

TRABAJOS ACADEMICOS

EL CLIMA DE BOGOTÁ

JULIO GARAVITO A.

Director del Observatorio Astronómico Nacional, de 1893 a 1919

GENERALIDADES

La ciudad de Bogotá se halla situada en una altiplanicie de la rama oriental de la Cordillera de los Andes, a 2.640 metros sobre el nivel del mar, a $4^{\circ}35'55''.2$ de latitud N. y a $4^{\text{h}}5^{\text{m}}37^{\text{s}}.5$ de longitud O., respecto de París (1). La cordillera, en el punto en donde se halla Bogotá, tiene la dirección sudoeste-noroeste y va desviándose al este a medida que avanza hacia el territorio de Venezuela. La región que se halla al lado oriental de los Andes es una inmensa llanura que se extiende hasta las costas del Brasil, del Uruguay y de La Plata.

Hacemos esta breve indicación porque para llegar al conocimiento de las causas que fijan el clima de un lugar, es necesario conocer no solamente los principios generales de la Meteorología, sino también las condiciones especiales en que aquél se halla, tanto geográficas como corográficas, las que influyen directamente en su climatología.

Hallar el clima de una región es llegar, por medio de observaciones meteorológicas, a un conocimiento más o menos perfecto de lo que hay de periódico en su temperatura, presión, humedad y dirección de los vientos y cantidad de lluvia. Encontrar la explicación de esos períodos hallando las causas particulares que los determinan, es el objeto de ese estudio.

La determinación de los períodos de los elementos climatéricos es tanto más aproximada cuanto mayor sea el número de observaciones comparables de que se han deducido, pues como las causas anormales que alteran la regularidad o periodicidad de los fenómenos meteorológicos no obran siempre en el mismo sentido, sus efectos, en los valores medios de las cantidades meteorológicas, tienden a compensarse y aminorarse cada vez más.

El sol es la única causa conocida de los fenómenos meteorológicos. La cantidad de calor que arroja sobre cada centímetro cuadrado de superficie terrestre colocada normalmente a los rayos solares, es de tres pequeñas calorías por minuto; por tanto, la energía que anualmente comunica el sol a la tierra es próximamente de 854×10^{21} kilográmetros (2), de la cual pierde ella una porción bastante considerable por radiación al espacio, y el resto lo aprovecha en la evaporación permanente del agua que riega los continentes y mantiene los ríos, en sostener la superfi-

cie de la tierra a una temperatura muy superior a la del espacio que la rodea y, en fin, en el desarrollo de la vida en sus diferentes manifestaciones. Se comprenderá, por tanto, cuál será la influencia de la acción solar sobre los movimientos atmosféricos.

La temperatura de un lugar en un instante dado depende de la distancia zenital del sol; es decir, de su ángulo horario y de su declinación. El ángulo horario tiene por período el día, y la declinación el año; la temperatura, por consiguiente, deberá tener esos mismos períodos, el diurno y el anual; y como todas las cantidades meteorológicas dependen de la temperatura, ellas quedarán también sometidas a dichos períodos.

En la zona intertropical la oblicuidad de los rayos solares, a una misma hora del día, varía muy poco con la declinación del sol; de ahí que la variación anual de la temperatura sea casi insensible en esa región, y ésta es la causa de que en ella no haya propiamente estaciones.

Es evidente que si la cantidad de calor solar recibida por la tierra durante un intervalo de tiempo determinado fuera constante, los períodos meteorológicos diurno y anual no tendrían porqué sufrir alteraciones; así, pues, los fenómenos perturbadores o anormales deben provenir de que el sol no arroja siempre la misma cantidad de calor. Desde hace algún tiempo se ha encontrado un período de once años y medio en la cantidad de manchas solares, cuya influencia en la temperatura media de los lugares de la tierra se ha hecho perceptible. Además, no todos los puntos de la superficie solar deben emitir la misma cantidad de calor, y es claro, como lo han hecho notar Zanger y Honoré, que la rotación solar debe ocasionar un nuevo período meteorológico. La Actinometría está llamada a dilucidar este asunto importantísimo para la Meteorología.

* * *

OBSERVACIONES METEOROLOGICAS

Los datos que para el estudio del clima de Bogotá hemos podido recoger de Caldas, de Boussingault, del Coronel D. Joaquín Acosta, del Sr. D. Indalecio Liévano y del Sr. D. José María González Benito, se refieren por lo general a cortas series separadas por largos intervalos de tiempo. La diversidad de los instrumentos empleados en esas diferentes épocas, la variedad en la manera como fueron instalados y la diferencia en las horas de observación, hacen casi imposible la comparación de estas series entre sí; razón por la cual nos serviremos úni-

(1) Las coordenadas actuales de la pilastra del antejo de pasos meridianos del Observatorio Astronómico Nacional de Bogotá, son:

$$\varphi = 4^{\circ}35'56''57 \quad \text{. . .} \quad l = 4^{\text{h}}56^{\text{m}}19^{\text{s}}42$$

al oeste de Greenwich.—N. de la D.

(2) Las más modernas determinaciones de la constante solar dan para este valor 1.94 pequeñas calorías, por centímetro cuadrado y por minuto de exposición.—N. de la D.

camente de las observaciones de 1893 a 1897, que hemos practicado personalmente.

La instalación de los instrumentos meteorológicos ha sido, para esta serie, la siguiente:

1º El psicrómetro, compuesto de dos termómetros, seco y húmedo, con un error índice de 0°3, y los termómetros de máxima (Negretti) y de mínima, se hallan instalados en una casilla de doble persiana colocada en la ventana norte del salón principal. La comunicación con el salón se halla siempre cerrada, excepto en los instantes en que se consultan los termómetros. El aire circula fácilmente en la casilla. Esta instalación ha sido la única aceptable, dadas las condiciones del edificio y del jardín anexo.

2º El barómetro (Fortin), con una escala que permite apreciar cuartos de diezmilímetros, se halla colocado en el salón principal a 4^m90 de altura sobre el piso del salón bajo.

3º El anemómetro es Robinson. La distancia del centro de los casquetes al eje de rotación es de 0^m117. Se halla colocado sobre la muralla de la azotea. En el cómputo del espacio recorrido por el viento hemos admitido, de acuerdo con la teoría del aparato, que la velocidad de los centros de los casquetes es el tercio de la del aire, lo cual es bastante aproximado.

4º La dirección del viento se observa por la reflexión de la veleta sobre un espejo horizontal en que se halla trazada la rosa de los vientos, espejo que sirve también para observar la dirección de los vientos superiores.

5º El pluviómetro usado es el totalizador de M. Herve Magon.

En los cuadros adjuntos están consignados los promedios mensuales de las observaciones meteorológicas practicadas en los años de 1893 a 1897 inclusive.

La disposición de los cuadros es la siguiente:

La primera columna vertical contiene los meses del año. En las siete siguientes, relativas a los datos del termómetro seco, se encuentran los promedios mensuales de las temperaturas a cada una de las horas indicadas en la parte superior de las columnas; y de la misma manera en las siete columnas referentes al termómetro húmedo. La 16ª columna contiene las indicaciones del termómetro de mínima. En las siete columnas siguientes se hallan los datos de la nebulosidad. En las otras siete, los correspondientes al espacio, en kilómetros, recorrido por el viento en intervalos de dos horas, como se indica en la parte superior del cuadro; excepto en la columna titulada *noche*, en la cual se halla el espacio recorrido por el viento desde las ocho de la noche hasta las ocho de la mañana del día siguiente. En las columnas tituladas *barómetro reducido* están consignados los datos del barómetro corregidos de capilaridad, temperatura y gravedad; y finalmente, en la última columna se halla la cantidad de lluvia en milímetros correspondiente a cada mes (1).

(1) No existe este cuadro entre los papeles que acompañan el trabajo original—N. de la D.

NOTAS—1ª Las temperaturas de los termómetros seco y húmedo, tales como se encuentran consignadas en los cuadros indicados, deberán ser aumentadas en 0°3, que es el error índice de ambos termómetros. En las curvas de temperatura, y en los cómputos de la humedad relativa y de la tensión del vapor acuoso, se ha hecho esta corrección.

2ª Se han omitido las indicaciones del termómetro de máxima (Negretti) por haberse hallado defectuoso dicho instrumento.

3ª Las indicaciones del barómetro no han sido corregidas del error índice, pues la falta de un catetómetro no nos ha permitido determinarlo con exactitud. La falta de esta corrección no afecta en nada la forma de las curvas barométricas, por ser una corrección constante; y este es el motivo de no habernos preocupado de ella.

Tales son los datos de que nos hemos servido para deducir las nociones preliminares concernientes al clima de Bogotá.

Se acostumbra a expresar las cantidades meteorológicas por series armónicas, pero esto debe hacerse cuando se tenga gran número de años por reducir. Con corto número de datos las amplitudes de las desigualdades y sus épocas quedan afectadas por los casos anormales, y esta es la razón de que nos hayamos ahorrado este trabajo y nos circunscribiremos al dibujo aproximado de las curvas meteorológicas. Dichas curvas dan suficiente idea de las condiciones generales del clima y sirven para conducirnos a la explicación de los hechos más importantes que lo caracterizan.

* * *

RESULTADOS

Temperatura — Variación diurna (Figura 1ª)

Las indicaciones del termómetro seco corregido de 0°30, y las del termómetro de mínima, nos dan, como promedio de los cinco años, 1893-1897, los siguientes resultados:

| HORAS | TEMPERATURA |
|--------------------------------------|-------------|
| 5 ^h 45 ^m a. m. | 9°39 |
| 8 ^h a. m. | 11°78 |
| 10 ^h a. m. | 14°32 |
| 12 ^h m. | 16°07 |
| 2 ^h p. m. | 16°47 |
| 4 ^h p. m. | 15°91 |
| 6 ^h p. m. | 14°45 |
| 8 ^h p. m. | 13°41 |
| 10 ^h p. m. | 12°24 |
| 12 ^h m. i. | 11°51 |
| 2 ^h a. m. | 10°56 |
| 4 ^h a. m. | 9°53 |

(interpoladas)

Las medias horarias que figuran en el cuadro anterior están corregidas del error índice de los termómetros. Las temperaturas durante la noche no han sido observadas directamente; pero notando la semejanza de la curva en el intervalo comprendido desde la mínima hasta las 8^h p. m., con las curvas completas de otros lugares pertenecientes a la zona

tórrida, hemos hecho las interpolaciones correspondientes para hallar las temperaturas a las 10 p. m., 12 m. i., 2 a. m. y 4 a. m. En la plancha sólo figura con rasgo lleno lo que corresponde a la observación directa, y puntuado lo que se ha obtenido por comparación. La temperatura media que resulta de todos estos datos es: $t^m = 12^{\circ}97$.

Si tomamos solamente los datos observados y llamamos a, b, c, d, f, g y h las temperaturas observadas a las 8 a. m., 10 a. m., 12 m., 2 p. m., 4 p. m. y 8 p. m., respectivamente, y m la mínima, obtendremos evidentemente un valor aproximado por la fórmula

$$(a) \quad t'_m = \frac{a + b + c + d + f + g + 3(h + m)}{12}$$

y hallamos para la temperatura media $13^{\circ}11$, es decir, un valor mayor en $0^{\circ}14$ a la obtenida con los datos anteriores. Ahora: es claro que debe ser mayor el resultado de (a) que la temperatura media, por razón de que dicha fórmula viene del área de una línea poligonal inscrita a la curva, y en consecuencia, en lo que corresponde a la parte convexa de la curva, el área de ésta debe ser mayor que la de la poligonal, y en lo que corresponde a la parte cóncava debe ser menor, pero el error en esta última debe ser superior a la de la primera, por razón a que las cuerdas en la parte convexa son muy cortas, mientras que en la cóncava es una muy larga. Veamos en efecto, lo que sucede en la temperatura de Río de Janeiro, para poner un ejemplo palpable. Para esta ciudad tenemos:

$$\begin{aligned} a &= 21^{\circ}91 \\ b &= 23^{\circ}14 & h &= 22^{\circ}45 \\ c &= 23^{\circ}65 & m &= 20^{\circ}64 \\ d &= 23^{\circ}54 & h + m &= 43^{\circ}09 \\ f &= 23^{\circ}30 \\ g &= 23^{\circ}16 \\ 3(h + m) &= 129^{\circ}27 \\ \hline &267^{\circ}97 & t'_m &= \frac{267^{\circ}97}{12} = 22^{\circ}33 \\ \text{Media efectiva: } & t_m & &= 22^{\circ}26 \\ \text{Diferencia: } & t'_m - t_m & &= 0^{\circ}07 \end{aligned}$$

La diferencia correspondiente a Bogotá es: $0^{\circ}14$, precisamente el doble de aquélla, y, por otra parte, la oscilación de la temperatura es también cerca del doble: por tanto, la temperatura media de Bogotá en los cinco años, 1893-1897, es: $12^{\circ}97$.

La temperatura diurna, como se ve por la curva, tiene su máximo pocos minutos antes de las dos de la tarde y su mínimo a las cinco y cuarenta y cinco minutos de la mañana. Los rasgos principales de esta curva se explican fácilmente con el auxilio de las leyes físicas de la radiación del calor.

Variación anual de la temperatura
(Figura 5ª)

Reduciendo las temperaturas medias mensuales por la fórmula (a) y corrigiéndolas de $0^{\circ}14$, halla-

mos para dichas temperaturas los valores siguientes:

| | |
|------------------|--------------------|
| Enero | 12 ^o 93 |
| Febrero | 13 ^o 02 |
| Marzo | 13 ^o 41 |
| Abril | 13 ^o 37 |
| Mayo | 13 ^o 40 |
| Junio | 12 ^o 92 |
| Julio | 12 ^o 50 |
| Agosto | 12 ^o 64 |
| Septiembre | 12 ^o 86 |
| Octubre | 12 ^o 93 |
| Noviembre | 12 ^o 97 |
| Diciembre | 12 ^o 83 |
| Media | 12 ^o 98 |

Para computar las anteriores medias mensuales correspondientes a los cinco años, 1893-1897, hemos procedido del modo siguiente:

1^o En los meses de Abril, Mayo, Junio, Julio, Agosto, Septiembre, Octubre, Noviembre y Diciembre que figuran en todos los cinco años, se ha tomado el promedio de las temperaturas a las 8 a. m. etc., sin más correcciones que las del error índice de los termómetros, y la de $0^{\circ}14$ correspondiente al error de la fórmula (a).

2^o Para hallar la temperatura media mensual de Enero, de la cual falta el dato correspondiente a 1893, y las de Febrero y Mayo que faltan en 1895, hemos hecho la interpolación siguiente:

Llamemos $m'_1, m''_1, m'''_1, \dots, m^{XI}_1$ las medias mensuales correspondientes a 1893; $m'_2, m''_2, \dots, m^{XII}_2$ las correspondientes a 1894, & $M'_1, M''_1, M'''_1, \dots, M^{XII}_1$ las medias completas mensuales correspondientes a los cinco años; $\mu'_1, \mu''_1, \dots, \mu^{XI}_1$ las correspondientes a los cuatro años 1894, 95, 96 y 97, y $\mu'_2, \mu''_2, \mu'''_2, \dots, \mu^{XII}_2$ las correspondientes a los cuatro años 1893, 94, 96 y 97. Esto supuesto, lo que tratamos de hallar son las cantidades M'_1, M''_1, M'''_1 correspondientes a Enero, Febrero y Marzo, que nos son desconocidas.

Llamemos de una manera general m una media mensual cualquiera de uno de los años 1893 ó 1895, correspondiente a uno de los meses en que faltaron datos; M la media correspondiente a los cinco años completos, y μ la correspondiente a los cuatro años que quedan al excluir de los cinco aquel a que pertenece la media mensual m . La media m tendrá uno de los índices 1 ó 3.

Tendremos, suponiendo que m sea correspondiente a 1893:

$$\begin{aligned} 5M &= m_1 + m_2 + m_3 + m_4 + m_5 \\ \text{y} \quad 4\mu &= m_2 + m_3 + m_4 + m_5 \\ \text{De donde:} \quad 5M &= m_1 + 4\mu \\ \text{O} \quad M &= \mu + \frac{m_1 - \mu}{5} \quad (1) \\ \text{Y} \quad \mu &= M + \frac{M - m_1}{4} \end{aligned}$$

$$\text{Por tanto: } m_1 - \mu = m_1 - M + \frac{m_1 - M}{4} \quad (2)$$

La fórmula (1) nos daría a M si conociéramos a m_1 ; pero esta media mensual es precisamente la que nos falta, y para suplirla calculamos por (2) todos los valores correspondientes a $m_1 - \mu$ en los meses en que no faltaron datos, y el promedio de dichos valores es el que hemos sustituido en la fórmula (1) para hallar a M'_1 , M''_1 y M''' así:

$$M'_1 = \mu'_1 + \frac{\sum_{i=XII} m^i_1 - \mu^i_1}{5 \times 9}$$

Por otra parte, las diferencias entre la M y las μ han sido tan pequeñas, que hemos prescindido de tal interpolación en lo que concierne a los otros datos meteorológicos.

La temperatura media diurna que nos resulta en esta interpolación es de 12°98, que sólo difiere en 0°01 de la que habíamos hallado.

Variación anual de la oscilación diurna de la temperatura
(Figura 6ª)

De los datos resulta lo siguiente:

| | |
|------------------|------|
| Enero | 8°22 |
| Febrero | 8°69 |
| Marzo | 7°38 |
| Abril | 6°40 |
| Mayo | 6°53 |
| Junio | 6°28 |
| Julio | 6°34 |
| Agosto | 6°29 |
| Septiembre | 7°52 |
| Octubre | 6°63 |
| Noviembre | 7°78 |
| Diciembre | 8°28 |
| Media | 7°11 |

La oscilación de 7°11 es bastante fuerte; sin embargo, ella debe ser aún mayor fuera de la población, por cuanto en las ciudades la aglomeración de gente eleva la temperatura y trata de hacerla constante. Asimismo, la temperatura media de 12°97 está influenciada por la población, influencia que puede alcanzar hasta 1°.

Psicrómetro — Variación diurna
(Figura 2ª)

Las medias bihorarias del termómetro seco y las del húmedo, prescindiendo de la interpolación indicada atrás, dan los siguientes resultados:

| HORAS | t | t' | f' | 0.4424(t-t') | f | H |
|----------|-------|-------|---------------------|--------------|------|--------|
| 8 a. m. | 11°81 | 10°37 | 9 ^{mm} 37 | 0.64 | 8.73 | — 84.7 |
| 10 a. m. | 14°33 | 11°51 | 10 ^{mm} 10 | 1.25 | 8.85 | — 72.9 |
| 12 m. | 16°04 | 12°24 | 10 ^{mm} 60 | 1.68 | 8.92 | — 65.8 |
| 2 p. m. | 16°41 | 12°59 | 10 ^{mm} 84 | 1.69 | 9.15 | — 66.0 |
| 4 p. m. | 15°88 | 15°50 | 10 ^{mm} 78 | 1.50 | 9.28 | — 69.3 |
| 6 p. m. | 14°45 | 12°09 | 10 ^{mm} 49 | 1.04 | 9.45 | — 77.3 |
| 8 p. m. | 13°40 | 11°54 | 10 ^{mm} 12 | 0.82 | 9.30 | — 81.4 |

La fórmula por medio de la cual hemos calculado la tensión del vapor acuoso es:

$$f = f' - 0.00079h (t - t')$$

(A. Angot, Instructions Météorologiques, 1891, página 50), en la cual f representa la tensión del vapor acuoso en la atmósfera, f' la tensión máxima a la temperatura t' del termómetro húmedo, h la presión barométrica en milímetros, y $t - t'$ la diferencia entre las indicaciones del termómetro seco y del húmedo. La humedad relativa H se calcula por la fórmula ordinaria. La humedad a las 5^h3/4 a. m., hora de la mínima temperatura, alcanza a 91.2. Calculando la humedad relativa media por la fórmula (a) se tiene, con alguna aproximación: $H_m = 79.5$.

Las horas de la máxima y mínima humedad corresponden muy sensiblemente a las horas de la mínima y máxima temperatura.

Variación anual
(Figura 8ª)

Con el fin de hallar la variación anual de la humedad relativa, hemos tomado la media diurna mensual, computando solamente los datos de las 8 a. m., 10 a. m., 12 m., 2 p. m., 4 p. m., 6 p. m. y 8 p. m., que han sido los de observación regular, sin contar con el valor de la humedad máxima, que se verifica a la hora de la mínima temperatura, próximamente. La media así obtenida resulta ser 77.7, es decir, 1.8 inferior a la media verdadera. Los valores así hallados han sido todos aumentados de este error. Así, pues, tenemos:

| MESES | HUMEDAD RELATIVA |
|------------------|------------------|
| Enero | 79.6 |
| Febrero | 77.5 |
| Marzo | 76.3 |
| Abril | 84.5 |
| Mayo | 81.4 |
| Junio | 78.5 |
| Julio | 77.3 |
| Agosto | 76.8 |
| Septiembre | 74.9 |
| Octubre | 83.3 |
| Noviembre | 83.8 |
| Diciembre | 80.2 |

Presión atmosférica — Variación diurna
(Figura 4ª)

Los datos de que nos hemos servido se refieren a los años 1894, 95 y 97. He aquí las medias horarias:

| HORAS | ALTURA BAROMETRICA |
|----------------------------|-----------------------|
| 8 ^h a. m. | 0 ^m 5610 |
| Máxima = 9 a. m. | 0 ^m 5612 |
| 10 a. m. | 0 ^m 5610 |
| 12 m. | 0 ^m 5602 |
| 2 p. m. | 0 ^m 5593 |
| Mínima = 4 p. m. | 0 ^m 5588 |
| 6 p. m. | 0 ^m 5593 |
| 8 p. m. | 0 ^m 5602 |
| Máxima nocturna = 10 p. m. | 0 ^m 5608 |
| Mínima nocturna = 3½ a. m. | 0 ^m 5594 |

La presión media es 0^m 5601, pero este valor está afectado, como se ha dicho, del error índice del barómetro.

Variación anual (Figura 9^a)

La presión media es próximamente igual al promedio entre la máxima y la mínima; sin embargo, es cerca de un décimo de diez-milímetro mayor que dicho promedio. Esto no tiene nada de raro y tiene explicación, aunque es algo compleja.

La presión media mensual la hemos calculado tomando el promedio entre la máxima, y la mínima agregándole un décimo de milímetro. Así obtenemos los siguientes valores como resultado de las observaciones:

| MESES | PRESION MEDIA |
|------------------|----------------------|
| Enero | 0 ^m 55995 |
| Febrero | 0 ^m 56020 |
| Marzo | 0 ^m 55980 |
| Abril | 0 ^m 55995 |
| Mayo | 0 ^m 56010 |
| Junio | 0 ^m 56035 |
| Julio | 0 ^m 56040 |
| Agosto | 0 ^m 56025 |
| Septiembre | 0 ^m 56020 |
| Octubre | 0 ^m 55980 |
| Noviembre | 0 ^m 55945 |
| Diciembre | 0 ^m 55950 |

Variación anual de la oscilación diurna del barómetro (Figura 10^a)

El barómetro tiene dos oscilaciones: la una diurna, que se podría llamar la oscilación dinámica; y la otra nocturna, que es la elástica. La oscilación diurna es mayor que la nocturna, y es a ésta a la que nos referimos. Tenemos:

| MESES | OSCILACION |
|------------------|------------|
| Enero | 2.5 |
| Febrero | 2.2 |
| Marzo | 2.3 |
| Abril | 2.6 |
| Mayo | 2.5 |
| Junio | 2.1 |
| Julio | 1.9 |
| Agosto | 2.5 |
| Septiembre | 2.7 |
| Octubre | 2.7 |
| Noviembre | 2.6 |
| Diciembre | 2.5 |

Velocidad del viento — Variación diurna (Figura 1^a)

| HORAS | VELOCIDAD POR SEGUNDO |
|----------------------------|-----------------------|
| 9 ^h a. m. | 0 ^m 98 |
| 11 ^h a. m. | 2 ^m 20 |
| 1 ^h p. m. | 2 ^m 58 |
| 3 ^h p. m. | 2 ^m 53 |
| 5 ^h p. m. | 2 ^m 07 |
| 7 ^h p. m. | 1 ^m 06 |
| 2 ^h a. m. | 0 ^m 34 |

Variación anual de la velocidad media diurna del viento (Figura 9^a)

| MESES | VELOCIDAD MEDIA |
|------------------|-------------------|
| Enero | 0 ^m 78 |
| Febrero | 0 ^m 72 |
| Marzo | 0 ^m 83 |
| Abril | 0 ^m 82 |
| Mayo | 0 ^m 98 |
| Junio | 1 ^m 42 |
| Julio | 1 ^m 82 |
| Agosto | 1 ^m 55 |
| Septiembre | 1 ^m 52 |
| Octubre | 1 ^m 06 |
| Noviembre | 1 ^m 08 |
| Diciembre | 0 ^m 78 |

Nebulosidad — Variación diurna (Figura 3^a)

| HORAS | NEBULOSIDAD |
|---------------|-------------|
| 8 a. m. | 6.39 |
| 10 a. m. | 7.00 |
| 12 m. | 7.81 |
| 2 p. m. | 7.63 |
| 4 p. m. | 7.40 |
| 6 p. m. | 7.45 |
| 8 p. m. | 6.00 |

Variación anual (Figura 6^a)

Para juzgar de los meses en que el cielo está más o menos cubierto, hemos tomado el promedio de los datos de las 8 a. m., 10 a. m., 12 m., 2 p. m. y 4, 6 y 8 p. m., correspondientes a cada uno de los meses del año. Cada valor en sí no representa la media diurna sino simplemente una cantidad que le es proporcional. Así obtenemos:

| MESES | NEBULOSIDAD |
|------------------|-------------|
| Enero | 5.91 |
| Febrero | 5.97 |
| Marzo | 7.05 |
| Abril | 7.77 |
| Mayo | 7.66 |
| Junio | 7.48 |
| Julio | 7.30 |
| Agosto | 7.15 |
| Septiembre | 6.68 |
| Octubre | 7.65 |
| Noviembre | 7.48 |
| Diciembre | 5.86 |

| Pluviómetro (Figura 5ª) | |
|----------------------------|----------|
| Enero | 100 mm 2 |
| Febrero | 45 mm 8 |
| Marzo | 76 mm 8 |
| Abril | 184 mm 8 |
| Mayo | 125 mm 5 |
| Junio | 32 mm 6 |
| Julio | 53 mm 3 |
| Agosto | 55 mm 0 |
| Septiembre | 44 mm 5 |
| Octubre | 159 mm 0 |
| Noviembre | 147 mm 8 |
| Diciembre | 97 mm 4 |

* * *

EXPLICACION DE LAS FIGURAS

Figura 1ª—En esta figura están comparadas las curvas de la temperatura y velocidad del viento a las diferentes horas del día. En la primera columna vertical marcada *T* están colocados los grados de temperatura, y la línea que penetra en esa columna se refiere a la temperatura; en la última columna marcada *V* están indicadas las velocidades del viento en metros por segundo, y la curva que penetra en esa columna es la del viento.

En la línea inferior están marcadas las diferentes horas del día, desde las 12 de la noche hasta las 12 de la noche del día siguiente.

En general, la curva o línea que penetra en la primera o última columna es la que se refiere a la letra inicial de la columna.

Ejemplo—La temperatura diurna a las 10 a. m. es de 14°3, y la velocidad media del viento a esa misma hora es 1m60.

Figura 2ª—En esta figura están representadas para su comparación la curva de temperatura diurna *T* y la de la humedad relativa *H*.

Ejemplo—La temperatura a las 10 a. m. es 14°3, y la humedad es 72,9.

Figura 3ª—En esta figura están comparadas la curva de temperatura diurna *T* y la de nebulosidad *N*.

Ejemplo—A las 10 a. m. la temperatura es de 14°3, y la nebulosidad de 7.

Figura 4ª—Esta figura representa solamente las presiones barométricas a las diferentes horas del día.

Ejemplo—La presión a las 8 a. m. es 0m5610, y a las 4 p. m. es 0m5588.

Figura 5ª—Se comparan en esta figura las temperaturas medias mensuales *T_m*, y la cantidad media mensual de lluvias, *Ll*. Las iniciales de los nombres de los meses están colocadas en la línea inferior.

Ejemplo—La temperatura media en el mes de Mayo es de 13°40, y la lluvia media es de 125 milímetros.

Figura 6ª—En esta figura están colocadas las curvas de las medias mensuales de oscilación diurna de temperatura 6°7, y la del grado de nebulosidad *N*.

Ejemplo—En el mes de Mayo la oscilación media de temperatura en el día es de 6°53, y la nebulosidad 7.66.

Figura 7ª—Se comparan en esta figura las curvas de las medias mensuales de temperatura mínima *TM* y de nebulosidad *N*.

Ejemplo—En el mes de Mayo la media mensual de la temperatura es de 12°98, y la nebulosidad 7.42.

Figura 8ª—Están colocadas en esta figura las medias mensuales de la humedad relativa *H* y de las lluvias *Ll*.

Figura 9ª—En esta figura están comparadas las curvas referentes a las medias mensuales de la presión barométrica *B* y la velocidad del viento.

Figura 10.—Están comparadas las medias mensuales de la oscilación barométrica diurna *OB* en milímetros, y las lluvias mensuales.

* * *

CONCLUSIONES—PARTE ELEMENTAL

I—Temperatura

1ª—*Variación diurna*.—La curva de la temperatura (Figura 1ª) presenta una máxima y una mínima. La máxima (16°50) se verifica a las dos de la tarde, próximamente, y la mínima (9°39) pocos minutos antes de la salida del sol. Esto está de acuerdo con las leyes físicas de la radiación del calor.

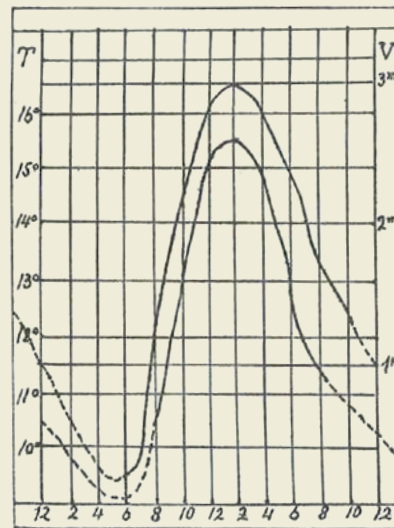


FIGURA 1.ª

Comparada esta curva con la de velocidad diurna del viento en la misma figura, se ve que la hora de máxima velocidad corresponde a la de máxima temperatura, y que, por consiguiente, los vientos ordinarios de nuestra región tienen por causa el exceso de temperatura que toma el aire en contacto con la cordillera respecto de la de la capa atmosférica del mismo nivel que se extiende a los lados de aquélla.

Este movimiento de renovación del aire es, por otra parte, la causa de que el mayor grado de nebulosidad corresponde también a dicha hora próximamente, como puede verse en la figura 3ª

Si se compara con la curva de la humedad relativa del aire (Figura 2ª), se notará que la hora de la mínima humedad coincide con la de máxima temperatura, lo que es explicable fácilmente.

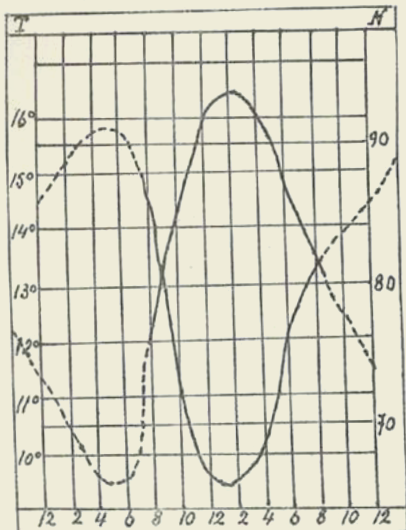


FIGURA 2.ª

2ª—Variación anual.—En la figura 5ª están representadas las temperaturas medias correspondientes a los diferentes meses del año. Esta curva presenta una mínima notable en el mes de Julio (12°5); hecho que parece paradójico por ser Bogotá un lugar del hemisferio boreal. Sin embargo, hemos encontrado una explicación satisfactoria de este fenómeno, que daremos al tratar de la velocidad anual del viento.

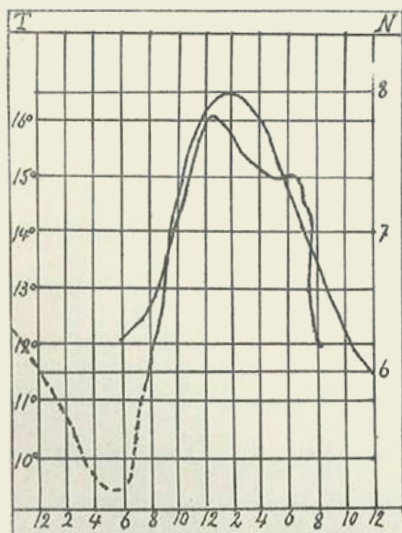


FIGURA 3.ª

Al comparar esta curva con la de lluvias (Figura 5ª), se percibe que los meses más lluviosos son también los más calurosos, hecho que contribuye a comprobar la teoría de nuestros períodos de lluvia, y que expondremos en otro lugar.

3ª—Variación anual.—Oscilación de la temperatura.—La figura 6ª representa las medias mensua-

les de la variación diurna de la temperatura, siendo de notarse en ella la máxima de Febrero (8°69). La analogía inversa de esta curva con la nebulosidad como se ve en la misma figura, es bien marcada: las máximas de la una corresponden a las mínimas de la otra, y recíprocamente. Esto se explica fácilmente por las leyes de la radiación del calor.

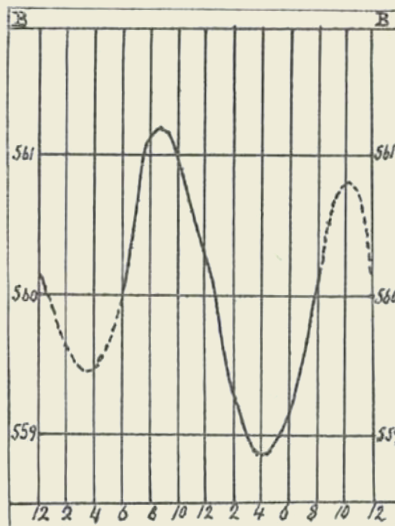


FIGURA 4.ª

4ª—Temperatura mínima.—En la figura 7ª están representadas las medias mensuales de las temperaturas mínimas diurnas. Su semejanza con la curva de nebulosidad es directa; es decir, cuanto más despejado está el cielo, tanto menor es la temperatura mínima. Así, los meses de Enero, Febrero, Septiembre y Diciembre, que son los más despejados del año, son también aquellos en que es más baja la temperatura mínima diurna.

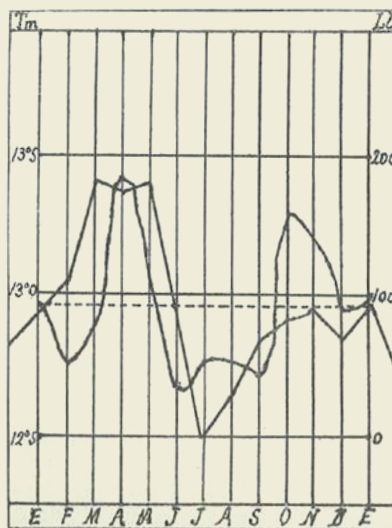


FIGURA 5.ª

En esos meses es muy peligrosa la helada de las plantaciones, por lo cual los agricultores de la Sabana deberán tener mayor cuidado en ello. La combustión de hogueras, encendidas desde las dos o tres

de la madrugada en las noches bien despejadas de aquellos meses, protegerá los plantíos. Como en el mes de Julio la temperatura media es bastante baja, deberá tenerse igual precaución en él.

II—Humedad relativa

1.—Variación diurna.—La curva de la humedad relativa diurna, que representa la figura 2ª, tiene una forma inversa a la de temperatura diurna, como lo hemos hecho notar.

2.—Variación anual.—La humedad relativa media en los diferentes meses del año (Figura 8ª), tienen dos máximas que se corresponden con las de la curva de lluvias, y dos mínimas en los meses de Marzo y Septiembre. Son de observarse los fuertes cambios de humedad en los transcurso de Marzo a Abril y de Septiembre a Octubre.

III—Presión

1.—Variación diurna.—(Figura 4ª).—La causa de la doble oscilación barométrica es perfectamente conocida; Koemz fue el primero que dio la explicación de ella, y hoy puede decirse que es un simple problema de Mecánica racional determinar la forma de la curva diurna del barómetro, conociendo la de temperatura. No hay por qué confundir esta oscilación con la de las mareas, cuya influencia en la presión atmosférica es insignificante, según lo ha demostrado Laplace.

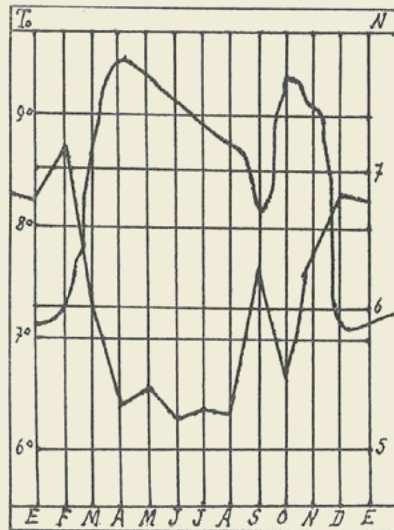


FIGURA 6.ª

Es notable en Bogotá la regularidad del barómetro; la mayor separación entre la presión barométrica en un instante dado, y la que le correspondería por la curva, apenas alcanza a dos milímetros. Así, pues, el barómetro, que en las zonas templadas es un precioso indicador de los cambios del tiempo, pues sus alteraciones alcanzan a cuarenta milímetros, aquí, por el contrario, no puede servir para tal objeto, a causa de su poquísimas alterabilidad.

2.—Variación anual.—La presión media (Figura 9ª) presenta dos máximas en el año (Febrero y Julio) y dos mínimas (Marzo y Noviembre). Entre

la mayor presión, en Julio (0^m56040) y la menor, en Noviembre (0^m55945), hay apenas una diferencia de noventa y cinco cienmilímetros (0.0095).

3.—Oscilación barométrica.—(Figura 10).—La curva anual de la oscilación diurna de la presión ofrece también dos máximas (Abril y Septiembre) y dos mínimas (Febrero y Julio). La oscilación en Septiembre llega a veinte y siete diez-milímetros, mientras que en Julio sólo alcanza a diez y nueve.

IV—Lluvias

Variación anual.—(Figuras 5ª y 8ª).—La curva que representa las lluvias mensuales es, como debe ser, muy semejante a la de la humedad relativa. (Figura 8ª).

En ellas se ve que hay dos épocas lluviosas en el año; la primera en Abril y Mayo, y la segunda en Octubre y Noviembre. Estas dos épocas, como lo hicimos notar atrás, corresponden a máximas en la curva de temperatura media (Figura 5ª), fenómeno aparentemente contradictorio, pero que en realidad confirma la teoría de estos dos períodos de lluvia, cuya explicación es como sigue:

En la zona tórrida el paralelo que recibe normalmente los rayos solares a medio día y que oscila con la declinación del sol entre 23º27' de latitud norte y 23º27' de latitud sur, debe ser el de mayor temperatura. Asimismo en la zona intertropical el aire más caldeado por el sol se halla en continuo ascenso y es reemplazado por el más frío que afluye de los hemisferios laterales, formando una faja que podría llamarse chimenea del globo—movible con el paralelo de mayor temperatura—al cual deberá acompañar incesantemente en su oscilación anual. Esta faja es también de lluvia permanente, porque el vapor de agua que contiene el aire se condensa hasta la saturación al ascender a las regiones elevadas de

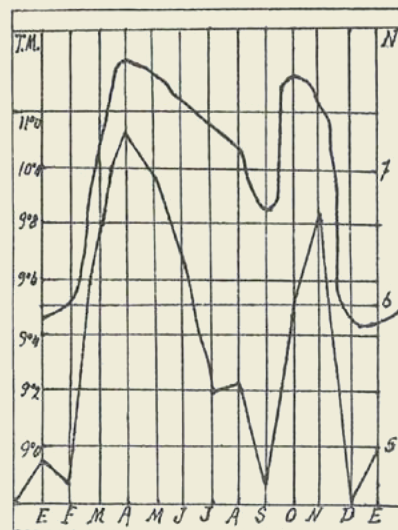


FIGURA 7.ª

la atmósfera por el enfriamiento que allí sufre (Report of the Chief Signal Officer, 1885, tomo II, página 226 y siguientes).

Ahora bien: como el sol pasa por el zenit de Bogotá dos veces en el año, una el 1º de Abril y otra el 11 de Septiembre, la zona de lluvia pasará también dos veces, y es la razón de nuestros dos períodos de lluvias: Abril, Mayo y Octubre y Noviembre.

Cabe observar:

1º Que si bien la primera época lluviosa coincide con el paso del sol por el zenit el 1º de Abril, no sucede lo propio en la segunda (Octubre y Noviembre), la cual se retarda cerca de un mes, respecto del paso del sol el 11 de Septiembre;

2º Que la primera estación es más corta que la segunda, la que se extiende en ocasiones hasta mediados de Diciembre; y

3º Que la segunda época presenta ordinariamente un intervalo seco de pocos días hacia la mitad de la estación, conocido vulgarmente con el nombre de "verano de San Martín", lo cual no acontece en la primera.

La siguiente explicación de estos hechos tiene su apoyo en la que daremos de los vientos al tratar de ellos.

La zona de lluvia, que es el condensador de la humedad de los vientos que afluyen de ambos hemisferios, cuando avanza hacia el norte está empujada por el alisio austral, que es el de mayor fuerza, por lo cual las dos corrientes ascendentes se estrechan y no presentan discontinuidad: así, esta zona será menos ancha en este paso que en el segundo, tendrá menos duración la estación lluviosa y no dará lugar a intervalo seco. Esto es lo que sucede en las lluvias de Abril y Mayo.

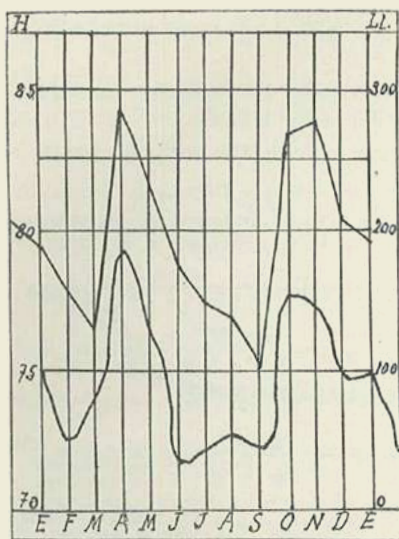


FIGURA 8.ª

Lo contrario acontece en la segunda oscilación de la zona, es decir, cuando se mueve de norte a sur, porque en tal caso se halla detenida por el alisio austral, que, como hemos dicho, es el de mayor velocidad. Este viento pasará del paralelo de mayor calificación, y no principiará su ascenso sino después de haber avanzado hacia el norte, no presentándole obstáculo el alisio boreal, el cual se mueve

con menor rapidez que la zona. De ahí que ésta se retarde en su marcha, se bifurque, se ensanche y consiguientemente dure más tiempo su paso y presente una época seca en su intermedio. Tal es lo que sucede en las lluvias de Octubre y Noviembre. A esto se añade el retardo que debe experimentar en calentarse la región a donde avanza el paralelo en la segunda oscilación a consecuencia del enfriamiento que ha sufrido bajo la influencia del alisio sur.

La anchura de la zona, la velocidad con que se transporta, y, en consecuencia, la mayor o menor duración de las épocas de lluvia, no puede ser rigurosamente la misma en sus diferentes pasos sobre esta región. Una alteración en la velocidad de los vientos, ocasionada por cualquier circunstancia anormal, puede producir modificaciones.

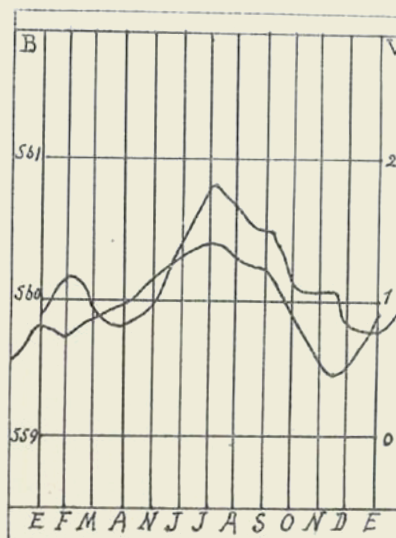


FIGURA 9.ª

V—Vientos

1.—Variación diurna.—(Figura 1ª).—Respecto de la variación diurna del viento hemos dicho, al tratar de la temperatura, que la hora de su velocidad máxima corresponde a la de máxima temperatura, y hemos dado allí la explicación de este hecho.

2.—Variación anual.—La figura 9ª representa la velocidad media diurna, por segundo, en cada uno de los meses del año. En ella se observa que en los meses de Junio, Julio, Agosto y Septiembre sopla un viento más fuerte que en los demás, siendo su máxima en Julio.

Los golpes del viento en dichos meses no son, en nuestro concepto, sino el alisio austral. Las razones que tenemos para juzgarlo así son las siguientes:

1ª—La dirección predominante del viento en esos meses es la sur;

2ª—El viento tiene más fuerza en la región austral que en la boreal, pues la extensión marítima es mayor en el hemisferio sur que en el norte, y, por consiguiente, encuentra menor resistencia en aquella que en ésta;

3ª—Bogotá está al sur de la zona de lluvia en aquellos meses, como se deduce de lo dicho al tratar

de las lluvias, y, por tanto, debe estar recibiendo el alisio austral;

4ª—El viento alisio austral no encuentra resistencia en la llanura del Brasil y puede llegar a nuestra Cordillera Oriental con velocidad suficientemente grande para distinguirlo de los vientos locales;

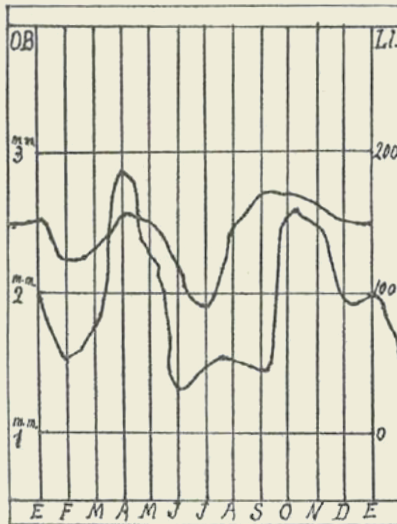


FIGURA 10.ª

5ª—El mes de máxima velocidad es el de Julio, en cuya época debe hallarse la zona a la mayor distancia norte de Bogotá, por lo cual recibirá el viento sur en la plenitud de su movimiento;

6ª—En el mes de Julio se experimenta una máxima en la presión media diurna que debe depender de la disminución de la velocidad del viento ocasionada por la resistencia que le opone nuestra cordillera;

7ª El mes de Julio corresponde a una mínima en la curva de temperatura, debiendo ser un mes caluroso. Esto se explica por el enfriamiento producido por el alisio sur procedente de la región que se halla en invierno en ese mes; y

8ª—El alisio boreal no puede producir los mismos efectos en esta región por hallarse retenido en la Cordillera de Venezuela.

En resumen, la dirección, la velocidad, la época en que sopla y los efectos que produce el viento en la presión y en la temperatura, concurren a comprobar nuestro aserto.

Para concluir con esta parte elemental destinada al público, diremos que la exposición que hemos hecho referente al clima de Bogotá, está fundada no sólo en los movimientos generales de la atmósfera, sino también en las circunstancias particulares del lugar, como es la posición geográfica y corográfica de la región en donde se halla; de consiguiente, ella es aplicable de un modo general a los demás puntos de la Cordillera Oriental que queden en situación análoga a la de Bogotá; pero en lo que se refiere a la Cordillera Central y la Occidental, puede haber diferencias notables que requieran, para su aplicación, la observación directa.

* * *

ESTUDIO DE LAS CAUSAS QUE DETERMINAN EN BOGOTA EL DESCENSO DE TEMPERATURA, EL AUMENTO DE PRESION Y LAS LLOVIZNAS EN LOS MESES DE JUNIO, JULIO Y AGOSTO

Es un hecho que está fuera de duda, que los vientos que nos llegan a Bogotá en Junio, Julio y Agosto no son otra cosa que el alisio sur, el cual se mueve en las grandes llanuras que se extienden al este y al sur de la rama oriental de nuestra cordillera.

Sea (Figura 11) *MM'* la llanura y *M'N* la falda de nuestra cordillera. Tracemos el plano horizontal *QN* y el vertical *QM*, normal este último a la dirección del viento; es evidente que una masa de aire atraviesa la sección *QM*, puesto que el viento alisio se percibe en la llanura; ahora bien: a la masa de aire que penetra en la sección *QM* deberá corresponder otra masa igual que debe salir por la sección *QN*; pues si bien es cierto que una parte puede salir por *RR'* faldeando horizontalmente la cordillera, otra parte deberá penetrar por el plano *PP'*.

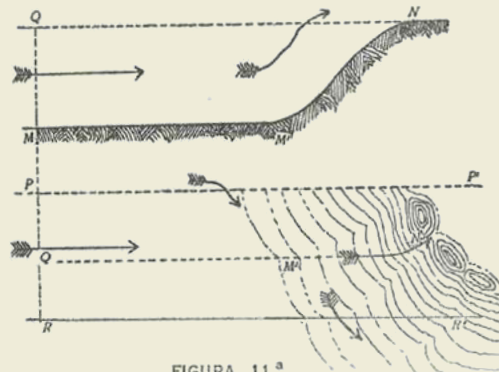


FIGURA 11.ª

Es claro, pues, que el aire que llega a la cúspide de la cordillera viene de una capa de nivel inferior *SS'* (Figura 12), la cual se encuentra guiada por la cordillera y está obligada a ascender.

La ecuación de la Hidrodinámica es:

$$(1) \quad \frac{1}{\rho} \partial p = \partial U - \left[(F + S'') \cos(ds, \partial s) + \frac{S'^2}{r} \cos(r, \partial s) \right] \partial S.$$

Apliquemos esta ecuación al movimiento de una masa de aire A , en el viento alisio de que tratamos, masa que llega a Bogotá después de algún tiempo, siguiendo la trayectoria $SAS'S''B$. Sea H la diferencia de nivel entre esa capa en la posición A antes de principiar el ascenso, y Bogotá en B . Sean θ_0 , P_0 y v_0 la temperatura absoluta, la presión y la velocidad de la masa A y en p y v las mismas cantidades referentes a la misma masa cuando llega a B .

Tendremos $\cos(ds, \partial s) = 1$ y $\cos(r, \partial s) = 0$. Por otra parte, como las variaciones diurnas del barómetro son muy pequeñas, podemos considerar a P independiente del tiempo y reemplazar la diferencial ∂ relativa a la posición, por la d referente al movimiento; tendremos, pues:

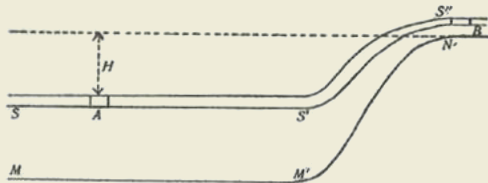


FIGURA 12.^a

$$\frac{1}{\rho} dp = -\frac{d^2s}{dt^2} dS + Xdx + Ydy + Zdz - FdS$$

Y llamando v la velocidad, tendremos:

$$\frac{d^2s}{dt^2} dS = \frac{ds}{dt} d\frac{ds}{dt} = vdv = d\frac{v^2}{2}$$

Y además $Xdx + Ydy + Zdz = -gdz$

Por tanto $\frac{1}{\rho} dp = -gdz - d\frac{v^2}{2} - FdS$ O aun $\frac{1}{g\rho} dp = -dz - d\frac{v^2}{2g} - \frac{F}{g} dS$.

Notando que ρg es el peso específico y por consiguiente $\frac{1}{\rho g} = V =$ volumen específico, tendremos: $Vdp = -dz - d\frac{v^2}{2g} - \frac{F}{g} dS$. (a)

Si consideramos el movimiento de A a B suponiendo que se gaste un día entero, podremos suponer con todo rigor que la masa de aire describe una *adiabática*, pues el calor que absorbe durante las primeras horas del día y el que irradia en el resto son iguales y, además, muy pequeños. Tendremos pues: (2) $pV^{\frac{c_1}{c}} = K$. Siendo c_1 el calor específico a presión constante y c a volumen constante y K una constante llamada *entropía*.

Diferenciando la ecuación (2) tendremos:

$$\frac{c_1}{c} pV^{\frac{c_1}{c}-1} dV + V^{\frac{c_1}{c}} dp = 0 \quad \text{O bien} \quad \frac{c_1}{c} p dV + V dp = 0$$

Sustituyendo en (a) el valor de Vdp , tendremos, después de multiplicar ambos miembros por (-1)

$$\frac{c_1}{c} p dV = dz + d\frac{v^2}{2g} + \frac{F}{g} ds \quad (b)$$

Y por tanto, como por otra parte la ecuación (2) se puede escribir así:

$$pV^{\frac{c_1-c}{c}} = K \quad \text{o bien} \quad R\theta \cdot V^{\frac{c_1-c}{c}} = K \quad (c)$$

(en la cual $R =$ constante y $\theta =$ temperatura absoluta), tendremos diferenciando a (c):

$$RV^{\frac{c_1-c}{c}} d\theta + \frac{c_1-c}{c} R\theta V^{\frac{c_1-c}{c}-1} dV = 0 \quad \text{O poniendo} \quad R\theta = PV$$

$$RV^{\frac{c_1-c}{c}} d\theta + \frac{c_1-c}{c} PV^{\frac{c_1-c}{c}} dV = 0 \quad \text{Y por tanto} \quad PdV = -\frac{Rc}{c_1-c} d\theta \quad (d)$$

Sustituyendo este valor de PdV en (b), tendremos:

$$-\frac{Rc_1}{c_1-c} d\theta = dz + d\frac{v^2}{2g} + \frac{F}{g} ds \quad \text{La cual integrada da:} \quad \frac{Rc_1}{c_1-c} (\theta_0 - \theta) = H + \frac{v^2}{2g} - \frac{v_0^2}{2g} + \int \frac{F}{g} ds \quad (4)$$

Por otra parte $\frac{v^2}{2g} > \frac{v_0^2}{2g}$. En efecto, sea m la masa de aire que en la unidad de tiempo atraviesa una sección S_0 en A . Tendremos $m = \rho_0 S_0 v_0$. Sea S la sección en B a través de la cual pasa en la unidad de tiempo la misma masa m . Se tendrá: $m = \rho sv$ Y, por consiguiente $\rho_0 S_0 v_0 = \rho sv$ Y suponiendo, lo que es perfectamente correcto, que la expansión se verifique en todos sentidos de idéntica manera, en atención a que el aire es un cuerpo isótropo, tendremos:

$$S_0 = mv_0^2 \quad \text{y} \quad S = nv^2 \quad \text{De donde} \quad \rho_0 v_0^3 = \rho v^3 \quad \text{O aun} \quad \frac{v_0^3}{V_0} = \frac{v^3}{V}$$

$$\text{O bien} \quad \frac{V}{V_0} = \frac{v^3}{v_0^3} = \left(\frac{P_0}{P}\right)^{\frac{c}{c_1}} \quad \text{Y en consecuencia} \quad \frac{v^2}{2g} = \left(\frac{P_0}{P}\right)^{\frac{2c}{3c_1}} \cdot \frac{v_0^2}{2g} \quad (5)$$

Y como $P_o > P$ se tendrá forzosamente: $\frac{v^2}{2g} > \frac{v_o^2}{2g}$.

Es claro que la resistencia en el movimiento debe hacer disminuir a v un poco respecto del valor que tomaría esa cantidad si no hubiera tal resistencia, de donde resulta para P un valor algo mayor que el que corresponde al ascenso efectuado. Esto explica el aumento de presión en esos meses.

Esto supuesto, pongamos: $\frac{v^2}{2g} - \frac{v_o^2}{2g} = \alpha$ y $\beta = \int \frac{F}{g} ds$ Por tanto

$\frac{Rc_1}{c_1 - c} (\theta_o - \theta) = H + \alpha + \beta$ siendo α y β cantidades positivas. Por otra parte se tiene:

| | |
|--------------------------|---------------------------------------|
| $R = 29.27 \dots$ | $\log R = 1.46642$ |
| $c_1 = 0.2375 \dots$ | $\log c_1 = \bar{1}.37566$ |
| $c = 0.1684$ | $\bar{0}.84208$ |
| $c_1 - c = 0.0691 \dots$ | $\log(c_1 - c) = \bar{2}.83948$ |
| | $\log \frac{Rc_1}{c_1 - c} = 2.00260$ |

Por tanto: $\frac{Rc_1}{c_1 - c} = 100.6$ Así, pues $106.6(\theta_o - \theta) = H + \alpha + \beta$.

La cantidad de $\theta_o - \theta$ es el descenso de temperatura del aire desde un momento dado hasta la misma hora de su llegada a Bogotá.

Tendremos, pues: $\theta_o - \theta = \frac{H + \alpha + \beta}{100.6}$. (5) Por otra parte, en el estado estático, llamando

θ'_o la temperatura en A y θ' en B , a la misma hora del día, tenemos $\theta'_o - \theta' = \frac{H}{180}$ (a) puesto que la temperatura decrece a razón de 180 metros por grado. Restando de (5) la ecuación

(a) tendremos: $\theta - \theta' = \frac{H}{228} + \frac{\alpha + \beta}{100.6} + \theta'_o - \theta'$. (b)

En esta fórmula $\theta'_o > \theta_o$ puesto que el viento alisio viene de la región de invierno y debe tener menor temperatura. Por tanto, $\theta < \theta'$ lo que prueba que la temperatura de Bogotá debe disminuir a consecuencia del viento que le afluje. Por otra parte, en Termodinámica se demuestra que el vapor de agua que describe una *adiabática*, se condensa al dilatarse. De ahí que el vapor de agua que nos trae el viento alisio se sobresature y produzca las lloviznas de aquellos meses.

* * *

Nota de la Dirección—Publicamos en este número de la Revista el presente trabajo de Garavito sobre Meteorología, rompiendo con ello la unidad de exposición que nos habíamos propuesto para llegar ordenadamente a los escritos del sabio Profesor que se refieren a Mecánica celeste y que verán la luz en números posteriores, porque queremos que este trabajo aparezca simultáneamente con nuestro estudio: "Elementos de Meteorología tropical", que se fundamenta en las enseñanzas del maestro, quien supo aunar las cualidades eminentes de un insigne analítico con la habilidad requerida por la minuciosa y cuidada observación.

Tal habilidad aparece evidente en este escrito: "El clima de Bogotá", por cuanto la deficiencia de aparatos apropiados se compensa en él con la interpretación correcta de los valores observados para lograr las medias de las cantidades meteorológicas con una precisión que observaciones posteriores no han hecho sino confirmar.

Llamamos la atención a la parte de este escrito, que estaba inédita y que se refiere al estudio de las causas que determinan en Bogotá el descenso de temperatura, el aumento de presión y las lloviznas características de los meses de Julio y Agosto, porque es ella una feliz aplicación de las ecuaciones fundamentales de Hidrodinámica desarrolladas por Garavito, tal como aparecen en nuestro trabajo: "Elementos de Meteorología tropical".

En alguna parte de la memoria inserta en un número anterior con el título: "La radiación solar en la Sabana de Bogotá" se expone la crítica que hacemos a la teoría de Garavito referente a los vientos alisios del sur, en lo que respecta a los datos del anemómetro, por creer que tales vientos tienen un carácter local y que las conclusiones por él anotadas sólo tienen aplicación a las corrientes aéreas superiores.

Creemos que con trabajos posteriores del Observatorio de Bogotá se llegue a resultados efectivos que comprueben nuestros puntos de vista o saquen airosa, en su totalidad, la tesis de Garavito.

