es difícil relacionar estas cantidades y resolver el problema.

Consideremos el tubo en U de siempre, y de las dimensiones del ejemplo primero, y supongamos, como allí, que a la igualdad de nivel en las dos ramas corresponde una presión de 707 milímetros, y que el volumen de aire que queda en la rama cerrada sea 1 litro. Si la temperatura sube 1 grado, el aire encerrado se dilatara y su volumen primitivo, que designaremos para simplificar por V , se convertirá en V' , que desconocemos y buscaremos. Cuando este aire ocupaba el volumen V , su tensión era 707 milímetros; pero



ahora será $707 + x$ milímetros, representando por x la columna de mercurio equivalente a la de agua cuya altura es la diferencia de nivel que se ha establecido entre las dos ramas. Para relacionar estos volúmenes y presiones hay que referir los primeros a la misma temperatura, a la de V , por ejemplo; pues entonces será aplicable la ley de Mariotte. Ahora bien, como la temperatura de V' es un grado superior a la de V , no hay más que dividir V' por el binomio $1 + \alpha$ de dilatación del aire para que quede hecha esta reducción: tendremos, pues, que a los volúmenes V y $\frac{V'}{1 + \alpha}$, referidos ya a la misma temperatura, corresponden las presiones 707 y $707 + x$ milímetros; y por tanto, se verificará:

$$V \times 707 = \frac{V'}{1 + \alpha} (707 + x).$$

$V' - V$ será el aumento real de volumen del aire encerrado e igual al volumen de la columna de agua que en la rama abierta se ha elevado sobre el nivel primitivo, nivel que sin grande error puede suponerse el mismo que el actual en la rama cerrada: llamando, pues, y a la altura de dicha columna de agua, como su radio es 5 milímetros, se tendrá:

$$V' - V = y \times 25 \times 3.14.$$

Y, suponiendo que la densidad del mercurio, con relación al líquido empleado, sea 13,5, será:

$$y = 13,5 x.$$

Eliminando x e y entre estas tres ecuaciones resulta la siguiente ecuación con la única incógnita V' , puesto por V su valor 1 litro = 100000 milímetros cúbicos:

$$V'^2 - 250756,75 V' - 751992972728 = 0$$

que resuelta da:

$$V' = 1001570,5 \text{ mm}^3;$$

por tanto:

$$V' - V = 1570,5 \text{ mm}^3.$$

Y, de este valor, por medio de la segunda ecuación se obtiene:

$$y = 20 \text{ milímetros.}$$

Si, en vez de subir, baja la temperatura un grado, habrá contracción de volumen y las relaciones entre las cantidades del pro-

tema, que designaremos como antes, seran:

$$V \times 707 = V' (1 + \alpha) (707 - x)$$

$$V - V' = y \times 25 \times 0.14$$

$$y = 19,5 x$$

que, por eliminacion, dan la ecuacion:

$$V'^2 - 250756,75 V' - 746509581854,6 = 0;$$

y, resuelta esta,

$$V' = 998426,7 \text{ mmc.}$$

y por tanto

$$V - V' = 1579,9 \text{ mmc.}$$

resultado conforme con el anterior y con la teoria.

Es decir que, permaneciendo constante la presion atmosferica, la variacion de 1° de la temperatura hace variar 20 milimetros el nivel del liquido en la rama abierta; ascenso ^{o descenso} equivalente al que determinaria una variacion de $2,5^{\text{mm}}$ en la presion exterior, si la temperatura fuera constante.

A primera vista parecerá que los efectos de los cambios de temperatura se superpondrian a los de la presion, y que las indicaciones del aparato más bien serian termométricas que barométricas. Sin embargo, aun tomando estas indicaciones sin rectificacion alguna, tal como las da el aparato, pueden ser de grandisima utilidad como dato revelador de los cambios de la presion atmosferica, y esto por varias razones:

Primera. — La instalacion del aparato, como la de todo barómetro y en este caso con más motivo, se deberá hacer en habitacion donde las oscilaciones de la temperatura sean, durante el dia y de un dia para otro, pequeñas, lo más pequeñas posible; así la influencia de la temperatura será poco importante y prevalecerá sobre esta la de la presion.

Segunda. — No debiendo ver en este aparato, por el momento, más que un simple indicador de las variaciones termobarométricas del aire atmosferico, y como tal, solo utilizable y digno de consultarse en las grandes perturbaciones de la atmosfera, si los efectos de la temperatura quedan atenuados por una instalacion conveniente, las variaciones fuer-

tes de la presión se manifestarán en él de una manera franca e indudable.

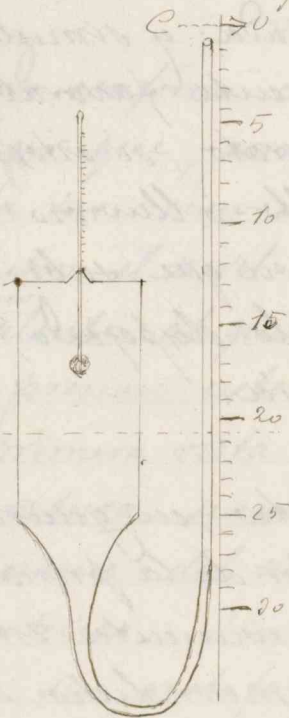
Y tercera. - Teniendo en cuenta que en las continuas vicisitudes de la atmosfera generalmente las variaciones correlativas de la temperatura y de la presión son de sentidos contrarios, es decir que cuando el termómetro sube el barómetro baja y viceversa, y que estas variaciones de sentidos opuestos de temperatura y presión tienden a hacer variar el nivel del líquido en la rama abierta en el mismo sentido, resulta que en muchos casos la acción combinada y simultánea de temperatura y presión será enteramente favorable en los dos conceptos al objeto y fines del aparato, si estos son los de indicar temporal borrascoso, revuelto o lluvioso, según la época del año y la poma o rapidez con que sube el líquido en la rama abierta, cuando sube, y cielo despejado, aire seco y atmosfera tranquila cuando baja.

El uso de este aparato no puede ser otro, en general, sino el que queda apuntado, el de un indicador de la presión, el de un baroscopio; y su aplicación la que consienta este conocimiento aproximado de la presión, o, mejor dicho, de sus variaciones. Sin embargo, no queremos dar por terminado su estudio sin ver antes cómo se podría transformar en un instrumento de medida, en un verdadero barómetro, cómo podríamos hallar con él las presiones absolutas y con qué grado de aproximación.

Volvamos a considerar de nuevo el tubo en U, representación esquemática del aparato, y demos su teoría con toda generalidad y precisión. Si, de los efectos combinados de temperatura y presión, intentamos deducir el que a esta última exclusivamente corresponde, se comprende desde luego que la adición de un termómetro que dé la temperatura del aire que queda en la rama cerrada es de absoluta necesidad. Supongámonlo así, y en la forma que se indica en la figura siguiente.

El aparato que estudiamos, por su esencia misma, no puede

dejar de ser un instrumento diferencial, es decir, que lo que en él propiamente se manifiesta y directa e inmediatamente se mide es la diferencia de efectos que a una misma causa o concusas corresponde, por la disparidad de condiciones en que obran: tenemos que partir de un estado inicialmente perfectamente definido y referir a este todos los demás. Este estado inicial o de referencia lo supondremos caracterizado por la igualdad de nivel del líquido en las dos ramas, y designaremos para el mismo por



V el volumen de aire contenido en la rama cerrada,
 t temperatura del mismo,
 P presión de este aire interior, que será también la atmosférica,
 d densidad del líquido empleado a la temperatura t ,
 a distancia, contada en la vertical, desde un punto arbitrario tomado como cero, al nivel del líquido. Esta diferencia la supondremos contada de arriba a abajo,

o el cero en la parte superior, en C .

Agreguemos a estos datos los siguientes:

R y r radios de las ramas del tubo que supondremos cilindricas y sus ejes en posición vertical. La rama ^{de mayor} ~~de menor~~ radio, $\frac{R^2}{r^2}$, la llamaremos g ,
 α coeficiente de dilatación del aire,
 β coeficiente de dilatación lineal del vidrio del aparato,
 D densidad del mercurio

Con todos estos elementos el estado inicial y el aparato quedan perfectamente definidos.

Para otro estado del aparato, ya en funciones, sean:

Como datos de observación:

t' temperatura del aire interior,

a' distancia del cero de la escala en que se contó a al nivel del líquido en la rama abierta;

Como cantidades auxiliares, sean:

V' volumen del aire interior en este nuevo estado,

$v = V - V'$ ó $V' - V$ diferencia de volúmenes del aire en los dos estados, ó volumen del líquido que fluye de una rama a otra y representado por un cilindro cuya base es la sección de la rama abierta y cuya altura es la diferencia de nivel del líquido en esta misma rama para los dos estados ó situaciones,

P' presión del aire interior,

d' densidad del líquido a la temperatura t' .

Y representemos, finalmente, por

Π la presión atmosférica actual, que es lo que buscamos, ó constituye la incógnita del problema.

Para metodizar, y con ello simplificar, la resolución de este, consideremos separadamente los cuatro casos que en la práctica pueden presentarse, al comparar con los datos del estado inicial los de la observación en un momento cualquiera; pues al consultar este aparato y tomar nota de la situación del nivel del líquido en la rama abierta y de la temperatura del aire de la rama cerrada, que son los datos de observación directa que hay que registrar, podrá suceder: por una parte que el nivel del líquido esté más alto ó más bajo que el correspondiente al estado inicial; por otra, que en cada uno de estos extremos la temperatura del aire encerrado sea superior ó inferior a la perteneciente al propio estado inicial: en resumen, cuatro casos, que examinaremos sucesivamente.

Primero. — El nivel baja y la temperatura disminuye, es decir que $\begin{cases} a' > a \\ t' < t \end{cases}$

En este caso, si consideramos la línea de nivel MN , las presiones ejercidas en las capas de agua de las dos ramas, situadas en esta línea de nivel, serán iguales. La que se ejerce en la rama abierta es la atmosférica Π ; la que a esta equilibra en la rama cerrada es la suma de la

Segundo. — El nivel baja y la temperatura aumenta, es decir que $\begin{cases} a' > a \\ t' > t \end{cases}$.

En virtud de las mismas consideraciones del caso anterior, tendremos en primer lugar:

$$\Pi = P' + (a' - a + \frac{a' - a}{\rho}) \frac{d'}{D}$$

Para hallar P' , referido el volumen $V' = V - v$ a la temperatura t' , que será $\frac{V - v}{1 + \alpha(t' - t)}$, la ley de Mariotte nos dará:

$$V \times P = \frac{V - v}{1 + \alpha(t' - t)} \times P';$$

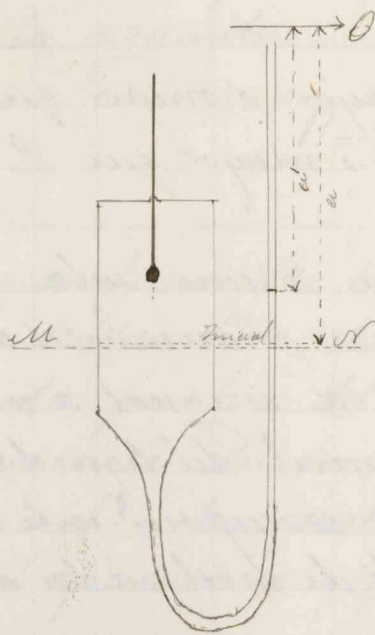
de donde

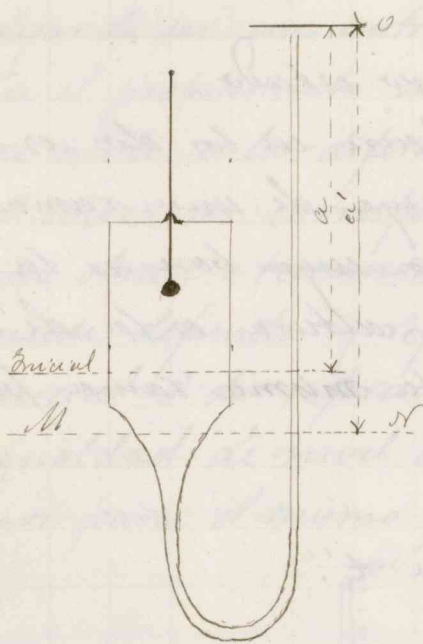
$$P' = \frac{V(1 + \alpha(t' - t))}{V - v} \times P$$

El coeficiente $\frac{V(1 + \alpha(t' - t))}{V - v}$ siempre será mayor que 1, y por consiguiente $P' > P$. Y no puede ser otra cosa, pues la presión interior tiene necesariamente que aumentar, tanto por la reducción de volumen del depósito de aire que implica el descenso del nivel de la rama abierta, cuanto por el aumento de temperatura.

Tercero. — El nivel sube y la temperatura baja, es sea, $\begin{cases} a' < a \\ t' < t \end{cases}$

Considerando la línea horizontal MN que corresponde al nivel del líquido en la rama cerrada, las capas de líquido en las dos ramas situadas en esta línea horizontal sufrirán presiones iguales. En la cerrada esta presión es la del aire interior P' , y en la abierta se compone de la atmosférica Π y la de una columna de líquido cuya altura es la diferencia de niveles en las dos ramas, altura representada





presión del aire interior, P' , más la de una columna de líquido cuya altura es la diferencia de niveles en las dos ramas que estará expresada por $a' - a + \frac{a' - a}{\rho}$. Reducidas todas estas presiones a milímetros de mercurio, tendremos esta primera relación:

$$\Pi = P' + (a' - a + \frac{a' - a}{\rho}) \frac{d'}{D}$$

Para hallar P' , presión del aire interior, observemos que los volúmenes V y $V' = V - v$, referidos a la misma temperatura t , serán V y $(V - v)(1 + \alpha(t - t'))$, y estarán relacionados con sus presiones correspondientes P y P' por la ley de Mariotte de esta manera:

$$V \times P = (V - v)(1 + \alpha(t - t')) \times P'$$

de donde

$$P' = \frac{V}{(V - v)(1 + \alpha(t - t'))} \times P ;$$

en cuya expresión de P' todo es conocido, pues v está representado en este caso por $\pi r^2(a' - a)$, o por $\pi(a' - a)r^2(1 + \beta(t - t'))^2$, si queremos llevar en cuenta la dilatación del vidrio y r es el radio de la rama abierta a la temperatura t .

El coeficiente o factor $\frac{V}{(V - v)(1 + \alpha(t - t'))}$ puede ser igual, mayor o menor que la unidad, pues, siendo $1 + \alpha(t - t') > 1$, el denominador puede ser igual mayor o menor que el numerador V . Por tanto P' será respectivamente igual, menor o mayor que P . Y así debe ser, en efecto, pues si el descenso de nivel en la rama abierta determina una contracción de volumen y aumento consiguiente de presión del aire interior, la baja termométrica implica una disminución de esta presión interior; según, pues, que estas acciones contrarias se equilibren, o predomine una u otra, así la presión interior no variará, aumentará o disminuirá.

Segundo. — El nivel baja y la temperatura aumenta, es decir que $\left\{ \begin{array}{l} a' > a \\ t' > t \end{array} \right.$

En virtud de las mismas consideraciones del caso anterior, tendremos en primer lugar:

$$\Pi = P' + (a' - a + \frac{a' - a}{g}) \frac{d'}{D}$$

Para hallar P' , referido el volumen $V' = V - v$ a la temperatura t , que será $\frac{V - v}{1 + \alpha(t' - t)}$, la ley de Mariotte nos dará:

$$V \times P = \frac{V - v}{1 + \alpha(t' - t)} \times P';$$

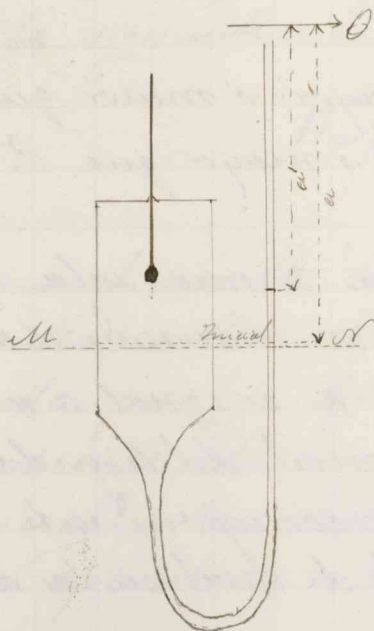
de donde

$$P' = \frac{V(1 + \alpha(t' - t))}{V - v} \times P$$

El coeficiente $\frac{V(1 + \alpha(t' - t))}{V - v}$ siempre será mayor que 1, y por consiguiente $P' > P$. Y no puede ser otra cosa, pues la presión interior tiene necesariamente que aumentar, tanto por la reducción de volumen del depósito de aire que implica el descenso del nivel de la rama abierta, cuanto por el aumento de temperatura.

Tercero. — El nivel sube y la temperatura baja, es sea, $\left\{ \begin{array}{l} a' < a \\ t' < t \end{array} \right.$

Considerando la línea horizontal MN que corresponde al nivel del líquido en la rama cerrada, las capas de líquido en las dos ramas situadas en esta línea horizontal sufrirán presiones iguales. En la cerrada esta presión es la del aire interior P' , y en la abierta se compone de la atmosférica Π y la de una columna de líquido cuya altura es la diferencia de niveles en las dos ramas, altura representada



por $a - a' + \frac{a - a'}{\rho}$. Tendremos, pues, esta primera relación:

$$\Pi = \rho' - \left(a - a' + \frac{a - a'}{\rho} \right) \frac{d'}{D}$$

Por consideraciones análogas a las hechas anteriormente, y teniendo en cuenta que en este caso, como en el siguiente, es $V' = V + v$, se obtendrá además:

$$V \times \rho = (V - v)(1 + \alpha(t - t')) \times \rho'$$

de donde

$$\rho' = \frac{V}{(V - v)(1 + \alpha(t - t'))} \times \rho$$

El factor $\frac{V}{(V - v)(1 + \alpha(t - t'))}$ siempre es < 1 , y por consiguiente $\rho' < \rho$; como fácilmente se infiere por la consideración de las condiciones del problema.

Cuarto. — El nivel sube y el termómetro también sube, es decir, que $\begin{cases} a' < a \\ t' > t \end{cases}$

En primer lugar tendremos, como en el caso anterior:

$$\Pi = \rho' - \left(a - a' + \frac{a - a'}{\rho} \right) \frac{d'}{D}$$

y además

$$V \times \rho = \frac{V + v}{1 + \alpha(t' - t)} \times \rho'$$

de donde

$$\rho' = \frac{V(1 + \alpha(t' - t))}{V + v} \times \rho$$

El factor $\frac{V(1 + \alpha(t' - t))}{V + v}$ podrá ser igual, mayor o menor que la unidad, y, por tanto, ρ' igual, menor o mayor que ρ .

Todas estas fórmulas pueden reducirse a una sola, aplicable a todos los casos y circunstancias, haciendo la convención siguiente. Supongamos que a es igual a cero, es decir que las diferentes posiciones del nivel del líquido en la rama abierta las referimos a la correspondiente al estado inicial o situación de igualdad de nivel en las dos

ramas; y, tomada esta posición por cero de la escala, consideremos como positivas las contadas hacia abajo, y como negativas las opuestas o contadas hacia arriba. Representando estas distancias del nivel correspondiente a una situación cualquiera al nivel primitivo tomado como inicial por h , y por m la constante $(1 + \frac{\alpha}{\beta}) \frac{d}{2}$, tendremos esta primera relación general:

$$\Pi = P' + mh.$$

La expresión de P' o tensión del aire interior se halla si reflexionando los volúmenes V y V' a una misma temperatura, para relacionarlos con sus presiones correspondientes por la ley de Mariotte, y observando que V' siempre se puede suponer expresada por $V - v = V - \pi r^2 h$, dando a h signo de la manera convenida. Preferidos, pues, V y V' a la temperatura 0° se obtendrá:

$$\frac{V}{1+\alpha t} \cdot P = \frac{V - \pi r^2 h}{1+\alpha t'} \cdot P'$$

de donde:

$$P' = V P \frac{1+\alpha t}{1+\alpha t'} \cdot \frac{1}{V - \pi r^2 h},$$

ó sea, efectuando la división $\frac{1+\alpha t}{1+\alpha t'}$:

$$P' = V P \frac{1+\alpha(t-t')}{V - \pi r^2 h}.$$

De modo que la fórmula general que resuelve el problema es la siguiente:

$$\Pi = V P \frac{1+\alpha(t-t')}{V - \pi r^2 h} + mh,$$

la cual nos da la presión atmosférica, Π , en función de la temperatura, t' , del aire interior y de la situación, definida por h , del nivel del líquido en la rama abierta, juntamente con los datos, V , P y t , característicos del estado inicial y las constantes generales α y π y las particulares del aparato r y m . Sería sencillo, facilitando así su

aplicación, tabular esta fórmula, para un aparato cualquiera, con relación a los argumentos $\underline{t'}$ y \underline{h} , siempre que conocieramos sus constantes y los elementos del estado inicial.

Si queremos hallar las variaciones simultáneas y correlativas de Π y h , suponiendo la temperatura constante; o las de h y \underline{t} , cuando la presión atmosférica Π permanece invariable, no habrá más que diferenciar la fórmula general. Para el primer caso, en el cual $\underline{t'} = \underline{t} = \text{constante}$, se tendrá:

$$d\Pi = \left(VP \frac{\pi r^2}{(V - \pi r^2 h)^2} + m \right) dh.$$

Si queremos el valor de $d\Pi$ para $h=0$, es decir, para los estados inmediatos al inicial, será:

$$d\Pi = \left(\frac{\rho \pi r^2}{V} + m \right) dh$$

Aplicando esta fórmula al ejemplo numérico de las páginas 13 y 14 en el cual suponíamos que $\rho = 707$ milímetros, $V = 1$ litro, $r = 5$ milímetros y $m = 0,075$ (pues $\rho = 100$ y $\frac{d}{D} = \frac{1}{12,5}$), obtendremos que a una variación de h representada por 10 milímetros, corresponde otra de Π de 1^{mm} , 30: resultado igual al que obtuvimos en las citadas páginas.

Las variaciones infinitamente pequeñas correlativas de h y $\underline{t'}$, cuando $\Pi = \text{constante}$, se hallarán de la misma manera, por diferenciación. La fórmula general en este caso en que Π es constante e igual a ρ se puede escribir así:

$$(\rho \pi r^2 + m \cdot V) h - \pi m r^2 h^2 + VP d(\underline{t'} - \underline{t}) = 0$$

y, diferenciando, será:

$$dh = - \frac{VP d\underline{t'}}{\rho \pi r^2 + mV - 2\pi m r^2 h}$$

Si queremos hallar la variación de h para $d\underline{t'} = 1^\circ$, en los estados inmediatos al inicial, o para $h=0$, obtendremos, en el caso

práctico considerado anteriormente:

$$dh = -19^{\text{mm}}, 88.$$

Es decir que, aumentando la temperatura 1° , el nivel sube $19^{\text{mm}}, 88$: resultado completamente de acuerdo con el obtenido en la página 17.

De todos estos resultados se infiere que, suponiendo que la temperatura se aprecia a la décima de grado, la determinación de la presión, con un aparato de la forma y dimensiones supuestas en los ejemplos anteriores, se hará con la aproximación de unas dos décimas de milímetro.

De modo que, como desde un principio dijimos, este aparato nunca puede ser mirado como un verdadero instrumento de precisión. Y por la misma razón no apuramos más el asunto estudiando los valores de dh correspondientes a los de dt y dt' en todo el curso de la escala y haciendo una discusión completa de las fórmulas, en las que, por otra parte, no temer extremado el rigorismo en la expresión de algunas de las cantidades que figuran en el problema: así, por ejemplo, para calcular con toda precisión el volumen V' deberá tenerse en cuenta la dilatación de la cubierta; también la cantidad $m = (1 + \frac{1}{\beta}) \frac{d}{2}$ se ha supuesto constante y realmente varía, pues d , densidad del líquido, es función de la temperatura; pero todos estos detalles ni, por su valor, alteran de una manera apreciable los resultados, ni, por su significación, afectan a la esencia de las fórmulas halladas.

Nada más, pues, del aparato como instrumento de medida, pues en tal concepto solo en manos hábiles y expertas daría algún resultado. Volvamos a considerarlo como sencillo baroscopio, y tratemos de ver qué partido podremos sacar de él manteniéndolo en esta su modesta y humilde esfera de simple indicador de las variaciones de la presión durante no muy largos intervalos.

El conocimiento, siquiera sea solamente aproximado, de las variaciones de la presión es un dato preciso, o, mejor dicho, preciso, para seguir la propagación de las grandes perturbaciones atmosféricas. Como este fenómeno

no está intimamente ligado con el problema de la prognosis del tiempo, si la resolución de este interesante problema podremos aplicar el termo-barómetro descrito. Trátemos de ver hasta dónde se puede llegar en tan intrincado asunto con tan pocos elementos.

No intentaremos seguir paso a paso la historia del problema de la prevision del tiempo: nos concretaremos a hacer cuatro indicaciones generales sobre los fundamentos de lo que hoy se practica con caracter científico, como antecedente preciso para hacer ver la importancia de las observaciones barométricas.

Cuando se comparan las presiones barométricas observadas en un momento dado en diferentes lugares de la tierra, eítase de ver inmediatamente que estas presiones, referidas por supuesto a una misma superficie de nivel, son muy distintas. Si, a fin de estudiar mejor las alturas barométricas, se trazan sobre un mapa, que represente una grande extensión de la superficie de la tierra, las líneas que unen los lugares en que estas alturas barométricas son iguales, observaremos que estas líneas, llamadas isobáricas, son en general curvas sensiblemente circulares o elípticas concéntricas, y que las presiones, o bien disminuyen más o menos rápidamente del exterior hacia el centro, donde se observa una muy baja y menor que las demás, o bien aumentan más o menos pausadamente hasta adquirir en el centro un valor excesivamente alto y mayor que todos. De modo que la superficie de la tierra, por lo que a la presión barométrica se refiere, se divide o distribuye en áreas o regiones que presentan una de estos caracteres. El estado atmosférico de una zona o región en la que las presiones del aire disminuyen del exterior al centro y son casi siempre inferiores a la media, se designa con los nombres de depression barométrica o atmosférica, area de bajas presiones (termino empleado principalmente por los meteorólogos americanos), y tambien ciclón, aunque este nom-

bre se aplica más bien á tempestades de caracteres especiales y no está admitido universalmente como término general; y el estado contrario, de presiones fuertes, se dice area de altas presiones y más comunmente anticiclón.

Estos dos estados atmosféricos no solo están caracterizados por la indicada distribución de las presiones sino que presentan cada uno otros varios fenómenos meteorológicos peculiares y propios que completan su definición.

Cualquiera que sea la extensión de una depresión atmosférica, la masa de aire que forma parte de ella está siempre animada de un movimiento de rotación, más ó menos rápido, alrededor de un eje que pasa por el punto á que corresponde el minimum barométrico. En nuestro hemisferio este movimiento de rotación se efectúa en sentido inverso del movimiento de las agujas de un reloj, es decir, del oeste hacia el sur, luego al este y por fin al norte para volver al oeste y continuar hasta que la perturbación desaparezca. Este movimiento no es propiamente circular, sino que predomina en él la componente centrípeta, y el aire se mueve en espiral dirigiéndose hacia adentro. En su consecuencia, establece en las depresiones vientos más ó menos fuertes, de dirección distinta en los diferentes puntos de la zona á que afectan, pero perfectamente definida en cada uno de ellos según el lugar que este ocupa con relación al centro de la depresión. Acompaña también á las depresiones, en su tránsito meridional, un temporal revuelto, lluvioso y de temperatura elevada, lo que llamamos ordinariamente mal tiempo: estas manifestaciones meteorológicas varían con la época del año y con las regiones en que se desarrolla el fenómeno.

Los anticiclones presentan los fenómenos contrarios: la circulación del viento es centrifuga, el aire se conserva tranquilo y seco; el cielo se presenta despejado; y el termómetro desciende.

Hay otro hecho importantísimo, capital para las apli-

caciones, que se revela al comparar la situación general atmosférica correspondiente a momentos sucesivos del tiempo, y es el de que las depresiones se trasladan sobre la superficie de la tierra arrastrando en su torbellino toda la serie de meteoros indicados. Casi puede decirse otro tanto de los anticiclones, si bien en estos la calma y la inmovilidad son circunstancias muy salientes.

En virtud de esto, se comprende que las condiciones climatológicas de un país varíaran considerablemente según se halle bajo de la influencia de uno u otro de estos regímenes, y que el temporal reinante dependerá de la posición que el lugar ocupe con relación a los centros de máximas o mínimas presiones.

Y este es el fundamento de la previsión del tiempo, tal como se practica en los centros científicos destinados a este objeto. Conocida la situación atmosférica en un momento dado, inducense por las leyes que rigen esos movimientos tanto interiores como generales de las depresiones y anticiclones y por lo que la experiencia personal hace prever sobre estos mismos movimientos, la situación que es de esperar en los momentos inmediatos sucesivos; de la situación de hoy infiere la de mañana, aunque con la incertidumbre que el conocimiento incompleto de la propagación de las perturbaciones atmosféricas lleva irremediablemente consigo.

El medio de conseguir esto, de informarse pronto de la situación general atmosférica y de comunicar a los interesados en conocerla la que es de esperar en corto plazo, es el telégrafo: por medio de este se descubre primero la presencia de la tempestad en región apartada y se avisa después a todos los lugares que se vejan a ser alcanzados por ella en su traslación sobre el haz de la tierra.

Como se ve, el método tiene más de empírico que de racional, en la acepción lógica de estas palabras; pues no hay ciencia Meteorológica que prediga la forma

cion de una depresion y determine previamente todas las fases sucesivas de su existencia hasta desarrollarse. Como que no se conocen las circunstancias determinantes de la formacion de estas depresiones, y su origen esta todavia envuelto en densas sombras que la inteligencia humana se esfuerza, inutilmente hasta ahora, en develar; ni tampoco podemos asegurar el camino que llevara la tempestad que como por encanto se nos manifiesta en determinada region, pues la ciencia no le señala ruta y la experiencia no se la define sino dentro de muy amplios ^{e inciertos} limites; ni es raro el caso en que aquella se desarrolle inesperadamente, o se desdoble tomando cada derivada distinto derrotero. Por la misma razon, los pronosticos cientificos del tiempo no se dan sino como probables, que viene a ser la forma moderna de traer la salvedad que envolvera la antigua frase: "Dios sobre todo", de rigor en todo Almanaque.

Ademas de la nota de incertidumbre, llevan tambien estos pronosticos la de vaguedad. u decir que el anuncio de tiempo probable se refiere al caracter general de este tiempo, sin descender a detalles y particularidades: ni es posible hacer mas.

En efecto, aunque aquellos movimientos gigantescos de la atmosfera sean una causa muy principal de los cambios de tiempo; aunque las depresiones y anticiclones, al trasladarse en la superficie de la tierra, determinan en ella ya un cielo despejado y esplendido, ya lluvias torrenciales, la calma o la tempestad, calor o frio, es lo cierto que el temporal reinante en una region determinada no solo dependera de su situacion respecto de estos centros de altas y bajas presiones, sino tambien del estado atmosferico derivado inmediatamente de la posicion geografica, relieve topografico, suelo y otras muchas circunstancias propias de la region; de las condiciones meteorologicas naturales de esta, en una palabra. — El tiempo, resul-

tado final de aquellas influencias exteriores y de estas condiciones naturales, y todas originarias de una misma causa primera, dependerá de la acción combinada de estos dos factores. Si se trata de una depresión fuerte y energética, claro está que todos los lugares que unan- tre a su paso tendrán el tiempo que esta lleve consigo; su influencia predominará sobre todas. Pero no siempre sucede esto; hay muchas depresiones cuya intensidad no es bastante á sobreponerse á toda otra acción meteorológica: y casos hay, tal vez tantos que bien podrían considerarse como la regla general y no como la excepción, en que la influencia de la situación general atmosférica es nula, porque esta ni es del tipo ciclónico ni del anticiclónico, sino una situación intermedia ó de transición, de presiones uniformes y poco desviadas de la media, y sin caracteres meteorológicos salientes y notables. En todos estos casos, el factor principal, y casi único, del tiempo son las condiciones meteorológicas propias ó peculiares de la localidad, que pueden variar bastante de un lugar á otro dentro de una misma región física, y para cada localidad poco menos que sin orden ni concierto de un día para otro, pues hay climas casi indefinibles.

Otra circunstancia desfavorable para la utilización de los pronósticos del tiempo es la poca antelación con que se hacen: hoy no hay quien prediga el tiempo para un plazo que pase de 24 horas. Y no depende esto precisamente de la falta de comunicaciones con regiones apartadas, de donde con tiempo podríamos tomar noticia de las depresiones que nos amenazarán, sino del desconocimiento del origen y ruta de estas depresiones.

A pesar de todo lo dicho; aun cuando los pronósticos del tiempo se hacen no sean más que probables, formulados con alguna vaguedad, y anunciados con poca antelación, no podemos decir que sean inútiles;

ni mucho menos que consideremos infructuosos los trabajos efectuados con tal fin en los centros a este destinados: muy al contrario, son provechosos los primeros, y necesarios los últimos.

Así, por ejemplo, para las necesidades del comercio suele ser suficiente este conocimiento del carácter general del tiempo; y además lo utilizan mejor los internados porque están reunidos en las grandes ciudades o cuando menos en relaciones directas y continuas con estas y en situación por tanto más ventajosa para conocer dichas predicciones generales. En cambio los agricultores, y el público en general, se benefician poco de las ventajas de tales servicios, aunque sean los intereses agrícolas los primeros que se invocan cuando de estos asuntos de pronóstico del tiempo se trata.

Ni es posible desde un centro único satisfacer por completo las necesidades de la clase agrícola en este concepto del tiempo por venir. Si el comerciante puede utilizar un pronóstico en el que le den las líneas generales del tiempo en extensa región y esto con 24 horas solamente de antelación, estos datos son de muy poca o nula utilidad para el agricultor. Hay una diferencia esencial entre el comercio y la agricultura no solo por la diferente extensión del campo u horizonte en que realizan sus operaciones, vasta y casi sin límites, pues abarca el mundo entero, la de aquel, estrecha y reducida, sin más allá que lo que la vista natural alcanza, ^{la} de la segunda, sino también por el carácter de estas operaciones, apremiantes y perentorias las agrícolas, y diferibles y aplazables las comerciales. Al comerciante tal vez le interese conocer el carácter general del tiempo en dilatada región; al agricultor no le interesa verdaderamente sino el tiempo que va a reinar en su horizonte, en su terreno, pero necesita conocerlo no en sus rasgos generales sino en sus menores detalles. El pronóstico "tiempo previsto en tal región"

puede ser un dato de interés para el comerciante, que le decida, con ventaja para sus intereses, a suspender una orden de compra o venta, o de embarque de generos, o a tomar otra determinacion cualquiera sobre sus negocios; pero un pronostico así, tan general, no tiene aplicacion ni importancia para el labrador. Para este todo lo que no sea precisar el momento y lugar en que se cumplirá el fenómeno, y las circunstancias de este, es de muy poco valor. Dentro de lo que llamamos tiempo lluvioso hay muchos pormenores que importa conocer: puede llover mucho en ciertos lugares de la region para la que para la que se ha hecho el pronostico y en otros, acaso inmediatos, nada o poco más de nada; puede la lluvia ser fuerte o ligera, tranquila o aturbonada, de corta duracion o continuada y sostenida durante dias: todos estos detalles son del mayor interés para el agricultor.

El problema no admite o tiene hoy por hoy una solucion tan detallada y completa como esta; pero si se trata de intentar el buscarla, dado caso que se halle al alcance de la inteligencia humana, no hay otro camino que el registro metódico y ordenado del mayor numero posible de observaciones y la discusion paciente de estos datos en las Oficinas o Establecimientos centrales: de aqui la necesidad de estos Establecimientos o Centros Meteorológicos; pero, bien entendido, mas como Establecimientos de estudio que de aplicacion, en el momento y estado actual de nuestros centros meteorológicos: tal es, por lo menos, nuestra humilde opinion.

Si, como deciamos antes, el tiempo reinante en una localidad no solo depende de la accion del regimen atmosférico bajo de cuya influencia se halla dicha localidad, sino tambien de las condiciones climatológicas peculiares de la misma, para pronosticar el tiempo local se necesita, ademas de conocer la situacion general atmosférica en una gran extension alrededor de la localidad para la cual se quiere hacer el pronostico, seguir en esta con la

mayor atención la marcha de los principales instrumentos meteorológicos y tener un conocimiento muy completo del clima de la localidad, principalmente de sus rasgos característicos, de lo que podríamos llamar sus generalidades. Con tales elementos, si no se llega a la deseada solución detallada y completa, algo se puede hacer de utilidad y provecho en esta aplicación de la Meteorología a la prognosis del tiempo.

Para este objeto, la información de la situación general atmosférica por los Observatorios Meteorológicos se puede y debe considerar como un servicio público de reconocida utilidad. Lo sensible es que esta información no puede alcanzarse con oportunidad a todo el país, por deficiencia en las comunicaciones.

Y cuando tal conocimiento de la situación general falta, no hay más remedio que concretarse a la pura observación local y ver lo que de esta bienamente puede inferirse.

Aunque en esta observación local y aislada se nos revelan como fundidas en una sola acción la influencia del régimen atmosférico dominante y la de las circunstancias locales, no es tal el desconocimiento de la manera especial de obrar de cada una de estas acciones componentes que no podamos distinguir de algún modo los efectos de una y otra, y de ellos inducir la importancia y trascendencia de las causas productoras de los mismos.

El barómetro y la veleta son los instrumentos que más inmediatamente y de una manera más regular se afectan por las grandes perturbaciones atmosféricas; de tal modo que la observación atenta de las variaciones de la presión y de las corrientes generales de la atmósfera en una localidad puede suministrar datos suficientes para evidenciar la presencia de una depresión y la posición que aquella ocupa respecto del centro de esta, supliendo hasta cierto punto la observa-

ción simultánea del barómetro en muchos lugares de la región. Ya dijimos, en efecto, que en las áreas bajas previene la dirección del viento en cada punto de estas queda definida y determinada por la posición que el lugar ocupa respecto del centro de la depresión, en virtud de la ley llamada de Buys-Ballot que se formula así: colocado el observador de espaldas al viento, las presiones altas quedan a su derecha y un poco hacia atrás, y las bajas, a la izquierda y un poco hacia adelante (hemisferio boreal). De modo que el barómetro señala la presencia de la depresión y la revela la situación de su centro y el camino que sigue en su traslación.

Inferida así la situación general y conocida por la observación de los demás instrumentos meteorológicos y por la experiencia las condiciones climatológicas peculiares de la localidad, tenemos todos los elementos necesarios para formar un juicio bastante cabal y acertado del tiempo actual y por venir.

Pero todavía puede presentarse el problema en condiciones más desventajosas. Las vicisitudes atmosféricas afectan verdaderamente a todo el mundo, al que no por sus intereses comerciales, agrícolas o industriales por lo que su delicado organismo se impresionara, de modo que no debe excluirse el caso de pretender conocer los cambios de tiempo sin disponer del material científico apropiado, ni medios siquiera para adquirirlo.

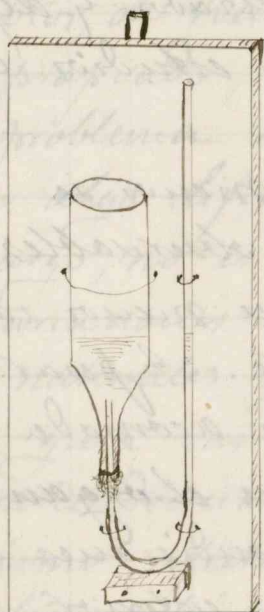
El problema en estas condiciones tiene una solución algo difícil y necesariamente incompleta. Sin embargo, no es esto decir que no se pueda hacer nada. Las variaciones atmosféricas se revelan por muchos efectos naturales que, observados atentamente, pueden ser una guía casi segura para apreciar la importancia y trascendencia de aquellas. Dijéndonos en nuestro organismo, afectarse este por las variaciones de los elementos climatológicos, aunque no todos obran con la mis-

ma intensidad ni determinan sensaciones igualmente apreciadas e inmediatamente perceptibles. Nos agobia y muere el calor; entumescen nuestros miembros el frío; nos place la suavidad de un aire húmedo; nos molesta y irrita la aspereza de un aire seco: el calor, la humedad, el viento, y no hay que decir el aspecto variable del cielo, todo produce en nosotros sensaciones especiales y características. Otros muchos fenómenos naturales de observación fácil y diaria y que obedecen también a influencias atmosféricas nos presentan los vegetales y animales en su vida y desarrollo. Esta observación continua de los meteoros y de sus efectos inmediatos sobre la naturaleza toda, es fuente y base de un conocimiento completamente empírico y rutinario, y verdad, pero a veces tan completo por la riqueza de hechos que comprende y abstrae, que la ley de sucesión de estos se manifiesta sencilla y espontáneamente y se traduce o formula en algún dicho o refrán que es admitido como verdad incuestionable y que, efectivamente, la experiencia confirma plena e incesantemente. No es otro el origen de esa Meteorología popular o mejor dicho vulgar propia de la gente de mar y tierra que para su vida a cielo descubierta; Meteorología que, sin tener carácter científico y plagada como esta de errores preocupaciones y alguna que otra extraña fábula, contiene sin embargo una riqueza de hechos que bien analizados y depurados pueden ser de gran provecho en los estudios científicos de estos asuntos.

De los elementos atmosféricos el que menos se manifiesta por hechos naturales fácilmente observables y al alcance del vulgo, y por lo mismo del que menos idea tiene este, es la presión o peso del aire. A pesar de la aparente facilidad con que el hombre se acomoda a muy diversas posiciones, es lo cierto que el organismo humano algo sufre al cambiar sus condiciones de equilibrio por la oscilación de la presión exterior. Pero

no es menor cierto que otro cambio de presión no produce una sensación inmediatamente apreciable y perfectamente definida, como lo son la de calor, la de humedad, etc. Si alguna vez se habla de tiempo parado, refiérase esta expresión más bien al estado eléctrico, ó acaso al higrométrico, que al estado de presión atmosférica.

Para conocer la presión y seguir sus variaciones no hay otro medio que el empleo del barómetro, de una ú otra forma: y por su sencillez y economía, si se trata de popularizar este instrumento, ninguno más apropiado que el termo-barómetro descrito. Ni la dificultad en su adquisición puede ser un obstáculo para ^{su} empleo y propagación, pues bien sencillo es construirse por propia mano. Con disponer de una botella de medio á un litro de capacidad y de un tubo estrecho de cristal de medio metro ó poco más de largo se tiene elemento bastante para su construcción. Para ello se dobla el tubo dos veces en ángulo recto a la lámpara y se introduce una de las ramas, la más corta, en el cuello de la botella; se forma con tubo y botella un solo cuerpo por medio de un mastice cualquiera, cuyas veces puede hacer la cera, si no hay otra cosa á mano, y se monta el conjunto de modo que quede la botella invertida, como indica la figura adjunta. Así lo hemos realizado nosotros y funciona perfectamente.



El líquido empleado en este aparato es comúnmente el agua, que puede colorearse para hacerla más visible; pero si se trata de una localidad, que las hay en España, donde no es raro encontrarse el agua congelada dentro de las habitaciones, entonces habrá que sustituir el agua por otro líquido li-

gero, como esta, y de punto de solidificacion mas bajo; tal como la glicerina, por ejemplo. Y este tendrá que ser, u otro análogo, no solo por su poca elasticidad y baja temperatura de solidificacion sino tambien por su fijera o dificultad en vaporarse, el liquido que se empleará cuando, de la manera que ya dijimos, se intente medir con este aparato la presión absoluta. Para su uso como verdadero barómetro no puede emplearse el agua, pues el vapor de esta que con el aire se mezcla en la misma cerrada alteraria algo su teoria, y la pérdida de agua por evaporacion seria difícil llevarla rigurosamente en cuenta.

Sea el agua sea la glicerina el liquido empleado, el uso del aparato no ofrece dificultad alguna despues de lo dicho sobre su teoria. Instalado en habitacion donde la temperatura tenga pequena variacion, observese todos los dias hacia las 9 horas de la mañana y comparese la observacion de cada dia con la del precedente. Mientras no se note una disminucion notable de la presión atmosférica de un dia para otro, basta y sobra una observacion diaria; pero si el descenso barométrico, ascenso en nuestro aparato, se acentua, conviene repetir la observacion varias veces en el curso del dia y seguir por momentos las variaciones de la presión. Asi cuando este descenso barométrico sera indicio casi seguro de hallarse la localidad bajo la influencia de una depression, no deberá el observador precipitarse en hacer pronosticos sobre la importancia de esta, ni sobre el trastorno que en el tiempo restante en la localidad determinará. El dato barométrico es necesario para prever el temporal que amenazara, pero no suficiente; se necesita tambien tener muy en cuenta los demas elementos meteorologicos, principalmente el viento y el aspecto del cielo; y respecto del viento no deberá atenderse exclusivamente el observador a las indicaciones

de la veleta, sino más bien a las de las nubes y ce-
 lestis, cuyos movimientos nos revelarían las verdade-
 ras corrientes generales de la atmósfera, dato im-
 portantisimo, segun dijimos. Y aun con todos estos
 datos, si a ellos no se agregan algunos conocimientos
 científicos y una gran experiencia y consumida prác-
 tica en estos asuntos, y hasta cierta perspicacia o ta-
 lento natural para los mismos, no sera grande la pro-
 babilidad de acierto. De tal manera se necesita a-
 gregar a los datos que la observacion suministra,
 un gran conocimiento especial de los caracteres del
 problema en cada localidad, que no hay propiamente
 reglas generales para su resolucian. En cada loca-
 lidad hay que estudiarlo particularmente, y el ob-
 servador que consiga ver coronado por el éxito sus
 ratificios sobre el tiempo en determinado hori-
 zonte, hallase desorientado e indeciso en cuanto pa-
 sa a otro, nuevo para él, y trata de resolver el mis-
 mo problema.

Es indudable que el que por sus conocimientos cien-
 tíficos tenga alguna idea de la constitucian y propa-
 gacion sobre la superficie de la tierra de las grandes
 perturbaciones atmosféricas y pueda hacer una a-
 preciacon racional de los datos de la observacion, lle-
 vará inmensa ventaja al que por su falta de educa-
 cion científica ni posea aquellas nociones de me-
 teorologia general, ni vea en las indicaciones de los
 aparatos más que un mero signo de efectos y fenó-
 menos que solo le interesan por lo que materialmente
 le favorecen o perjudican. Pero no debe exagerar-
 se esta sencilla consideracion hasta el punto de su-
 poner un contrasentido o un desproposito el que la
 gente del campo haga uso de un aparato científico
 cuya teoria desconozca por completo. Un instru-
 mento de construccion y montura sencilla, de ma-
 nejo facil y cuyas indicaciones se pueden seguir

a la simple vista es de utilidad y provecho en manos de cualquier persona, por ignorante que esté de las fuerzas que el funcionamiento del aparato entran en juego y de las leyes a que estas fuerzas obedecen. La existencia de una estrecha relación de dependencia entre los cambios atmosféricos y las variaciones del nivel del líquido en la rama abierta del termobarómetro se presenta tan inmediatamente al observador, como hechos que repetidamente coexisten e invariablemente se suceden, que la descubre la inteligencia más oscura: no podrá la persona que carezca de instrucción científica desentrañar la naturaleza de esta dependencia o entace, será para la misma un misterio esta ordenada combinación de los fenómenos; pero esto no obsta para que llegue a descubrir y formule a su manera la ley de sucesión de estos; y esta ley, aunque completamente empírica, tiene la misma aplicación práctica que si se dedujera a priori. Cuantas veces la ciencia no va más allá! Lo sensible es que esta ley de sucesión no se descubre tan fácil e inmediatamente como fuera de desear, y mucho menos cuando se quiere especificar la multitud de hechos que se ofrecen en los cambios atmosféricos. El trastorno o perturbación atmosférica se revela de una manera indudable en los movimientos del líquido del aparato; pero de esto, al particularizar los caracteres de la perturbación, a precisar si habrá lluvia fuerte o ligera, nieve o granizo, brisa o huracán, hay gran distancia; distancia tan larga y tan llena de obstáculos que ni siquiera sabemos si es posible salvarla. Mas, atendiendo a lo humanamente factible y supliendo con la repetida práctica y la observación incansable la deficiencia o falta completa de conocimientos teóricos, algo se puede intentar sobre previsión del tiempo, algo que sea de provecho o resultado y que satisfaga la curiosidad natural de

la inteligencia humana

Además, la popularización de los aparatos científicos, reducidos a su mayor sencillez y dispuestos de modo que su manejo sea cómodo y su observación a la simple vista fácil, debe recomendarse eficazmente y procurarse por todos los medios posibles, no solo por los servicios inmediatos que a sus dueños pueda prestar, sino también por lo que contribuyen a la vulgarización de los conocimientos científicos y a mejorar, por consiguiente, la cultura general del país.

Entre los aparatos científicos ninguno más adecuado a estos fines que los meteorológicos. Funcionando estos por la acción directa de los elementos atmosféricos y estando sus indicaciones en relación inmediata con los meteoros, cuyas fases y evoluciones con tanto interés y curiosidad seguimos, y ofreciendo en general notable sencillez, tienen condiciones muy apropiadas para ser recibidos sin repugnancia ni recelo hasta por la gente ignorante, y es casi seguro que en cuanto por observación propia vea el aldeano más rudo la correlación que existe entre las indicaciones de dichos aparatos y los cambios de tiempo, en cuanto vea florar al termobarómetro (frase que estampamos por lo gráfica y con la que significan los adivineros el hecho de volverse el agua gota a gota por el extremo de la rama abierta, efecto de una fuerte baja barométrica), y a este florar seguir un trastorno general del tiempo reinante, no solo con aprecio sino hasta con cariño y para la palabra, "mirará" aquel al aparato que tales cosas le revela; y esta inesperada revelación será motivo bastante para despertar la curiosidad y tratar de ver si siempre sucede lo mismo, y para seguir con la mayor solicitud las altas y bajas del líquido en la rama abierta, para convertir, en fin, a nuestro campesino en un observador, que es la primera etapa del hom-

bre de ciencia.

Aunque no de la trascendencia de los barómetros, son en cambio de mucho mayor importancia local los datos termométricos ^{así como} ~~los~~ los psicrométricos y anemométricos. Formarían, pues, un interesante complemento del baroscopio descrito, otros aparatos de la similitud y baratura de este que fueran las veces de termoscopio e higroscopio, y que puedan realizarse fácilmente utilizando la dilatación de los cuerpos por el calor, el primero, y la propiedad que poseen muchas sustancias de alargarse con la humedad y acortarse con la sequía, el segundo. Con tales elementos y una veleta que inspire confianza, tendríamos una colección de aparatos de cierto carácter científico que, convenientemente instalados, constituirían una Estación Meteorológica popular o, si se quiere, vulgar, de indudable utilidad por la que podría servir para vigilar las vicitudes atmosféricas, y también como elemento de instrucción científica y, por tanto, de cultura y progreso.

Acaso esta popularización de la ciencia parece exagerada y desmedida al pretender dar entrada en sus dominios a personas de tan escasa instrucción como la gente de campo; y se consideren también torpes y vulgares e ineficaces los medios propuestos para conseguirla; pero perdonemos este afán immoderado de vulgarización y nuestra humilde y modesta manera de resolver el problema en gracia de nuestro constante anhelo de ver subir el nivel científico general de nuestro país, y de nuestro buen deseo de que los beneficios de la ciencia los disfrute tomando a su propia mano la humanidad entera.

Observatorio de Madrid Junio del 91.

Carlos Picute