

Caldas inventó el hipsómetro

Uno de los fines principales de esta Revista es dar a conocer nuestros sabios y en ediciones pasadas tuvimos el gusto de presentar algunos estudios sobre el doctor Julio Garavito y don José Ma. Villa. Hoy hacemos uso de la excelente recopilación "Obras de Caldas", para ofrecer a los lectores la génesis del descubrimiento de la ley de variación del punto de ebullición con la altura barométrica, donde nuestro sabio mártir hace un raciocinio modelo de análisis científico, que por sí sólo sería suficiente para mostrar su espíritu de investigador.

Las variaciones de la temperatura ambiente con las presiones atmosféricas suministraban un método burdo e impreciso para conocer las alturas sin necesidad del barómetro, pero el descubrimiento de Caldas permite determinar dichas alturas con sólo medir el punto a que hierve el agua, lo cual se realiza mediante el "hipsómetro", instrumento de precisión muy superior a los barómetros usuales y libre de la multitud de perturbaciones que afectan tanto a éstos.

Al lector interesado en conocer más a fondo el proceso y desarrollo de la idea de Francisco José de Caldas recomendamos muy especialmente la recopilación de don Eduardo Posada. Los siguientes, son párrafos del propio Caldas.

Leí en **Sigaut de la Fond** (tomo 3o. página 203) la idea de medir la altura de las montañas por medio del termómetro, y las experiencias hechas por Mr. Heberden. El resultado fue que por 190 pies de altura bajaba un grado cada vez el termómetro. Este método me pareció y me parece sumamente impracticable e imperfecto. El calor de la atmósfera está expuesto a las mayores variedades en el mismo nivel. Si el tiempo es sombrío, si hay sol, si corre tal y tal viento, lo abrigado o expuesto del lugar, la hora misma, todo influ-

ye sobre el licor del termómetro, todo nos arroja en la insertidumbre acerca del grado de calor de un cierto punto. Y ¿cómo asegurarse del calor relativo de la base y de la cima de una montaña? Aunque supongamos dos observadores con sus termómetros, qué observasen al mismo momento, una nubecilla puesta sobre el primero haría variar cantidades terribles el licor y por consiguiente la altura de la montaña. No hay método más expuesto a error que el indicado: lo miré siempre con desprecio y no quise gastar mi tiempo en verificar lo.

Un día trabajaba por señalar el término superior de la escala de un termómetro que se me había roto en el extremo del tubo y se podía componer. Sumergí mi tubo en el agua hirviendo: subió, no a los 80° de Reaumur, porque obraba a 800 toesas sobre el nivel del mar, y con sólo la presión de 22 pulgadas, 11 líneas, en lugar de 28 que se necesitaban. Los grados de mi nueva escala eran muy cortos, y era preciso ensancharlos. ¿Pero sobre qué principios debía conducir mis cálculos? Nada hallaba escrito en el particular. Medito, reflexiono, y hé aquí que nacen en mi espíritu estas ideas: me decía a mí mismo: el calor del agua hirviendo es constante a igual presión atmosférica, si se obra sobre un agua pura y en vaso conveniente; es menor este calor cuando se disminuye la presión, y es proporcional a ésta. ¿No es éste el más bello método para determinar tanto la presión atmosférica como la elevación de los lugares, con tanta exactitud como lo puede hacer el barómetro, y quién sabe si libre de los efectos de las atracciones del calibre de los tubos, de la pureza del mercurio, de la forma y diámetro de la cubeta que siempre afectan a éste? El calor del agua es proporcional a la elevación en que hierve, como lo es la columna de mercurio en el barómetro al peso de la atmósfera. Hé aquí—concluía yo—reunidas en el termómetro las propiedades de ambos instrumentos. Volví sobre mis pasos, examinaba de nuevo mis principios: todos eran incontestables, todos eran unas verdades físicas. ¿Habré hecho yo un descubrimiento? ¿Se habrán ocultado estas ideas a los hombres más grandes? Sea como fuere, a mí se me acaban de presentar por sí solas. Yo vivo en las tinieblas de Popayán; el libro más reciente que ha llegado a mis manos es **Sigaut de la Fond**; éste nada dice sobre mi asunto, y nada pierdo en creerme, si no primero, a lo menos original. Ardía en deseos de poner en práctica mi modo de pensar. Un termómetro roto era todo mi aparato, y me veía ligadas las manos. Sé que un particular poseía uno y le guardaba como una alhaja preciosa. Tomo mis

medidas, le saco de sus manos, examino el término del hielo: lo halló bueno; supongo también bueno el del agua hirviendo, por ser de Dollond, cerrado a las 28 pulgadas en Londres; examino la escala: no era muy exacta; sustituyo otra, adapto una lámina movable que hace veces de **nonio** o **vernier**: con esto divido el grado en 10 partes.

Preparado mi termómetro, decía: los 80 grados de calor del agua indican 29 pulgadas. El grado que medí en Popayán es el calor que debe corresponder a 22 pulgadas 11 líneas, que es la altura a que se mantiene en Popayán; la diferencia de los grados de calor es a la diferencia del barómetro como un grado del termómetro a la cantidad que corresponde en el barómetro. Este resultado debe ser el exponente para con sólo el calor del agua hirviendo calcular la del mercurio en el barómetro. Hago mis primeros ensayos, y el resultado es de los más felices. El cálculo me da por altura del barómetro en Popayán 22 pulgadas, $10\frac{3}{4}$ líneas, solamente un tercio de línea más pequeño que la que indicaba mi barómetro. ¡Ah! ¡Qué júbilo se apodera de mi corazón! ¡Qué deseo, qué furor de verificar mi método con nuevas observaciones hechas a diferentes elevaciones! La cordillera de los Andes, en cuyo pie está Popayán, era el teatro destinado a mis operaciones, las que verifiqué con la mayor actividad y celo. Nada se oponía más al buen éxito de mi teoría que la perplejidad en que estamos de la altura media del mercurio al nivel del mar, en la vecindad de la línea a pesar de las observaciones de Bouger, La Condamine, Juan de Ulloa. No quería hacer depender mis trabajos de esta elevación incierta, y tomé el partido siguiente: llené mi barómetro con la última escrupulosidad; no perdí de vista la más pequeña circunstancia, mercurio, cubeta, escala, todo se rectificó. Empecé una serie de observaciones del barómetro, casi de hora en hora, por mucho tiempo, para asegurarme de la elevación de él en Popayán; destilé agua con todo el aseo y cuidado imaginable, en alambiques nuevos y preparados ex-profeso; sujeté esta agua al examen de la solución de plata y de mercurio por el espíritu de nitrógeno; la herví muchas veces, consultando el barómetro en el mismo momento, e indiqué el valor del agua en mi termómetro. Los resultados fueron $75^{\circ}65'$ termómetro de Reaumur, cuando el barómetro indicaba 22 pulgadas 11,2 líneas. Tomé el nivel y la presión de Popayán como el término a que debía comparar mis elevaciones, y los resultados de mi trabajo sobre o bajo su nivel. Con estos preparativos emprendí un pequeño viaje a la cordillera, con el mismo baró-

metro, el mismo termómetro y la misma agua; verifiqué cinco observaciones a toda mi satisfacción. Calculo por sólo el calor del agua, y veo con la mayor complacencia que mis resultados tienen una precisión que no esperaba: las mayores diferencias apenas son de $1\frac{1}{4}$ línea, y en la más no llega a ella. En mi viaje a esta ciudad no pude hacer más que dos que tuvieron el mismo efecto feliz. El exponente, fruto de mil combinaciones y trabajo, lo he fijado por ahora en $0^{\circ}974$ de Reaumur por una pulgada el barómetro. Yo hallo mil ventajas en este método, que expondré en mi **Memoria** sobre él, pero sobre todo de que su exponente es relativo a la altura del barómetro y a la presión, y no a la altura del lugar, que jamás sigue la ley de la presión y del calor: es un exponente que necesita de añadir y quitar, ya se obre en altas montañas, ya al nivel del mar.

(Entiéndase que lo que llama Caldas exponente no es la misma noción actual).

“De las reformas universitarias quiero destacar con sus perfiles precisos, la de la enseñanza en sí, es decir, la consideración del elemento pedagógico, la decisión de cómo se debe enseñar, qué se debe enseñar, cuáles son los mejores planes y los más propios métodos para obtener el mejor provecho de la enseñanza”.—Jeremías Cárdenas).

“La necesidad de reformar el sistema de gobierno universitario, no siempre felizmente expresada, pero siempre sinceramente anhelada, ha sido, para concretar en dos términos mi pensamiento, el paso del régimen autoritario al régimen democrático”.—Jeremías Cárdenas.

“El examen de cultura general y los exámenes de admisión no serían necesarios en una organización en que el esfuerzo diario del alumno significara más que el examen final, consecuencia de aquél.

Estamos acostumbrados a exigirlo todo del examen de prueba, mientras el estudio diario se descuida lamentablemente”, —Jaime Paredes.