

El hipsómetro del Sabio Caldas

The Sabio Caldas' Hypsometer

Luis Fernando Múnera López¹

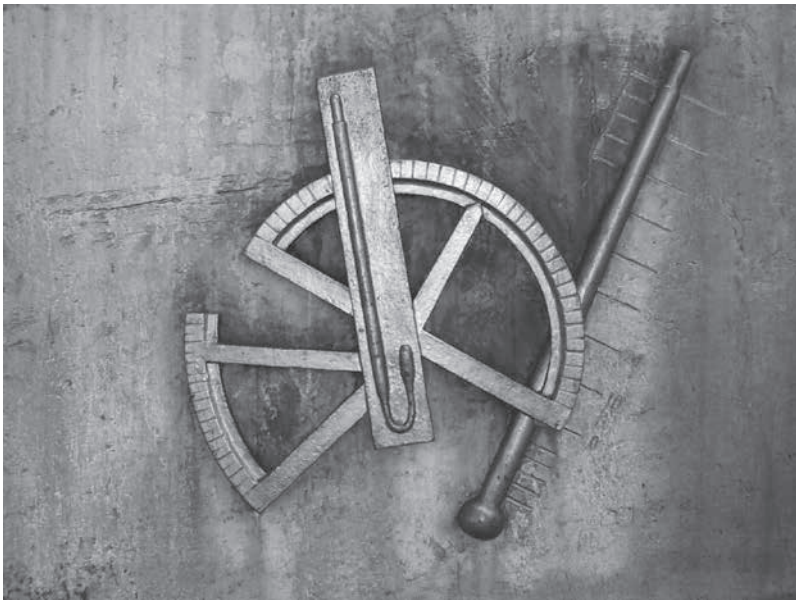
Resumen: aunque fueron muchos y en diferentes ramas del conocimiento los aportes que hizo el Sabio para el estudio y aplicación de varias ciencias, el hipsómetro es la materialización de su autodidactismo, él mismo lo construyó basándose en sus observaciones, viajes y, también hay que decirlo, en un afortunado accidente. En estas líneas se narra brevemente cómo fue el desarrollo de este importante instrumento y la acogida que tuvo por parte de dos ilustres de su época (Jorge Arias de Greiff y Alexander von Humboldt).

Palabras clave: hipsómetro, presión atmosférica, Francisco José de Caldas, Jorge Arias de Greiff, Alexander von Humboldt.

Abstract: Although the contributions made by the *Sabio* to the study and application of various sciences were many, and in different branches of knowledge, the hypsometer is the materialization of his self-education. He constructed it on the basis of his observations and travels, and, it has to be said, of a lucky accident. In these lines the development of this important instrument and the reception on the part of two illustrious of his time (Jorge Arias de Greiff and Alexander von Humboldt) is briefly narrated.

Keywords: hypsometer, atmospheric pressure, Francisco José de Caldas, Jorge Arias de Greiff, Alexander von Humboldt.

¹ Ingeniero civil y magíster en Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos. Profesor de cursos de Ética y Liderazgo en la Escuela de Ingeniería de Antioquia y conferencista sobre el mismo tema en la Facultad de Minas de la Universidad Nacional y en la Fundación Mahatma Gandhi. Fue director de Planeación, director de Informática y director de Control Interno de EPM. Fue decano de Ingeniería en la Universidad Católica de Oriente y profesor de pregrado y posgrado en la Facultad de Minas y en la Universidad de Medellín. Es autor de *Fidel Cano, su vida, su obra y su tiempo* (Universidad de Antioquia), *Notas de Ética* (Rotary Club de Medellín) y coautor de *Semblanza de Diego Calle Restrepo* (Empresas Públicas de Medellín). Es columnista de opinión en el periódico *El Mundo* y miembro correspondiente de la Academia Antioqueña de Historia.



Hipsómetro del Sabio Caldas

Gracias a un accidente y a la aplicación de su inteligencia, percepción e imaginación, Francisco José de Caldas (Popayán, 1768 – Bogotá, 1816), aislado del mundo científico en su ciudad natal, confirmó un principio físico elemental: la presión de la atmósfera influye en la temperatura de ebullición del agua. Y basado en esta teoría inventó el hipsómetro. Este evento, que se cuenta en pocas palabras, recoge un hecho enriquecedor de la historia de la ciencia en Colombia.

El hipsómetro es un instrumento que permite medir la diferencia de presión atmosférica y por tanto la diferencia de alturas entre dos lugares, mediante la diferencia de la temperatura de ebullición del agua. Lo bonito de este hecho, además de la utilidad del invento, es la manera como lo narra, de su puño y letra, el autor del ingenio: “En un pequeño viaje que hice (hacia 1793) al volcán de Puracé, no tuve acontecimiento más feliz que romper un termómetro por la extremidad del tubo”.² Suena extraño que un científico remontado en lo alto del páramo y entregado a sus observaciones se declare feliz porque se le rompió uno de sus instrumentos, cuya reposición sería muy difícil en el Popayán del siglo XVIII. Sin embargo, Caldas lo confirma: “Sí, este fue el fruto más precioso de esta expedición porque él fue la causa de que nacieran en mí ideas que de otro modo nunca se habrían producido”.

El Sabio decide recuperar su instrumento, usando lo que queda de él. Introduce nuevamente el mercurio en el trozo de tubo de vidrio que le quedó, y entonces “tomo aguas de lluvias con precaución, la hiervo, sumerjo mi termómetro, dejo que evacue todo el mercurio superabundante, le cierro y creo tener el límite superior”. Después “hago venir nieve, le machaco y envuelvo en ella la bola de mi termómetro, señalo el punto en que se detiene”, y obtiene el extremo inferior.

Mediante evidencia directa y algunas lecturas previas, infería que el punto de congelamiento era constante de un lugar a otro, pero tenía referencias de que la temperatura de ebullición era distinta en ciudades de América y Europa, situadas en latitudes y alturas diferentes. Y carecía de algún análisis que lo justificara.

² Ensayo de una memoria sobre un nuevo método de medir las montañas por medio del termómetro por Francisco José de Caldas. Manuscrito, 37 páginas. Quito, abril de 1802. Códice que se conserva en la Biblioteca de la Universidad de Antioquia.

Confirma su duda cuando mide, con el mismo termómetro reconstruido, y no con ningún otro, la temperatura de ebullición del agua en Popayán, y la encuentra más alta que en el Puracé. Para su espíritu científico esta información resulta inquietante. Detrás de ella se muestra un hecho tangible pero inexplicado. Y se dedica a analizarlo.

De repente, surge lo que parece ser la respuesta:

Duplico mis esfuerzos, leo los pocos físicos que tengo y comienzo a meditar con seriedad. Un día, revolviendo en mi espíritu todas las ideas expuestas hasta aquí quiero volver sobre mis pasos para aclararlas, y tomo un camino inverso. De repente se me presentan estas verdades: el calor del agua hirviendo es proporcional a la presión atmosférica; la presión atmosférica es proporcional [sic] a la altura sobre el nivel del mar; la presión atmosférica sigue la misma ley que las desviaciones del barómetro, o hablando con propiedad, el barómetro no nos enseña otra cosa que la presión atmosférica; luego, el calor del agua nos indica la presión atmosférica del mismo modo que el barómetro; luego, como él, puede darnos las elevaciones de los lugares. He aquí un método de medir las montañas y las elevaciones de los lugares sin necesidad del barómetro y con tanta seguridad como él. ¿Será éste un verdadero descubrimiento? ¿Habré adivinado en el seno de las tinieblas de Popayán un método que estará hallado y perfeccionado por algún sabio europeo? O por el contrario ¿seré yo el primero a quien se hayan presentado estas ideas?

El sabio Caldas vuelve a revisar los pocos libros y escritos de que dispone y no encuentra nada que se le parezca. Sus dudas no terminan: "La simplicidad de los principios, la claridad de las ideas me inspiraba, a pesar de estas reflexiones, una grande desconfianza". Finalmente, afianza su fe en sus descubrimientos y deducciones, termina por aceptar su validez, pero reconoce una dificultad: "debo perfeccionarlas, me decía, debo consultar a la experiencia".

Decide entonces emprender la investigación, a pesar de sus limitaciones. Tiene su barómetro y consigue prestado un termómetro "exacto, cerrado en Londres". Posee un dato de gran valor, la lectura confiable de presión atmosférica y temperatura de ebullición al nivel del mar. Propone y calibra un modelo matemático que le permita predecir la relación entre la temperatura de ebullición y la altura barométrica. Empieza a medir sistemáticamente esas dos variables en Popayán y seis localidades vecinas. Más adelante hace lo mismo en el valle del Patía, Pasto y Quito. Los resultados comprueban tanto

su teoría como el modelo, con un pequeño margen de error. Con ello, el termómetro queda convertido en hipsómetro.

Quiere averiguar si en Europa se ha desarrollado algo parecido. En los escasos libros de que dispone no encuentra nada concreto al respecto. Lo más parecido que encuentra es una fórmula que trata de correlacionar las variables que él venía estudiando, pero la desecha pues la encuentra confusa y poco confiable. Jorge Arias de Greiff dice al respecto:³

Por fortuna Caldas sólo encontró una fórmula en un libro, de lo contrario se hubiera enredado en el caos europeo de escalas termométricas, termómetros que se cierran cuando algún barómetro alcanza 27, 28, 29 o 30 pulgadas en su columna de mercurio, pulgadas unas veces inglesas y otras francesas, a lo que se agrega una sarta de fórmulas que nunca sirvieron para nada: sus autores mismos dudaban de su validez, por lo tanto inútiles para establecer y normatizar un método. Suerte del americano en no haberse topado con ese caos.

Además, el hecho de que las condiciones meteorológicas de Europa no son comparables con las de América, con seguridad le hubiera inducido otro factor de incertidumbre y error.

De este análisis del señor Arias de Greiff se infiere que en Europa el tema que Caldas está estudiando se había mirado, pero no se había llegado a una conclusión clara sobre él. El aporte de Caldas puede considerarse original, no solamente porque no lo encontró en ninguna parte que consultó, sino porque el análisis que él hizo fue concluyente, lo que aún no se había logrado en el viejo continente.

Cuando Caldas se encuentra en 1801 con el barón Alexander von Humboldt, le explica su teoría y le muestra los resultados de sus experimentos. Es bien conocido que al principio Humboldt no es claro ni sincero con Caldas, que su posición personal oscila entre la duda y la aprobación de las observaciones y conclusiones que Caldas le presenta. Finalmente, el sabio alemán encuentra valaderos los estudios del sabio americano, y le confirma que nadie ha propuesto ideas similares. Caldas declara entonces en su manuscrito: "Desde ese momento entro en posesión de éste, si se puede llamar pequeño descubrimiento". Y así se lo reconoce la historia de la ciencia.

³ Arias de Greiff, Jorge, "El método de Caldas para medir la elevación de las montañas". Revista Academia Colombiana de Ciencias. Volumen XX, número 76, marzo de 1996, p. 64.

