

## GIRA ESTUDIANTIL

---

Bogotá, agosto 9 de 1920.

Monseñor Rafael María Carrasquilla, Rector del Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario.—E. S. D.

Monseñor:

En cumplimiento con lo dispuesto por S. S., para llevar a término una excursión a la vecina población de La Mesa, que sirviera de complemento a las enseñanzas teóricas y prácticas, elegí cinco alumnos, dos internos y tres externos, entre la buena mayoría que este año oye las lecciones de física.

Nos proponíamos determinar en aquel lugar la altura de la columna de mercurio del barómetro, para de ella deducir la diferencia de nivel con Bogotá, y la altura sobre el nivel del mar; estudiar el clima, aprovechando las indicaciones razonadas del actinómetro, del higrómetro y del termómetro, y por añadidura, deducir la tensión del vapor de agua, y la riqueza en ella de la atmósfera; conocer la rapidez de la evaporación, factor muy importante; la cantidad de calor absorbida por los cuerpos, y para aprovechar el tiempo restante y completar la utilidad de estas observaciones, medir por medio del nivel estadimétrico, la longitud, anchura y desnivel de la población.

No quisimos abandonar la población sin traer una muestra del agua que se emplea para el consumo, con el fin de analizarla en el laboratorio del Colegio.

Está por demás hacer notar a S. S. la consagración y diligencia con que los alumnos hicieron las observaciones que se les encomendaron. Mostraré a S. S. el resultado general de las observaciones, y a continuación el análisis que a ellas condujo.

Está situada La Mesa al suroeste de Bogotá, como a treinta kilómetros del salto de Tequendama, en una meseta angosta y larga, levantada entre las hoyas hidrográficas de los ríos Apulo y Bogotá, a una altura de 305 metros sobre la estación ferroviaria de San Javier. La población tiene en su parte más ancha 703 metros y una longitud de 2.030 metros. La meseta sobre que está edificada la población corre inclinada hacia la confluencia de los ríos Apulo y Bogotá con un desnivel medio del 5 por 100; entre los dos extremos de la población, desde la entrada hasta un poco abajo del cementerio, el desnivel total es de 102,63 metros. La temperatura media alcanzó a 23,43 grados centígrados, siendo un poco más baja que la de otras poblaciones colocadas en el mismo plano horizontal, debido a la posición excepcional de la población, que así dispuesta recibe continuamente las brisas frías de la sabana de Bogotá. Crece la temperatura regularmente desde las seis de la mañana, que es de 20 grados, hasta llegar a un máximo, que se mantiene sensiblemente constante, entre 25 y 25,5 grados desde las dos hasta las cinco de la tarde.

La altura de la población sobre el nivel del mar es de 1.508 metros, es decir 1.132 metros menos que Bogotá. La cantidad de agua que se evapora en una hora es de un décimo de milímetro cúbico por centímetro cuadrado de superficie. El máximo de calor absorbido por centímetro cuadrado en un minuto es de una caloría con ciento setenta y cinco milésimos; y la mínima es de media caloría.

El clima de La Mesa es bastante húmedo, como aparece por el dato del estado higrométrico que es de 0,475 mm. lo que quiere decir que hay por término medio 11,2 gramos de agua por metro cúbico; esta cifra es casi el doble de la de Bogotá. Se explica esto mejor

con el dato suministrado por el Pirheliómetro y que más adelante verá S. S. en detalle.

Respecto del agua, que es escasísima, no es de buena calidad porque contiene mucha materia orgánica. Llama la atención, eso sí, la poca cantidad de sales calcáreas que revela el análisis. Es él como sigue:

|  |                    |
|--|--------------------|
| Grado hidrotimétrico total . . . . .           | 1,5. grados.       |
| Materia orgánica, valuada en oxígeno . . . . . | 0,060 por litro.   |
| Nitritos, Nitratos, Sulfatos . . . . .         | No hay.            |
| Sales calcáreas, en CaO . . . . .              | 0,00815 por litro. |
| Residuo seco a 100 grados, por litro. . . . .  | 0,055              |

#### CALCULO DE LAS OBSERVACIONES

##### *Barómetro*

El alumno Joaquín Silva hizo las observaciones barométricas con dos aneroides corregidos; son como sigue:

| Lugar de la observación. | Altura barométrica. | Altura en metros. |
|--------------------------|---------------------|-------------------|
| Facatativá . . . . .     | 563,00              | 2.620             |
| Zipacón . . . . .        | 570,00              | 2.450             |
| Anolaima . . . . .       | 602,00              | 2.070             |
| Cachipay . . . . .       | 621,00              | 1.820             |
| La Esperanza . . . . .   | 642,00              | 1.550             |
| El Hospicio . . . . .    | 657,50              | 1.340             |
| San Javier . . . . .     | 665,50              | 1.205             |
| La Mesa . . . . .        | 639,80              | 1.450             |

Estas alturas no pueden ser exactas, porque aun cuando los aparatos estaban corregidos, es del todo imposible que en el poco tiempo que permanece en reposo el ferrocarril en las estaciones, alcancen los aneroides a equilibrarse completamente con la presión.

## OBSERVACIONES HIPSOMÉTRICAS

Estas observaciones fueron hechas por el alumno Cristóbal Duque. Con el hipsómetro, se averigua con una aproximación de un décimo de grado, la temperatura de ebullición del agua en un lugar determinado; como ésta es proporcional a la presión, se puede valuar ésta por aquélla. Si se emplean fórmulas o tablas, como éstas no cobijan completamente todas las variables, como son la temperatura ambiente, la latitud, etc., se incurre en un pequeño error. Para evitarlo es mucho mejor aplicar directamente la fórmula de Laplace a la altura de la columna de mercurio leída en las tablas de la tensión del vapor, correspondiente a la temperatura leída en el termómetro del hipsómetro.

Fórmula de Laplace:

$$Z = K(1 + 0,0026 \cos. 2t)(1 + \frac{t+t'}{500}) \text{ Log } \frac{H}{H'}$$

En donde:

K=coeficiente que vale en Bogotá 18.426.

Cos. 2t=0,98.628.

t=28 grados.

t'=23,38.

H=760.

H'=641,44 (correspondiente a 95,3 grados, punto de ebullición del agua en La Mesa.

Reemplazando estos valores en la fórmula anterior, nos queda:

$$Z = 18.426 (1 + 0,0026 \times 0,98.628) (1,103 \times 0,0736.576).$$

$$Z = 1.500,853. \text{ metros de altura sobre el nivel del mar.}$$

Aplicando esta otra fórmula:

$$316,3 (t-t) + 0,8 + (n-1)0,51.$$

se obtiene la altura siguiente:

$$316,3 (100 - 95,3) + 0,8 + (46 \times 0,51) = 1.510,87 \text{ metros.}$$

De todo lo anterior se deduce que La Mesa está situada a una altura de 1.508,16 metros sobre el mar.

Las observaciones con el evaporímetro fueron practicadas por el mismo señor Duque. El aparato que se empleó se compone de un tubo de vidrio graduado en centímetros cúbicos. La parte inferior va obturada por un disco de papel especial, cuya superficie total se puede averiguar conocido el radio. La observación se limita a anotar la cantidad de agua que desaparece en un tiempo dado; conocida la superficie del disco, es fácil referirla a la unidad de superficie de evaporación.

Datos:

Radio del disco de papel..... 15 mm.

Radio del tubo..... 7 mm.

Superficie total de evaporación.....  $(2R^2 - r^2)$

Cantidad de agua evaporada en 24

horas continuas..... 3 c. c.

Entonces, aplicando estos valores, se tendrá:

Cantidad de agua evaporada por hora por centímetro cuadrado de superficie

$$\frac{3}{(2R^2 - r^2) 24} = 0,0001 \text{ c.c.}$$

La cantidad de agua evaporada en Bogotá es por término medio de 0,00009 c.c.

Por estos experimentos se pone de manifiesto que la cantidad de agua de evaporación es muy superior en La Mesa, pues hay una diferencia de 0,00001 c. c., valor que crece mucho con la superficie de evaporación.

## TERMÓMETRO DE PRECISION

Correspondió hacer estas observaciones al alumno Rafael Córdoba; ellas se hicieron por el tiempo de doce horas en el día.

| Hora     | Termómetro centígrado |
|----------|-----------------------|
| 7. a. m. | 20 grados.            |
| 8. »     | 21 »                  |
| 9. »     | 22 »                  |
| 10. »    | 22,4 »                |
| 11. »    | 23 »                  |
| 12. m.   | 24,2 »                |
| 1. p. m. | 24,5 »                |
| 2. »     | 25 »                  |
| 3. »     | 25 »                  |
| 4. »     | 25 »                  |
| 5. »     | 25,5 »                |
| 6. »     | 24 »                  |

A todas estas temperaturas leídas corresponde una media de 23,43 grados.

#### OBSERVACIONES CON EL PIRHELIÓMETRO

Estas fueron practicadas por el alumno Tobías Moros. Consta el aparato de dos termómetros de gran precisión, de tallo estrecho y voluminoso depósito de mercurio, para hacer más sensibles los cambios de dilatación. El uno está recubierto de negro de humo, y sirve para estudiar la absorción máxima; el otro presenta una superficie muy brillante, y sirve para estudiar la absorción mínima.

Se hicieron tres observaciones; el resultado de ellas es como sigue:

| Hora de la observación. | Temperaturas máximas. | Temperaturas mínimas. |
|-------------------------|-----------------------|-----------------------|
| 8 a. m.                 | 28,2 y 26,2           | 25,2 y 24,2           |
| 12 m.                   | 31 y 29               | 27,3 y 26,4           |
| 5 p. m.                 | 30 y 28,3             | 28 y 27               |
| Promedios:              | 29,73 y 27,83         | 26,83 y 25,86.        |

Llamando:

$R$ . el radio de la esfera del depósito de los termómetros.

$d$ . densidad del mercurio..... =13,5

$t$ . temperatura máxima..... =31

$t'$ . » mínima..... =29

$a$ . calor específico del mercurio..... =0,033

Reemplazando los valores anteriores, resulta:

$$\frac{0,033 \times 13,5 \times 4/3 \pi R^2 (31 - 29)}{\pi R^2} = 1,188 \text{ calorías pequeñas.}$$

Este valor corresponde a la máxima cantidad de calor absorbida.

Para la mínima será:

$$\frac{0,033 \times 135 \times 4/3 \pi R^2 \times (27,3 - 26,4)}{\pi R^2} = 0,5436 \text{ de caloría.}$$

La cantidad de calor absorbida es por término medio de 1,80 calorías para la máxima absorción. El valor encontrado es muy pequeño, y ello se debe a la gran cantidad de vapor de agua de la atmósfera en aquel lugar.

#### HIGRÓMETRO DE CONDENSACIÓN

El alumno Roberto Cadena practicó las observaciones con el higrómetro de condensación de Regnault. Se hicieron ocho observaciones regulares, anotando en ellas las temperaturas del punto de rocío y la de la atmósfera en las mismas condiciones.

El aparato consta de dos dedales de plata pulimentados; dentro de cada uno de ellos va alojado un termómetro de mucha precisión. Por medio de una corriente de aire se activa la evaporación de éter colocado en uno de los dos dedales; el frío producido por la rápida evaporación del éter determina la precipitación del vapor de agua de la atmósfera en forma de rocío, sobre

la superficie exterior del dedal; en este momento se leen los termómetros; cuando la escarcha comienza a desaparecer del dedal, se anota nuevamente la temperatura para corregir el error de la primera. Con estos datos se averigua el estado higrométrico y la cantidad de agua que hay en la atmósfera. Se procede como sigue:

| Observaciones.  | Punto de rocío. | Temperatura ambiente. |
|-----------------|-----------------|-----------------------|
| 1. <sup>a</sup> | 14,8            | 23,6                  |
| 2. <sup>a</sup> | 14              | 23,3                  |
| 3. <sup>a</sup> | 14,6            | 24,2                  |
| 4. <sup>a</sup> | 13,6            | 25,3                  |
| 5. <sup>a</sup> | 9,8             | 26                    |
| 6. <sup>a</sup> | 14              | 26,2                  |
| 7. <sup>a</sup> | 10,7            | 26                    |
| 8. <sup>a</sup> | 12,8            | 27,2                  |
| Promedio:       | 13,2            | 25,2                  |

Siendo el estado higrométrico la relación entre la tensión actual del vapor del agua en el aire y su presión saturante a la temperatura del punto de rocío, se tendrá:

$$E = \frac{f}{F}$$

Siendo E. el estado higrométrico.

f. = 11,309 mm.

F. = 23,834 mm.

Reemplazando:

$$E = \frac{11,390}{23,834} = 0,475 \text{ mm.}$$

El peso del vapor de agua de la atmósfera por metro cúbico se obtiene aplicando la siguiente:

$$p = 0,001293 \frac{d.V.E.F.}{H(1+at)}$$

H = 760 presión en el nivel del mar.

(1+at) = Binomio de dilatación de los gases.

d = densidad del vapor de agua.

v = volumen de un litro.

Reemplazando se tiene:

$$p = \frac{1,293 \times 0,622 \times 11,3}{760 \times \left(1 + \frac{25,2}{27,3}\right)} = \frac{1,293 \times 0,622 \times 11,3 \times 273}{760 \times 298,2}$$

tomando logaritmos y haciendo las operaciones, resulta:

Log p. = 2,04931, de donde

p = 11,2 gramos de agua por metro cúbico de aire.

De S. S. atento servidor,

A. M. BARRIGA VILLALBA