

ESTUDIOS SELECCIONADOS REFERENTES A ASTRONOMIA, METEOROLOGIA Y FISICA

FRANCISCO JOSE DE CALDAS

Primer Director del Observatorio Astronómico Nacional
y segundo de Mutis en la Expedición Botánica.

DESCRIPCION DEL OBSERVATORIO ASTRONÓMICO DE SANTA FE DE BOGOTÁ SITUADO EN EL JARDÍN DE LA REAL EXPEDICIÓN BOTÁNICA

El Observatorio Astronómico de esta capital, debido a la generosidad y patriotismo del doctor don José Celestino Mutis, se comenzó el 24 de mayo de 1802, y se acabó en 20 de agosto de 1803 (1). Su figura es la de una torre octágona, de 13 pies de rey de lado y 56 de altura. El diámetro, quitado el grueso de los muros, es de 27 pies. Tiene tres cuerpos: el primero, de 14,5 pies de elevación se compone de pilastrones toscanos pareados en los ángulos, sobre un zócalo que corre por todo el edificio. En los columnarios hay ventanas rectangulares, y en el que mira al oriente está la puerta. La bóveda sostenida por este cuerpo forma el piso principal. El segundo, de 26,5 pies, es un orden dórico en pilastras angulares como el primero. Dentro de ellas están las ventanas muy rasgadas, circulares por arriba, con recuadros y guardalluvias que las adornan. La bóveda superior es hemisférica, perforada en el centro, y sostiene el último piso al descubierto. Un ático fingido corona todo el edificio, y sirve al mismo tiempo de antepecho. El agujero de la segunda bóveda da paso a un rayo de luz que va a pintar la imagen del sol sobre el pavimento del salón, en que se ha tirado una línea meridiana, y forma un gnomon de 37 pies y 7 pulgadas de elevación.

En el lado del octágono que mira al sudoeste está la escalera en espiral, que da ascenso a la sala principal y a la azotea superior. A la escalera la cubre una bóveda que forma el piso de otra sala a 60,5 pies de altura, la más elevada del Observatorio, y cerrada por otra de 72,5 pies de elevación, con una ranura de norte a sur. Aquí se ha colocado el cuadrante astronómico para alturas meridianas.

Los instrumentos donados por Su Majestad son: un cuarto de círculo de Sisson, dos teodolitos

de Adams, dos cronómetros de Emery, dos termómetros de Nairne, dos agujas portátiles y seis docenas de tubos para barómetros. Pudiéramos ahora añadir a esta lista un péndulo, un instrumento de pasajes, dos acromáticos con retícula romboidal, y aparato astronómico de Herschel para las estrellas, que el Excelentísimo señor Marqués de Sonora destinaba para la Expedición; pero por una desgracia funesta a los progresos de la Astronomía entre nosotros, se perdieron en Cádiz los tres cajones que los contenían. Los que el celo del señor Director ha adquirido son: cuatro acromáticos de Dollond, de diferentes longitudes; tres telescopios de reflexión, del mismo artista; un grafómetro, octantes, horizonte artificial, muchas agujas, termómetros de Dollond, barómetros, globos, muchos anteojos menores, etc., y sobre todo un péndulo astronómico de Graham, obra maestra de este artista célebre, que sirvió a los señores académicos del viaje al Ecuador para la determinación de la figura de la tierra (2).

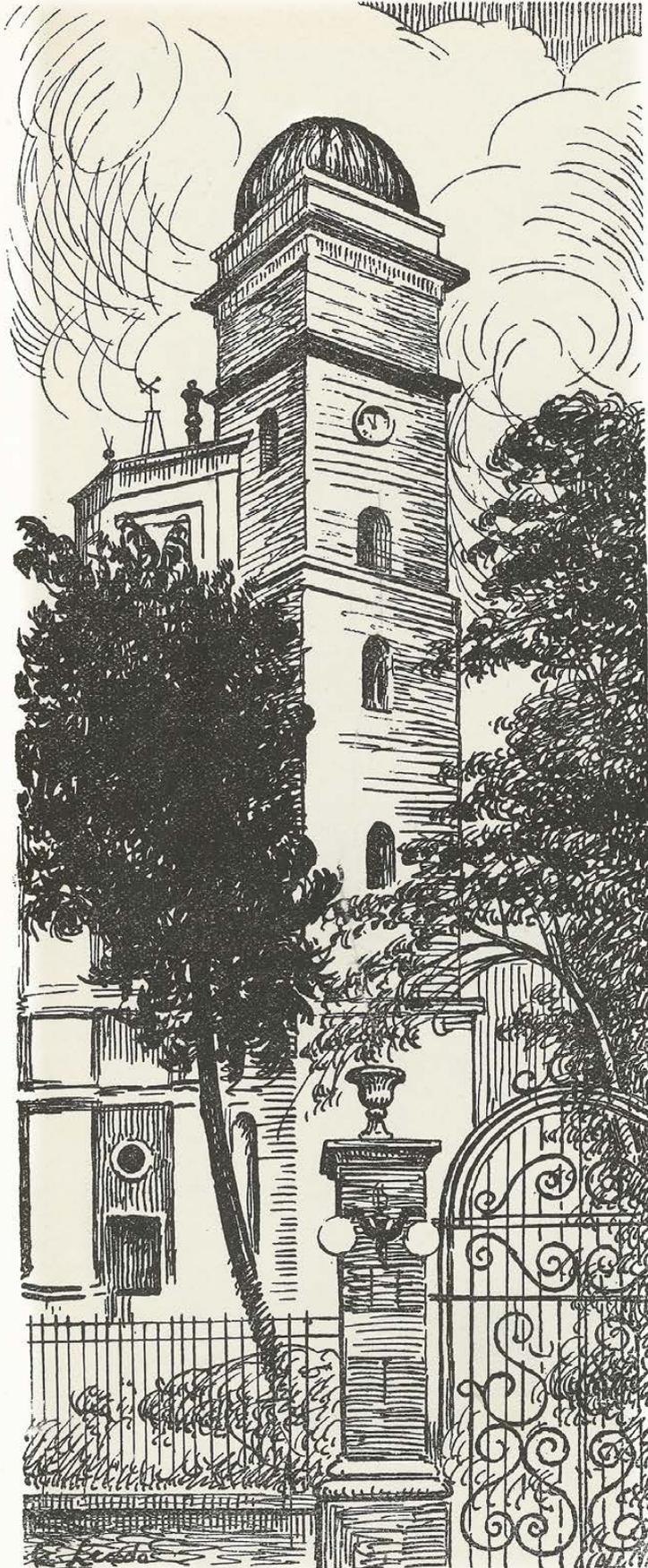
A todos estos debe agregarse un cuarto de círculo de John Bird, de 18 pulgadas de radio, con micrómetro exterior, que sirvió a Humboldt en su viaje al Orinoco y que don José Ignacio Pombo, del Consulado y comercio de Cartagena, compró a este sabio para mis expediciones a la Provincia de Quito, y que a mi regreso a esta capital deposité en el Observatorio. No es esto lo que únicamente tiene que reconocer este establecimiento a este ilustrado particular. Las excelentes tablas astronómicas de Delambre, sobre las observaciones de Maskelyne, las de nuestro Oficial de Marina Mendoza, las Efemérides para muchos años, son debidas a su generosidad (3).

También posee este Observatorio una alhaja preciosa para los astrónomos. Una lápida, despojo del viaje más célebre de que puede gloriarse el siglo XVIII, y colocada por los académicos del Ecuador, cayó entre mis manos en Cuenca, y resolví trasladarla a nuestro Observatorio, como lo verifiqué en 1805.

(2) M. de La Condamine vendió este péndulo al Reverendo Padre Terol, dominicano de Quito, y profundo en el arte de la relojería. A su muerte lo compró esa Audiencia para arreglar sus horas; pero poco propio para este destino, pasó a manos de don N. Proaño, hábil relojero, y de cuyo poder lo saqué para este Observatorio.

(3) Ultimamente he recibido de mano del mismo don José Ignacio Pombo una grande aguja azimutal, un teodolito y un excelente sextante con limbo de platina y de la mejor construcción.

(1) El arquitecto a quien confió el señor Mutis la formación de los planos y la ejecución de la obra fue el Hermano Fray Domingo Pérez, capuchino. También merece una honrosa mención don Salvador Rizo, mayordomo de la Expedición, cuya actividad y celo contribuyeron tanto a la pronta conclusión de este bello y sólido edificio.



El Observatorio levantado en el antiguo jardín de la Expedición Botánica y el pino plantado por Mutis—Dibujo a pluma del artista colombiano C. Leudo.

Tiene 20 pulgadas de pie de rey de largo, 19 de ancho, pesa 5 arrobas 10 libras, es de mármol blanco y medio transparente, está escrita en latín, en caracteres mayúsculos romanos, y contiene la distancia al zenit de Tarqui de la estrella Theta de Antinoo, y las demás indicaciones relativas al lugar en que la colocaron esos astrónomos. Bouguer, de La Condamine y Ulloa no hacen mención de ella en las obras que publicaron sobre este viaje. La descubrió en 1793 el doctor Pedro Antonio Fernández de Córdoba, Arcediano de la Catedral de Cuenca, y se publicó en el "Mercurio Peruano" del mismo año, aunque con algunos errores. Este Canónigo ilustrado, a quien tanto deben mis trabajos astronómicos y botánicos en esa Provincia, me informó del paradero y del destino que pensaba darle su poseedor, y contribuyó a sacar esta preciosa lápida de unas manos que no la merecían. (1).

En diciembre de 1805 puso el señor Mutis el Observatorio a mi cuidado. En esta época monté los instrumentos y comencé una serie de observaciones astronómicas y meteorológicas que no he interrumpido.

Este sería el lugar más propio para publicar la posición geográfica de este Observatorio; pero las nubes que ocultaron al sol en el solsticio de diciembre de 1805, y en los de 1806 y uno de 1807, no han permitido concluir de un modo invariable e independiente de toda suposición la latitud de este edificio. No obstante, por numerosas alturas meridianas del sol y las estrellas, tomadas al norte, al sur y al zenit, he hallado que está a $4^{\circ}36'6''$ N., determinación que no puede incluir $5''$ de error, atendido el cuidado que hemos puesto en este elemento capital para un observatorio.

Por lo que mira a su longitud, aunque se han observado muchas emersiones e inmersiones del primero y segundo satélite de Júpiter en el discurso de 1806 y 1807, no hemos recibido correspondiente ningun-

(1) El péndulo que sirvió a La Condamine, el cuarto de círculo de Bird del uso del Barón de Humboldt y la lápida a que alude Caldas existían todavía en 1840, en el Museo de Bogotá. ¡Ojalá que estos preciosos objetos sean conservados con el cuidado necesario como recuerdos científicos, que cada día adquieren mayor valor. La lápida había desaparecido del local del Observatorio hacía muchos años, y fue hallada y restituida al establecimiento, siendo Director del Museo el autor de esta nota.—Nota del Gral. Joaquín Acosta.



Salón central y sede de la Academia de Ciencias. (Observatorio Astronómico)



Salón bajo y sede de la Sociedad Geográfica. (Observatorio Astronómico)

na de los observatorios de Europa; pero nuestros primeros ensayos, usando del cálculo, sitúan el meridiano del nuestro a 4h.32m.14s. al occidente del Observatorio Real de la isla de León.

Su altura sobre el nivel del océano, deducida de una larga serie de observaciones del barómetro lleno con todas las precauciones que hemos indicado en las notas precedentes, es de 1.352,7 toesas (3.156,3 varas de Burgos) (1).

Si los observatorios de Europa hacen ventaja a este naciente, por la colección de instrumentos y por lo suntuoso del edificio, el de Santafé de Bogotá no cede a ninguno por la situación importante que ocupa sobre el globo. Dueño de ambos hemisferios, todos los días se le presenta el cielo con todas sus riquezas. Colocado en el centro de la zona tórrida, ve dos veces en un año al sol en su zenit, y los trópicos casi a la misma elevación. Establecido sobre los Andes ecuatoriales a una prodigiosa elevación sobre el océano, tiene poco que temer de la inconstancia de las refracciones, ve brillar a las estrellas con una claridad y sobre un azul subido (2), que de él no tiene idea el astrónomo europeo. De aquí; cuántas ventajas para el progreso de la astronomía! Si el célebre Lalande anuncia con entusiasmo la erección del Observatorio de Malta por hallarse a 36° de latitud y ser el más meridional de cuantos existen en Europa, ¿qué habría dicho del de Santafé, a 4°30' de la línea? Lejos de las nieblas del norte y de las vicisitudes de las estaciones, puede en todos los meses registrar el cielo. Hasta hoy suspiran los astrónomos por un catálogo completo de las estrellas boreales, y apenas conocen las australes. ¿Qué no se debe esperar de nuestro Observatorio si llega a montar un círculo como el de Piazzini? Con un Herschel a esta latitud, ¿cuántas estrellas nuevas, cuántas dobles, triples! ¿Cuántas nebulosas! ¿Cuántas planetarias! ¿Cuántos cometas que se acercan a nuestro planeta por el sur y vuelven a hundirse por esta parte del espacio, escapan a las indagaciones de los observadores europeos! La gloria de conquistar las regiones antárticas del cielo le está reservada, así como hoy posee la de ser el primer templo que se ha erigido a Urania en el Nuevo Continente, y la posteridad colocará al sabio y generoso Mutis, como fundador, al lado del Landgrave Guillermo (3) y de Federico II de Dinamarca, y co-

(1) Hemos adoptado para el cálculo de la altura de nuestro Observatorio los datos siguientes: al barómetro en 248,25 líneas y el termómetro de Reaumur a 11,25.

(2) Por las bellas observaciones de Saussure con el clinómetro, sabemos que el azul del cielo es más obscuro a proporción que el observador está más elevado; que en las cimas muy altas parece casi negra la bóveda celeste, y que se ven las estrellas en pleno día sin el auxilio del telescopio. Como nuestro Observatorio está sobre la cima de los Andes, y más elevado sobre el océano que todos los de Europa, se sigue que debemos ver las estrellas con un brillo y sobre un azul tan subido, que de él no tiene idea el astrónomo europeo. Véase a Saussure, "Voyage dans les Alpes", tomo IV, página 197 y siguientes.

(3) El primer Observatorio que se erigió en Europa fue el de Guillermo IV, Landgrave de Hesse Cassel, príncipe astrónomo y distinguido restaurador de esta Ciencia. El segundo fue el que Federico II de Dinamarca hizo construir en la isla Hwen, cerca del estrecho Sund, para el inmortal Tycho-Brahe, quien le impuso el nombre de Uraniburgo (ciudad del cielo) y que arruinaron sus enemigos y el Ministro Walchendorp. Su nombre debe ser citado, dice Lalande, para cubrirlo de infamia y entregarlo a la execración de los sabios de todas las edades, como a opositor de la Astronomía y del genio más grande que tuvo jamás la Ciencia.

mo astrónomo al de Tycho-Brahe, de Kepler y de Hevelio.

* * *

ELEVACION DEL PAVIMENTO DEL SALON PRINCIPAL DEL OBSERVATORIO DE SANTA FE DE BOGOTA (1)

La suma importancia del conocimiento de la altura de un observatorio astronómico sobre el nivel del océano, ha hecho que llevemos toda nuestra atención hacia este objeto, desde que el célebre Mutis puso a nuestro cuidado este Establecimiento. En los números 30 (1808) y 32 (1809) de este Semanario (página 44) hemos publicado la altura del Observatorio Astronómico de esta capital usando de la fórmula de Trembley, corregida por Tralles. Pero los sabios más acreditados de Europa acaban de hacer grandes indagaciones sobre este objeto interesante, y han llevado esta materia a un grado de perfección que no esperábamos. Hasta esta época se había caminado a ciegas y con tanteos. Todas las fórmulas de Bouguer, de Trembley, Tralles, Deluc..., no eran sino resultados de algunas medidas geométricas comparadas con las columnas mercuriales, y no tenían sino una exactitud precaria y dependiente de las circunstancias. El célebre y profundo Laplace acaba de trazar un plan, en que la teoría más sólida hace todo el papel en la solución de este problema. La relación entre un volumen de mercurio determinado y otro de aire a la temperatura del hielo que se funde y a la presión de 76,0 centímetros; las leyes a que está sujeto el aire atmosférico y el calorífico diseminado en él; un coeficiente general establecido por las más exactas y decisivas experiencias, y confirmado o reproducido por la Física del modo más satisfactorio, contando con la latitud y con la disminución de la gravedad hacia el ecuador, han producido entre las manos de Ramond, Biot, Arago y Laplace, una fórmula que no deja duda de cuatro pulgadas sobre la elevación de las montañas que se han sujetado a las medidas más escrupulosas.

Nosotros suspiramos por una fórmula tan preciosa, y la solicitamos infructuosamente hasta el arribo de don José María Cabal a esta capital. Este joven estudioso me la presentó en los Elementos de Física de Mr. Haüy, París, 1806. Este sabio y virtuoso Canónigo recogió todos los conocimientos y todos los hechos más recientes sobre el barómetro, y los presenta en su obra con aquella claridad y precisión que caracterizan sus escritos (2). Nosotros hemos estudiado detenidamente este libro, y hemos aplicado la fórmula de que hablamos, a nuestro Observatorio.

Como el elemento principal —elemento en que han encallado todas las fórmulas precedentes— era el coeficiente general corregido por la temperatura,

(1) Fue publicado el presente estudio en los números 46 y 47 del Semanario (noviembre de 1809), y luego reproducido en la obra del señor Acosta.—Nota de E. P.

(2) Ojalá que una pluma sabia ponga estos elementos de Física en nuestra lengua, y que este furor de traducir novelas que corrompen las costumbres se convierta en versiones de obras sólidas, profundas y que derramen la ilustración por todas partes, sin ofender a la virtud.



Detalles arquitectónicos del cuerpo del edificio y de la torre de la escalera. (Observatorio Astronómico)

nos fue necesario hacer observaciones del termómetro en los mismos días y a las mismas horas, en Santafé y en Cartagena. Don Manuel Rodríguez Torices verificó éstas por el espacio de un mes mientras que nosotros las hacíamos en este Observatorio. En el último correo nos remitió este joven ilustrado la serie de las temperaturas de Cartagena, tomadas a las nueve, a las doce y a las tres. Las redujimos del termómetro de Farenheit al centígrado, las comparábamos con las de Santafé, y hemos hallado con admiración que la temperatura en Cartagena y en esta capital marcha del mismo modo; que cuando sube aquí, sube allá y que cuando allá baja, baja aquí. También hemos conocido que la diferencia de calor entre estos dos puntos del Reino, tan diferentemente situados, difiere constantemente de 12 a 14 grados del termómetro centígrado. Con estos datos nos hemos puesto en estado de poder aplicar la nueva fórmula a la determinación de la altura de este Observatorio.

Sabemos que la altura media del barómetro al nivel del mar, reducida a la temperatura del hielo, es 76 cm., la temperatura del aire el día 6 de septiembre, en Cartagena, a las doce, era de 29 grados 3 centígrados. En Santafé, el mismo día, a la misma hora, el barómetro indicaba 248,5 líneas; el termómetro anejo al barómetro, 12° 6; el termómetro libre, 17° 1. Se trata de deducir la altura del Observatorio.

Comenzámos por reducir la altura del barómetro a la temperatura del hielo, y después esta altura a centímetros. Hecho el cálculo, hallamos que 248,5 hacen 55,9165 centímetros reducidos a cero del termómetro.

Termómetro libre en Cartagena....	29,3
Termómetro libre en Santafé.....	17,1
Suma.....	46,4
$46,4 \times 36,672 = 1701,581$	
Coeficiente general 18336	
Coeficiente corregido 20037,581	
76,0 log 1,8808136	
55,9165 .. log 1,7475400	
Diferencia..... 0,1332736	
$20037,581 \times 0,1332736 = 2670,4$	

Esta será la altura vertical de las dos estaciones en metros.

La latitud doble de Santafé es 9°12' y su coseno será 0,9871362 que, multiplicado por la constante 0,002845 dará 0,002808. Este resultado se multiplicará por la altura vertical 2670,4 y se tendrá 7,498 metros, que es necesario añadir a la altura vertical 2670,4 y se tendrá 7,498 metros, que es necesario añadir a la altura vertical para tener la corregida de la latitud, y será 2677,898.

La diferencia de los logaritmos, aumentada de 0,868589 multiplicada por 20037,581 y partida por el radio (6375605,6 metros), da una cantidad que debe multiplicarse por 2677,898 y se hallará 8,4319 metros, que deben añadirse a 2677,898 para obtener

2686,3299 metros por altura verdadera de Santafé sobre Cartagena.

Altura del Observatorio (1):

En metros	2686,33
En toesas	1378,54
En varas castellanas	3216,60

Hemos puesto el pormenor del cálculo para que los observadores puedan aplicar esta fórmula a sus operaciones. Sentimos que la imprenta carezca de caracteres algebraicos para poder dar la expresión del célebre Laplace, y reducir todas las ideas de este género de medidas a una sola línea. Nos proponemos calcular la altura de los principales pueblos del Reino por este método, e insertarla en el Semanario, si no expira en el próximo diciembre, como fundadamente lo tememos.

* * *

ASTRONOMIA (2)

Las longitudes y latitudes de los lugares, y sobre todo de Guayaquil, Sonsonate, Veracruz, etc., serán nuestro primer cuidado. Usaremos de todos los métodos conocidos: eclipses de sol, de luna, satélites de Júpiter, distancias de la luna al sol, paso por el meridiano de aquélla, etc. En nuestras travesías por mar comprobaremos por nuestras propias observaciones la exactitud de los métodos. Esto bastaría para hacer con honor nuestro viaje; pero se presentan las más brillantes ocasiones de hacer cosas grandes, nuevas e importantes.

Sabemos que lo más perfecto hasta hoy sobre las refracciones astronómicas en la zona tórrida es la tabla del célebre Bouguer. Sabemos que se construyó en 1735 y 1736, época en que nuestros conocimientos eran limitados en esta parte; que este sabio no atendió al calor y al peso de la atmósfera, que tanto influyen sobre la cantidad de las refracciones, y en fin, que sus observaciones fueron hechas solamente al nivel del mar, y una sola vez sobre el Chimborazo; que de estos materiales, afectos de los errores de la presión y del temple, dedujo su famosa tabla. Nosotros vamos a descender del Chimborazo hacia el occidente, gozamos del horizonte del mar Pacífico a todas las elevaciones a que el hombre puede existir. ¡Qué ocasión más bella para hacer un número inmenso de observaciones de este género, a 16, 17, 18, etc., hasta 28 pulgadas del barómetro! Consultando el termómetro y el barómetro, ¡qué grado de perfección adquirirían nuestros trabajos sobre los del ilustre Bouguer! La tabla más exacta y completa sería el fruto de nuestros desvelos. ¡Ah! los astrónomos, los navegantes agradecerían un servicio tan señalado, y la memoria del autor de estos preciosos trabajos, del ilustre Mutis, sería grata en los mares, en los observatorios, como lo ha sido la de Bouguer.

La tabla de este astrónomo se limita al nivel del mar, y absolutamente carecemos de tablas semejantes para otras elevaciones. ¡Cuánto he trabajado pa-

(1) 1 toesa = 1 metro 949; 1 vara = 0m.835.

(2) Proyecto de un viaje científico por la América Central.—N. D.

ra formar una para la elevación de Popayán! Ella será imperfecta, porque mis instrumentos lo eran; pero será más verdadera a este nivel que ninguna otra.

En las tablas de M. Callet he visto una para Quito, muy miserable y diminuta, y siempre afecta de los errores del calor y de la presión. ¡Qué gloria para Mutis poder presentar tablas exactas de refracciones para todas las elevaciones, desde 16 hasta 28 pulgadas del barómetro! Nuestras primeras observaciones de Chimborazo a Guayaquil serían las refracciones de la línea: las de Sonsonate a Méjico nos indicarían lo que aumentan en esta latitud, y las de Méjico a Veracruz, las de Cartagena a Santafé nos darían la ley de su aumento, y llevaríamos tal vez este aumento de las refracciones astronómicas a un punto de perfección que no han tenido.

Aún hay otro objeto de primera importancia en la Astronomía. El cielo austral conocido a medias por los viajes de Maskeline y de Lacaille a Santa Elena y Cabo de Buena Esperanza, presenta el asunto más grande y glorioso para trabajos útiles a todas las naciones. Esta parte del cielo, la más rica de estrellas y la menos conocida, tan necesaria a los viajeros como la boreal, se presenta entera a nuestro horizonte en Quito, y elevado el polo antártico a 5° en Guayaquil. ¡Cuántas estrellas cuya posición es incierta podemos fijar en el discurso de nuestro viaje! Un mes o dos de trabajos nos pondrían en posesión de un número considerable de ascensiones rectas y de declinaciones. ¡Con qué placer podría el sabio Mutis poner este precioso material en manos de Lalande!

¿Cuánto debemos dudar de la posición de Guayaquil, estando tan errada la de Quito, que fue el centro por diez años de los trabajos de cinco astrónomos? Añádase la posición de tantos pueblos y de tantas ciudades, de trozos de costas, etc.

En nuestra travesía de Guayaquil a Sonsonate haríamos nuestras primeras aplicaciones de las refracciones y de nuestras determinaciones de estrellas; las compararíamos con las antiguas, y comenzaríamos a coger el fruto de nuestros trabajos asegurando la posición de nuestro buque.

* * *

OBSERVACIONES DEL BAROMETRO

Nuestras observaciones del barómetro se multiplicarían al infinito. El primer fruto de ellas sería una nivelación de Quito a Guayaquil, otra atravesando la América septentrional de Sonsonate a Veracruz, otra de Cartagena a Santafé, y aun a Quito. Esta, unida con la primera, dará la nivelación de la América meridional. Tendremos la satisfacción de compararlas con las del señor Barón en la parte común de Cartagena a Quito. A más de este conocimiento, a más de las elevaciones de los lugares, etc., comunes en esta especie de trabajos, tengo tres fines particulares, y todos de suma importancia.

El primero es establecer y perfeccionar mi método de medir las montañas por el termómetro, objeto tratado con extensión en mi Memoria sobre este

punto, que acompaña este plan. Ella manifiesta la importancia de la materia. Se puede perfeccionar en las dos bajadas y dos subidas de que he hablado.

El segundo será pasar a Caraburu, a cinco leguas de Quito, que fue el extremo de la base de Yaruquí y la estación más baja de toda la meridiana. Se sabe que con este punto duplicaron sus cuidados los astrónomos del viaje al ecuador, y que la elevación de este punto sobre el mar fue el fundamento de la reducción del grado a este nivel. Seríamos responsables a las ciencias, a Mutis, al universo, si con nuevos métodos, con mejores instrumentos, no verificamos la altura del mercurio en este punto capital. Si acaso la hallamos diferente, ¡qué nueva revolución sobre la magnitud del grado! Tendremos la gloria de rectificar la obra de los mayores astrónomos del siglo XVIII, y de hacer este nuevo servicio a la Astronomía, a la Geografía y a la navegación.

El tercero, tan importante como los antecedentes, es la determinación de la altura media del barómetro al nivel del mar en la vecindad del ecuador. ¿Cómo pudiera manifestar mis ideas en esta materia? ¿Cómo refundir una Memoria que he trabajado sobre ella? No es posible esto, pero muchas razones para dudar de las 28 pulgadas que se le dan, se hallan en mi Memoria sobre el método de medir las montañas por el termómetro, que acompaña a ésta. Si acaso le determinamos diferente, es imponderable la revolución que vamos a causar. Chimborazo, Cotopaxi, Cayambe, todas las montañas más célebres de la Cordillera de los Andes están amenazadas de disminuir o de crecer en altura; todos los cálculos hechos hasta aquí tienen la misma suerte; el grado contiguo al ecuador será tercera vez reformado, y mi teoría del termómetro habrá adquirido el sólido fundamento que le falta. ¡Qué consecuencias tan terribles podemos deducir! ¿Será esta elevación del barómetro igual a la de los mares de Europa? ¿Será menos? En este caso, ¿habrá una atracción particular en el ecuador? ¿Será esto una nueva prueba de la rotación de nuestro globo? ¿Qué causa obra este fenómeno singular? ¡Qué cuestiones!

Podemos repetir nuestra observación de Sonsonates, en Veracruz, en Habana, Puerto Rico, Cartagena; podemos comparar las del Pacífico con las del Atlántico; podemos ver si crecen en razón de la latitud; podemos comenzar a conocer la ley. ¿Qué objetos tan interesantes y tan bellos!

* * *

OBSERVACIONES DEL TERMOMETRO

Con este instrumento haremos las comunes, ensayaremos diversos métodos de observación y sobre todo, las del calor del agua en todos los niveles. Por las que hasta aquí he hecho en Quito me parece que se confirma la idea de Toaldo, que el calor del globo disminuye, y por un método bien diferente del de este sabio meteorologista. No he necesitado sino de un número limitado de observaciones, y compararlas con las hechas por M. de La Condamine en esta ciudad desde 1735 hasta 1742. En una Memoria de la Academia de las Ciencias de París se lee que este

sabio académico halló que el termómetro en Quito no baja de 8° sobre el hielo, ni sube de 17½ en la escala de Reaumur. Mis observaciones hechas en tiempos secos, húmedos, calorosos, fríos, en esta misma ciudad, me enseñan que no baja de 4° ni sube de 16°. ¿Se habrá aumentado el frío en Quito en el espacio de sesenta años la cantidad de 3°? Partida esta cantidad por 60, ¿dará lo que disminuye el calor cada año en estos países? Estas dudas se disiparán con el tiempo, y nosotros comenzaremos a asegurarnos si vemos que en Guayaquil es menor el calor que el que experimentaron los astrónomos del viaje al ecuador.

* * *

OBSERVACIONES DE LA AGUJA

La falta de buenos instrumentos en este ramo nos impedirá extender nuestras indagaciones más allá de las comunes. Por mis observaciones de declinaciones hechas en Timaná y en Popayán he determinado que la declinación en estos países es de 8° N., la misma que Bouguer asigna en estos lugares, y que M. de La Condamine halló en toda la Provincia de Quito. ¿Serán las variaciones de la aguja tan cortas que en sesenta años no se puedan percibir? ¿Hará esta invariabilidad sistema con las pequeñas variaciones del barómetro?

Nosotros tendremos cuidado de comparar nuestras agujas con las del señor Barón, y como éstas lo están con las de Fidalgo en Cartagena, tendremos por este camino la ventaja de que nuestras declinaciones sean comparables con las de estos dos sabios matemáticos. Procuraremos hacer nuestras observaciones en los lugares en que Bouguer, de La Condamine, etc., hicieron las suyas, y podremos sacar consecuencias que hoy no podemos. Si alcanzamos a Fidalgo en Cartagena, rectificaremos de nuevo nuestras ideas y nuestros instrumentos.

* * *

VELOCIDAD DEL SONIDO

La velocidad del sonido, sobre que tanto se trabajó en Quito, parece todavía una materia que merece perfeccionarse, y no debemos despreciar las ocasiones de hacerlo. En Quito se halló que el sonido corría 175 toesas por segundo. M. de La Condamine vio que al nivel del mar este espacio se aumentaba hasta 183 toesas por segundo. No se crea que está resuelta la cuestión 13ª que Mr. Derham propuso en las Transacciones Filosóficas: no sabemos si el sonido corre iguales espacios en todas las elevaciones. La observación de M. de La Condamine en Cayena prueba que al nivel del mar corre 8 toesas más que a 1.600 toesas de altura. ¿Se disminuirá esta velocidad en razón de la altura? ¿Se disminuirá en razón de la densidad del aire? ¿Habrá error en los cálculos de La Condamine? ¿No es cierto que estas velocidades dependen de la medida geométrica? Y siendo ésta dudosa, ¿no lo serán sus consecuencias? Estas reflexiones son verdaderas, y es también que no sabemos la velocidad del sonido en Quito ni en Cayena.

Si acaso restablecemos la base de Yaruquí, podemos recalcular las distancias que sirvieron para es-

tas experiencias, y hallar resultados diferentes. ¡Oh base de Yaruquí! ¡Qué daño se ha hecho a las Ciencias si se ha perdido! Cuando no la podamos verificar, podremos hacer mucho y a poca costa en la solución de este problema célebre. Unas tres o cuatro perchas de madera seca, compuestas de un sistema de barras con las fibras inversas, de una vara de longitud, armadas de dioptras, bastan para medir una base de mil varas en poco tiempo, y para formar sobre ella una serie de triángulos y concluir la distancia entre dos puntos propios para esta especie de observaciones. Medida una distancia en Rióbamba, país tan alto como la cima de Guadalupe en Santafé, otra en Quito, otra en los Canelos, otra en Guayaquil, otra en Sonsonate, en Méjico, Veracruz, etc., bastarían para resolver esta cuestión interesante. Veríamos los resultados en tan diferentes niveles y latitudes, y veríamos si variaban sus leyes, o su invariabilidad. Pero ¿cómo proporcionarse cañones para estas experiencias en unos lugares en que ni el nombre de ellos se conoce? El recurso es pequeño... pero nada hay pequeño a los ojos de un amante de las Ciencias que quiere sacar partido de todo. Para los fuegos de artificio, de que usan en las festividades, hay en Popayán unos pequeños cañones sin cureña, que el vulgo llama pedreros: tienen un palmo de alto y cinco a seis pulgadas de diámetro; por el fondo son planos, y se colocan verticalmente sobre el terreno, cerca del cual está el oído: dan un sonido tan fuerte y sonoro como el mejor cañón de su calibre, y se pueden transportar a todas partes. Aun cuando no se tomase uno de éstos, se haría construir otro igual en Quito.

* * *

METEOROLOGIA

Los meteoros, esta serie de revoluciones que se suceden sin interrupción en la atmósfera terrestre, que la alteran, que la dilatan, que la contraen, la ponen en movimiento o en quietud; que al trueno desolador sigue el iris tranquilo, y al huracán que arranca la robusta encina, la calma y la serenidad; esta serie de revoluciones parece que no está sujeta a ley ninguna. A juzgar por nuestras luces creeríamos que el imperio de los meteoros es el imperio de la inconstancia, de la irregularidad y del capricho. Ningún orden, ningún período, ningún principio constante. La naturaleza, que hace admirar la regularidad en los movimientos de los cuerpos celestes; que ha puesto leyes invariables a las oscilaciones y a los furiosos del océano; que todos los seres vivientes nacen, crecen, declinan, mueren según un plan establecido y que ninguno puede alterar; esta naturaleza que se complace con regularidad en los cielos, sobre la tierra y en el fondo de los mares, parece que se complace también con el desorden en la atmósfera. Pero no juzguemos con precipitación de sus obras. Todo tiene leyes eternas, todo está trazado bajo de un plan sabio y profundo. La pequeñez de nuestras luces, la falta de observación y que da experiencia a nuestra existencia transitoria sobre la tierra; los sistemas prematuros, el orgullo, las preo-

cupaciones que no podemos sacudir y que se transmiten de generación en generación, forman una venda espesa sobre nuestros ojos que nos impide ver los principios y el orden de la naturaleza en la sucesión de los meteoros. Una mano bienhechora y sabia lo ha ordenado todo, todo lo ha organizado. El que hace rodar sobre su eje la inmensa masa del sol en treinta y siete días, lanza el rayo, forma la lluvia y el granizo sobre principios seguros, que no ha querido todavía revelar. Seamos modestos en nuestros juicios sobre las obras de la naturaleza. Observemos, comparemos, veamos los meteoros por todos sus

todo el discurso de 1807 en el Observatorio Astronómico de esta capital. Los pormenores son largos, y sólo nos atenemos a los resultados principales. Indicamos la máxima y la mínima altura a que han llegado el barómetro y termómetro en los diferentes meses, y la cantidad de lluvia con nota de los días secos y lluviosos. Así lo seguiremos haciendo en los años siguientes, y proporcionaremos a los meteorólogos un término de comparación de éstas con sus observaciones. Advertimos que el pavimento del Observatorio en donde se han verificado, está a 3.216-6 varas castellanas sobre el océano.

Tabla meteorológica para 1807

Meses	B.	B.	T.	T.	Cantidad lluvia	Días secos	Días lluviosos
	Alt. máx.	Alt. mín.	máx.	mín.			
Enero	249,25	247,60	12,5	11,5	29,160	25	6
Febrero	249,33	247,93	12,4	11,0	7,363	24	4
Marzo	249,33	247,92	13,0	11,1	2,497	26	5
Abril	249,42	247,92	13,0	11,3	26,705	16	14
Mayo	249,67	248,00	13,0	11,4	67,999	13	18
Junio	249,67	248,00	12,7	11,5	35,019	15	15
Julio	249,50	247,83	12,0	10,7	42,233	14	17
Agosto	249,42	247,92	12,2	9,9	52,279	15	16
Septiembre	249,42	248,00	14,0	10,9	8,163	26	4
Octubre	249,33	247,91	12,4	10,0	56,336	13	18
Noviembre	248,92	248,00	12,3	11,1	42,133	20	10
Diciembre	248,85	247,60	12,2	11,2	72,735	22	9

aspectos, y no desmayemos en el trabajo. Si a pesar de esto no descubrimos el secreto, a lo menos dejemos a la posteridad nuestros trabajos: ella los continuará, y quizá, más feliz que nosotros, arrancará a la naturaleza el plan, el período y la ley que guarda en la formación de los meteoros.

Nosotros, contentos con acumular hechos, dejamos a los genios extraordinarios y profundos el trabajo sublime de encadenarlos, de formar un cuerpo, y de conocer la ley general que los abraza. Con estas miras comenzamos a insertar en este artículo las observaciones meteorológicas que hemos verificado en

Resulta de estas observaciones que la mayor altura a que llegó el barómetro en 1807 fue de 249,67; que la menor fue de 247,60; que la variación anual fue de 2,16 líneas; que la altura media fue de 248,68. Resulta también que el termómetro en su mayor altura indicó 13,0 grados de R., y en la menor 9,9 grados; y en fin, que la temperatura media fue de 14,45 grados.

Cayeron 442,111 líneas de agua, que hacen 36 pulgadas 10 líneas.

Los días secos fueron 229 y los lluviosos 136.

* * *

A S T R O N O M I A

Todos preguntan con frecuencia ¿para qué tantos desvelos, tantos cálculos, tantos instrumentos costosos, tantos edificios consagrados a observar el curso de las estrellas? Estas, con el sol y los planetas, ¿no hacen sus revoluciones hoy como las hicieron en la Creación? Los días, las estaciones, ¿no se verifican independientes de nuestros cálculos? ¿El sol no nos vivifica y no nos alumbraba, que le midamos los pasos o que lo abandonemos, como lo hacen el caribe y el hotentote? Así se discurre por lo común sobre la Astronomía.

Nosotros no emprendemos hacer una apología de la Ciencia que profesamos. Queremos sí rebajar la sublimidad de sus principios y de sus miras; queremos que el común entrevea las relaciones tan gran-

des como ocultas que tiene la Astronomía con la sociedad y con las necesidades del hombre. No echaremos mano de la Cronología, celebración de la Pascua, y demás objetos del culto. Un entendimiento ordinario percibe bien que es necesario conocer el número de días, de horas y de minutos que gastan el sol y la luna en sus evoluciones para organizar los años y los siglos. Todos saben o han oído hablar de Gregorio XIII y de su célebre corrección. Pero se necesitan otros principios para percibir cómo un eclipse de sol fija la posición de los lugares sobre el globo, y cómo un satélite de Júpiter, saliendo o entrando en la sombra de este planeta asegura la navegación y mejora la Geografía. Nosotros vamos a explicarlo.



Aspecto general del edificio, desde la carrera 8a. (Observatorio Astronómico)

Cuando el sol está en el meridiano, por ejemplo, de Santafé, há tiempo que ha pasado por el meridiano de todos los lugares que están al oriente, y aún le falta para llegar a los de los pueblos que están al occidente. Es decir, que cuando es mediodía en Santafé, es más de mediodía en San Martín, Casanare, etc., y aún no es mediodía en Popayán, Quito y Panamá. Partiendo de este principio luminoso, es fácil entender que si un habitante de Quito y otro de Santafé arregla cada uno un reloj a su respectivo meridiano, los dos relojes señalarán horas distintas y la diferencia será el tiempo que gasta el sol en ir del meridiano de Santafé al de Quito. El reloj en Santafé señalará más horas que el de Quito.

De aquí se infiere que si pudiésemos conocer la diferencia de las horas de estos dos relojes, conoceríamos inmediatamente el número de grados terrestres que media entre el meridiano de Santafé y el de Quito. Conociendo este número de grados, con sus latitudes, conoceríamos su distancia mutua, colocaríamos bien estos lugares en la carta, y deduciríamos todas las consecuencias. ¿Pero cómo conocer las diferencias de esos relojes? La Astronomía da los medios.

Los trabajos inmensos de Cassini, Wargentin y La Place han formado tablas precisas de las cuatro lunas de Júpiter. Podemos, con su auxilio, medir sus pasos, y predecir el momento en que entran y salen en la sombra, en que se encienden y se apagan para nosotros. Si advertidos por el cálculo, el habitante de Santafé y el de Quito observan cuidadosamente cada uno el instante en su reloj en que sale de la sombra un satélite, se habrá hallado precisamente la diferencia de los relojes, y con ella, los grados y la distancia mutua entre Quito y Santafé. Por ejemplo, el 28 de junio de 1804 observé en Quito la salida de la sombra del primer satélite en mi h. m. seg. reloj, bien ajustado a este meridiano 8h 44m. 39s 06. El ciudadano Mutis, asociado a don Manuel Alvarez observó en Santafé que el mismo satélite salió de la sombra a..... 9h. 17m. 06s 30

La diferencia de estas horas es 0h. 17m. 27s 24

Estos 17 minutos 27,24 segundos hacen 4 grados 25 minutos 48s60, y esto es lo que Quito está al poniente de Santafé. Si reunimos las latitudes de estas dos ciudades, que siempre son fáciles de observar, podemos decir el número de leguas que distan entre sí y podemos colocar estos dos puntos sobre la carta. Las observaciones nos enseñan que Quito está 13 minutos 18 segundos latitud austral, y Santafé a 4 grados 36 minutos 12 segundos latitud boreal. Con estos datos hallamos en rigor que del Observatorio de Santafé a Quito hay 131,4 leguas y 858.616 varas castellanas (1).

Los eclipses de luna, los del sol y los apulsos o las ocultaciones de las estrellas zodiacales por la luna ofrecen los medios de determinar las longitudes. Pero hay esta diferencia: los eclipses de luna las dan con simplicidad, pero sujetas a errores muy

considerables. Los eclipses de sol y los apulsos vienen complicados, pero con precisión. En los primeros basta restar; en los segundos es preciso ser un astrónomo.

Si en vez de estar situados los observadores en Quito y Santafé, lo estuvieran en Pekín, en Londres o en Quebec, los resultados serían los mismos, y los astrónomos medirían las distancias de esas ciudades distantes, y les señalarían el lugar que ocupan sobre el globo. Si en lugar de ciudades mediterráneas están en costas, escollos, puertos, la importancia de los resultados los hace preciosos al navegante, al que trafica y al que viaja. ¡Cuántas veces ha salvado una observación la vida del hombre y sus intereses! De este modo las lunas de Júpiter, el sol y toda la Astronomía mejoran, perfeccionan y aseguran nuestro comercio y nuestra navegación.

Si las observaciones se hiciesen y se guardasen en los registros de los observatorios, sería un tesoro escondido y unos trabajos inútiles. Para que den todo el fruto que prometen es necesario publicarlas y compararlas con las de los astrónomos de toda la tierra. Hé aquí los motivos que tenemos para ir insertando las observaciones que hemos verificado en el Reino desde 1796 hasta hoy. Este artículo será tal vez el más preciso de nuestro almanaque, y el que le hará mirar con aprecio por los observadores europeos.

Observaciones de las inmersiones y emersiones del primero y segundo satélite de Júpiter verificadas en la ciudad de Quito en el discurso de 1803

Febrero de 1803

	Tiempo verdadero.			
	d.	h.	m.	s.
Inmersión del primer satélite de Júpiter: el cielo estaba sereno; se distinguían bien las bandas (observación de confianza.....	4	13	30	15,90
Inmersión del segundo satélite de Júpiter: el cielo muy despejado; las bandas se veían con la mayor claridad; observación de confianza.....	7	10	46	34,40
Inmersión del primer satélite de Júpiter: el cielo claro; bandas visibles; observación de confianza.....	11	15	13	11,40

Marzo de 1803

Inmersión del primer satélite de Júpiter: cielo sereno; bandas visibles; observación de confianza.....	8	10	4	49,6
--	---	----	---	------

Abril de 1803

Emersión del primer satélite de Júpiter: es de media-

(1) En este cálculo adoptamos la legua de 30 el grado, que en la vecindad del ecuador es de 6610 varas.

	Tiempo verdadero.			
	d.	h.	m.	s.
na confianza	16	10	55	56,8
Emersión del primer satélite de Júpiter: cielo sumamente limpio; observación de mucha confianza.....				
	23	12	51	34,5
Emersión del primer satélite de Júpiter: Júpiter no muy claro, aunque se distinguían las bandas; observación mediana				
	25	7	21	28,2
Mayo de 1803				
Emersión del segundo satélite de Júpiter: cielo sereno; observación de confianza				
	14	12	37	46,5
Emersión del primer satélite de Júpiter: cielo claro;				

	Tiempo verdadero.			
	d.	h.	m.	s.
observación de confianza...	16	13	06	05,1
Emersión del primer satélite de Júpiter: cielo sereno; observación de confianza...				
	18	07	34	42,6
Junio de 1803				
Emersión del segundo satélite de Júpiter: tiempo sereno; observación de confianza				
	08	09	44	06,2
Emersión del primer satélite de Júpiter: tiempo favorable; observación de confianza				
	17	09	37	09,0
Emersión del primer satélite de Júpiter: cielo claro; observación de confianza...				
	10	02	44	28,8

* * *

GEOGRAFIA DEL REINO — LATITUD DE QUITO

Ya hemos visto que la ciudad de Quito está a 17 minutos 24 segundos, o a 4 grados 25 minutos 48,60 segundos al occidente del Observatorio Astronómico de Santafé de Bogotá; pero, ¿cuál es su posición respecto de París, de Cádiz, de Londres, o cuál es el lugar que ocupa en la carta general del globo? Esto es lo que vamos a discutir.

Desde 1736 hasta 1740 observaron en Quito los ilustres Godin, Bouguer, de La Condamine, Jorge Juan y Ulloa. Estos astrónomos han consignado sus resultados en las obras que nos dejaron como fruto de ese viaje célebre. Si las recogemos y las comparamos entre sí, hallaremos que la incertidumbre sobre la posición de una ciudad en que han trabajado hombres tan grandes llega a 1 grado 30 minutos. Pongamos este hecho a la vista de todos.

La inscripción grabada en mármol que dejaron estos sabios en los muros de la iglesia de los ex-Jesuitas da

81° 22' 00"	
Mr. de La Condamine, en el plano de la Provincia, da	80° 30' 00"
Mr. Bouguer, en su viaje al Perú da..	80° 25' 00"
Don Jorge Juan, en sus observaciones astronómicas, da	80° 40' 15"
Don Antonio de Ulloa, en su Viaje a América, da	81° 45' 00"

Se ve que el resultado más pequeño es el de Bouguer, de 80° 15' 00", y el mayor el de Ulloa de 81° 45' 00"; la diferencia es de 1 grado 30 minutos, diferencia enorme y que nos deja en una perfecta incertidumbre.

En nuestra larga residencia en Quito nos consagramos a fijar, en cuanto estuvo de nuestra parte, la longitud de esa ciudad. Yo conseguí un número considerable de emersiones y de inmersiones del primero y segundo satélite, de las cuales comenzamos ya a publicar las hechas en 1803. Hasta hoy no hemos podido conseguir una sola correspondiente de los observatorios de Europa. Cansados de esperar, los hemos calculado por las tablas de la tercera edición de M. de Lalande, y los hemos comparado con las Efemérides de Cádiz. Los resultados han sido los siguientes:

Por cinco inmersiones del primer satélite está Quito al occidente de París a	80° 54' 30" 6
Por diez emersiones del primero y segundo satélite está a	80° 42' 31" 5

La incertidumbre está reducida por estas observaciones a (Diferencia)...

11' 59" 1
en lugar de 1 grado 30 minutos que teníamos por las observaciones de los astrónomos del Ecuador. Si tomamos un medio entre estos dos resultados, tendremos:

Quito, al occidente de París..... 80° 48' 31" 05

Este resultado, fruto de tres años de una lucha continua con el cielo nebuloso de Quito, es precioso para la Geografía del Reino, y reunido al que preparamos para la longitud del Observatorio Astronómico de Santafé, forman los dos puntos capitales sobre que se debe apoyar la carta general del Reino.

* * *

METEOROLOGIA

Observaciones meteorológicas para el mes de febrero de 1808 hechas en el Observatorio Astronómico de Santafé de Bogotá, por don Francisco José de Caldas

Días	Barómetro		Variación diurna	Termómetro	Termómetro	Cantidad de lluvia	Puntos lunares	Estado del cielo
	Máxima	Mínima		interior	exterior			
	líneas	líneas	líneas	t. Reaumur	t. Reaumur	pulgadas		
1	248,75	248,00	0,75	10,9	12,2	....	.....	S. D. cal.
2	248,75	248,00	0,75	11,0	13,7	....	.....	S. D. vi. m. Sr.
3	249,08	248,08	1,00	11,1	14,5	....	Apogeo	S. m. C. n. agr. cal.
4	249,75	248,25	0,50	11,3	13,9	3,498	P. Q.	S. m. C. ll. gr. vi. O.
5	249,00	248,25	0,75	11,5	14,7	2,338	Eclípt.	S. cal. ll. gr. t.
6	248,33	247,33	1,00	11,3	14,0	1,333	.....	n. agr. cal. ll.
7	249,75	247,75	1,00	11,4	12,7	1,510	Lunist. bor.	C. vi. m. O. ll.
8	249,00	248,00	1,00	11,6	12,6	1,277	.....	C. n. agr. vi. m. O. ll.
9	249,00	248,00	1,00	11,5	14,9	....	.....	C. vi. m. Sr.
10	249,08	248,08	1,00	11,3	13,8	....	.....	C. vi. m. Sr.
11	248,75	247,91	0,84	11,3	14,1	....	P. L.	C. n. q. a. vi. m. S.
12	248,75	247,91	0,84	11,2	13,0	....	.....	C. u. a. vi. m. Sr.
13	249,00	248,00	1,00	11,5	14,0	....	Equinox.	C. vi. m. Sr.
14	248,50	247,50	1,00	10,8	14,1	....	Perigeo	C. cal. nieb.
15	248,58	247,66	0,92	11,0	14,8	....	.....	S. ve. cla. cor. S.
16	249,00	248,17	0,83	10,5	14,6	....	.....	m. c. n. agr. cal. f.
17	249,17	248,17	1,00	11,0	15,6	....	.....	m. c. n. agr. vi. m. Sr.
18	249,17	248,00	1,17	11,2	14,7	....	Eclípt. U. Q.	S. D. n. mot. vi. m. Sr.
19	248,75	247,75	1,00	11,2	14,5	....	.....	S. D. vi. m. Sr.
20	248,75	247,75	1,00	11,3	14,1	....	Lunist. aust.	S. D. cal.
21	248,75	248,00	0,75	11,4	14,5	4,498	.....	C. n. neg. vi. m. O. ll. t.
22	248,86	247,91	0,75	11,4	15,8	9,749	.....	S. D. n. ll. vi. m. Sr.
23	248,83	247,75	1,08	11,6	15,8	....	.....	m. c. n. agr. vi. m. Sr.
24	249,41	248,17	1,24	11,7	14,6	....	.....	S. D. n. pl. cal.
25	249,33	248,00	1,33	11,7	14,7	1,943	N. L.	S. ll. v. m. ll. nieb. ll.
26	249,00	247,83	1,17	11,9	16,0	....	.....	m. c. n. agr. vi. m. O.
27	249,17	248,17	1,00	11,9	14,9	....	Equinox.	m. c. cal.
28	249,17	248,17	1,00	11,8	14,1	....	.....	C. cal. f.
29	249,08	248,08	1,00	11,7	13,6	1,555	.....	nieb. ve. cal. ll. t.

Altura máxima del barómetro.....	249,41	Alt. máx. del term. inte.....	11,9
Altura mínima	247,33	Altura mínima	10,5
Altura media	248,37	Altura media	11,20
Variación mensual	2,08	Alt. máx. del term. ext.	16,0
Cant. de lluv. 18,851 lín. l. p.....	6,851	Altura mínima	12,0
Días secos, 20; días lluviosos, 9.		Altura media	14,1

Notas y explicación de las Tablas antecedentes

La columna primera contiene los días del mes, la segunda la altura máxima a que ha llegado el barómetro, y la tercera la mínima a que ha bajado este instrumento cada día. Se ha puesto todo el cuidado posible en la purificación del mercurio, en la escala y en llenarlo. Se ha hervido aquel fluido metálico para purgarlo del aire, y se ha hervido también dentro del tubo. Esta última atención es de la mayor importancia en el barómetro, atención que olvidaron Bouguer y de La Condamine y todos los sabios que vinieron al Ecuador. Humboldt mismo, que ha viajado después que el barómetro ha recibido un grado de precisión extraordinario por los inmensos trabajos de Deluc, Saussure y Schuckburgh, tampoco ha hervido el mercurio en el barómetro. De aquí la diferencia que se halla entre la determi-

nación de Santafé por este sabio viajero y la nuestra; de aquí la pequeñez que da a la columna mercurial al nivel del mar, y de aquí las variantes que se notan entre las determinaciones que adopta en su "Nivellement barométrique" y en su "Geographie des plantes", obras manuscritas que poseo. Humboldt fija la altura media del barómetro en esta capital (casa de la Expedición Botánica) a 247,3 líneas, y nosotros hemos visto con placer que un tubo lleno sin hervir se sostuvo en el salón del Observatorio exactamente a la misma elevación; pero hervido subió a 248,9 líneas: la diferencia de 1,6 líneas es la que hay entre un barómetro hervido y un barómetro en que se ha omitido esta precaución. Muchas veces hemos comprobado esta determinación en diferentes tubos. Humboldt ha determinado la altu-

y sobre todos los animales? Las plantas de los lugares aislados tienen virtudes y sabor mas fuerte que las mismas que nacen en las regiones humildes. De todo concluimos que este fluido activo, sutil y poderoso, las mas veces invisible, que agita y conmueve la boveda azulada, que forma el rayo, que insendia y destruye nuestros edificios, que amenaza nuestras cabezas y hace temblar a los Reyes sobre el trono, tiene una accion poderosa sobre nuestros órganos, y por consiguiente sobre nuestras potencias,

atacan tambien. En el momento principalmente en que el calor de estos países ha venido á ser mas suocante por la aproximacion de una borrasca que dispersa rayos y hace oír espantosos truenos, y en que la accion del fluido eléctrico derramado en la atmósfera da una nueva vida á estos Reptiles, es, quando atormentados de una hembra extrema, animados del ardor de una arena abrasadora y de un Cielo que parece inflamarse, rodados del fuego, y lanzandolo ellos mismos de sus ojos escórcilantes, se disputan la Serpiente y el Tigre el imperio de estos riberaes tan frecuentemente ensangrentadas. Los viajeros dicen haber visto ban el espanto y el terror á todos los lugares entretira sus uñas, desgarran con sus dientes, hace correr la sangre de una Serpiente desmesurada, que arrastrando su cuerpo gigantesco y silvando de dolor y de rabia envuelve al Tigre conocho de espitales multiplicadas, lo cubre con su espuma ensangrentada, lo oprime baxo del peso de su cuerpo enorme, y hace traquear sus huesos en medio del Tigre son vanos, sus armas impotentes, y muere en medio de las espiritas del enorme reptil que le tiene encadenado. Histoir Naturell des Serpens, p. 50.

Núm. 29.
Semenario del Nuevo Reyno de Granada.
Santafé 17 de Julio de 1808.

Continuacion del Discursó.

Si un hombre habitase la cima de una colina separada de toda otra masa, haría las funciones animales mejor que otro que viviese en el fondo de un valle. Así, la electricidad modificará la constitucion y mudará las inclinaciones. El fluido eléctrico pone en movimiento, y causa agitaciones terribles en las Serpientes (1) ¡Por qué no hade obrar tambien sobre nosotros

Continuacion de la nota.

Los que se persuaden de esta ventaja pueden llevar unos de mis pequeños electrómetros que les indicará la intensidad y los lugares mas ventajosos. Se aumentarian los efectos llevando sobre la cabeza un pequeño conductor de metal de quien se podía formar una gorra ayrosa y elegante.

Si Mr. Mesier hubiera tratado á sus enfermos al ayre libre, no dudo que habria atraido sobre ellos este fluido activo y universal. « Voyage dans les Alpes t. 2. p. 252.

Un simple alambre de metal colocado sobre la copa del sombrero y revestido en forma de turbante sería bello, y ventajoso á los enfermos: á caballo tendria mayores efectos. Entonces el conductor mas elevado absorveria mas electricidad. Se debe cuidar de apartarse de los arboles, colinas, edificios, y caminar por la mitad de nuestra bella esplanada. En fin, no se debe usar de este *barbante eléctrico* quando amenáce alguna tronada: sería la mayor imprudencia pasearse en estos momentos con un conductor en la cabeza. Un golpe eléctrico, un rayo serian las consecuencias.

(1) Los Tigres y los demas animales del Africa, dice el Conde de la Cepède, mas sedientos de sangre que de agua, vienen á las orillas de los rios más bien para sorprender sus victimas que para apagar su sed. Atacados por las enormes Serpientes, ellos les

Facsimile de dos páginas del "Semenario de la Nueva Granada" que muestra la disposición tipográfica usada en esta publicación histórica, que tan considerable influjo ejerció en la cultura científica colombiana de la época. Las páginas del Semenario eran de 12 cm. X 18 cm. tiradas en papel florete y con relativo esmero. Este órgano periódico, debido en gran parte a la constancia y a la actividad posteriormente en París por el General Joaquín Acosta.



Detalles exteriores de la torre de la escalera. (Observatorio Astronómico)

ra media del barómetro al nivel de los mares ecuatoriales en 337,2 y Schuckburgh en los de Europa en 338,9. Este célebre físico lo hizo con un barómetro hervido, y aquél no. Obsérvese que la diferencia (1,7 líneas) es casi la que hemos hallado por nuestras observaciones entre barómetro hervido, y sin hervir. Yo creo que si Humboldt hubiese tomado las mismas precauciones que Schuckburgh, habría hallado los mismos resultados. Por lo que mira a mí, sólo puedo asegurar que en 1803, que estuve en las costas del Océano Pacífico, en las bocas de Santiago, por 1° 22' latitud boreal, mi barómetro sin hervir se sostuvo en 337,4. Pregunto: ¿no habría ascendido 1,6 líneas más si hubiera tenido las comodidades que hoy tengo para hervirlo? ¿No se habría sostenido en 339,0? En fin, habría dado la misma altura cerca del ecuador que dio a Schuckburgh en la zona templada. Estas experiencias arruinan las consecuencias que algunos físicos han querido deducir de la menor elevación del barómetro al nivel del mar dentro de los trópicos. Han pretendido deducir que los mares ecuatoriales estaban más elevados que los del polo; que éste era un efecto de la rotación de nuestro globo, y que ésta era una prueba nueva del sistema del universo que pone a la tierra en movimiento. De la altura máxima y de la mínima hemos deducido la media y la variación diurna que contiene la columna cuarta. La temperatura interior y la exterior de nuestro Observatorio está expresada en grados de la escala de Reaumur: la primera se ha tomado de un termómetro de Dollond colocado en el salón principal, y la segunda, de otro termómetro del mismo artista, perfectamente igual al primero, y expuesto al aire libre y a 10 varas de altura sobre el suelo del jardín. Se han hecho tres observaciones diarias a las mismas horas que las del barómetro, se han sumado, y se ha deducido un medio aritmético, que es el que expresa esta tabla.

La columna séptima contiene la cantidad de lluvia. Entre todas las observaciones meteorológicas que hemos verificado en este Observatorio, ningunas nos han parecido de una utilidad más general e inmediata que las de la cantidad de agua que cae. Ellas tienen una relación íntima con la agricultura, con la abundancia y escasez de nuestras cosechas, con el estado de nuestra salud y con otros objetos de igual importancia. Hemos, pues, juzgado que sería útil al público presentarle los resultados de nuestras observaciones, y manifestarle los principios sobre que se fundan. Tal vez los hombres de luces y observadores del Reino (1) se provocarán a imitar este ejemplo, y a seguir este género de observaciones en los lugares de su residencia. ¡Qué bello espectáculo se presentaría al filósofo, al físico, al estadista, en un cuerpo de observaciones de la lluvia que cae en la extensión del Virreinato! Sabríamos si este meteoro es más abundante sobre la cima de los

Andes o en los valles, qué ley sigue en su degradación y aumento, qué relación tiene con la masa total de las aguas que arrastran nuestros ríos; en una palabra, conoceríamos el carácter de nuestra atmósfera en esta parte, y podríamos compararla con el de Europa y las otras regiones del globo. El aparato es simple y la observación no exige conocimientos.

Un simple vaso cilíndrico de 9 a 12 pulgadas de fondo, de un diámetro arbitrario, y bien calibrado en toda su longitud, y una escala de tres pulgadas de pie de rey dividida en líneas y cuartos, bastan para hacer observaciones útiles. Este método se llama directo. Otro más complicado, pero más exacto, se ha puesto en práctica en las que publicamos. Un vaso de cristal cilíndrico de un diámetro igual, dividida su altura en pulgadas y líneas, hace el fundamento de esta máquina. El triple del diámetro de este vaso es el de un embudo de hoja de lata bien circular en su borde, que comunica con un gran vaso de la misma materia, que sirve de receptáculo, cerrado por todas partes para que no se introduzca en él más agua que la que diariamente viene del cielo sobre el espacio circular que presenta el embudo, y para impedir la evaporación. El agua que ha caído en éste se vierte en el de cristal, se nota el número de líneas a que sube, y se toma la novena parte: esta es la cantidad de lluvia que ha caído. Los más sencillos principios de Geometría son suficientes para penetrar las razones en que se funda este método. En los cilindros de igual masa, pero de diámetros diferentes, están sus alturas en razón inversa de las bases, y éstas en razón directa de los cuadrados de los diámetros. Luego en nuestro caso los dos cilindros están en la razón de 1 a 9, y como las alturas tienen la razón inversa de estos números, debemos tomar una novena parte de lo que indique la escala del vaso de cristal. Como 9 líneas de éste equivalen a una del embudo, y una línea puede dividirse en diez parte cómodamente, resulta que por este artificio se divide una línea en 90 partes, precisión de que no puede gozar el método directo.

En la columna octava hemos puestos los puntos lunares del mes, porque la luna tiene un influjo directo sobre las variaciones diarias del barómetro. Este bello descubrimiento se debe a la sagacidad y a la constancia del célebre Mutis. Este sabio infatigable ha llevado una serie de observaciones barométricas por el dilatado espacio de cuarenta y seis años consecutivos, y no ha sido recompensado con las verdades importantes que ha descubierto y con los hechos que ha comprobado de diferentes modos. Si a Godin se debe el primer conocimiento sobre la variación diurna y periódica del barómetro, a Mutis le debemos la nocturna. En 1761, en que la Nueva Granada adquirió para su gloria a este hombre grande, conoció que por la noche se verificaba otra variación semejante a la diurna. Poseo los manuscritos preciosos que contienen este bello descubrimiento: en ellos he visto con placer los pasos y las ideas que condujeron a este sabio al grado de luces que hoy tenemos sobre el barómetro entre los trópi-

(1) He recibido con el mayor placer las observaciones de la cantidad de lluvia hechas en Popayán por don Santiago Pérez de Valencia y por don Antonio Arboleda desde octubre de 1807 hasta diciembre del mismo; y tengo noticia que don Mariano Larrabondo las va a comenzar en Alegría, cerca de Quilichao.

cos. Se ha publicado con demasiada precipitación, que a las 5 de la mañana comienza a subir hasta las 9, hora de su mayor altura; que entre las 9 y las 12 del día se mantiene estacionario; que luego sigue bajando hasta las 4 de la tarde; que a las 7 vuelve a subir hasta las 11, se mantiene quieto hasta las 12 de la noche, y de aquí sigue descendiendo hasta las 4½ de la mañana. Pero Mutis, lento en sus juicios y preguntando a la naturaleza más bien que a sus ideas, ha encontrado que estos períodos publicados están bien distantes de la verdad, y que siguen otras leyes, que reservamos para su tiempo. Por ahora sólo queremos informar al público de los grandes trabajos de este sabio, de su descubrimiento de la variación nocturna, de la relación que ha hallado entre el barómetro y el satélite de nuestro planeta, y de sus bellas ideas sobre las mareas atmosféricas, las que ya apuntó en 1794 (1) en su tratado de la "Quina". Todos estos grandes objetos los verá el público por extenso en una Memoria que preparamos y que tendrá un lugar en nuestro Semanario.

En la columna nona y última se halla el estado del cielo, expresado en breves cuya explicación es la siguiente:

Explicación de las breves

D., descubierto.—C., cubierto.—m. c., medio cubierto.—n., nubes.—n. mot. (2), nubes moteadas.—n. neg., nubes negras.—n. cap., nubes a capas.—n. esc., nubes escarmenadas.—n. pl., nubes a plumas.—n. q., nubes quietas.—n. mov., nubes en movimiento.—n. b., nubes bajas.—n. a., nubes altas.—nieb., niebla.—ve., velo (3).—ve. esp., velo espeso.—ve. cla., velo claro.—m. c., montañas cubiertas.—v., viento.—cal., calma.—vi. calm., viento calmoso.—vi. m., viento con fuerza mediana.—vi. im., viento impetuoso.—Sr., Sur.—N., Norte.—E., Este u Oriente.—O., Poniente.—Ne., Nordeste.—No., Noroeste.—Se., Sureste.—So., Sudoeste.—S., sol.—som., sombra.—t., truenos.—ll., lluvia.—g., granizo.—g. ab., granizo abundante.—g. m., granizo menudo.—g. g., granizo grueso.—f., fusilazos (4).—I., iris.—Cor. S., corona en el sol.—Cor. L., corona en la luna.—Así, la expresión del día 1º de enero S. D. cal. n. agr. ll., quiere decir que en este día hubo sol descubierto, calma, nubes agrupadas y lluvia.

* * *

ENSAYO DE UNA MEMORIA SOBRE UN NUEVO METODO DE MEDIR LAS MONTAÑAS POR MEDIO DEL TERMOMETRO Y EL AGUA HIRVIENDO, SEGUIDA DE UN APENDICE QUE CONTIENE ALGUNAS OBSERVACIONES MUY IMPORTANTES Y UTILES PARA LA MEJOR INTELIGENCIA DE DICHA MEMORIA

NOTA

Por una casualidad llegó a mis manos una copia de esta Memoria a la que, por haber padecido algo del *comegén*, fue preciso llenar algunos claros de lo que había devorado; pero temiendo que el original que se dirigió al célebre Mutis, haya tal vez padecido la suerte que la mayor parte de los trabajos de este sabio, me he resuelto a publicarla, para honrar la memoria de este desgraciado americano, cuya muerte temprana y trágica, nos ha privado de sus trabajos y descubrimientos. Yo espero que se conocerá su mérito y lamentará su pérdida, por la idea que este corto rasgo da de sus luces y talento: motivo por el que he puesto a continuación las longitudes y latitudes que se expresan, de la carta que levantó del camino de Malbucho; y una relación de sus trabajos y observaciones en los más de los lugares de la Nueva Granada, extractada de otros papeles que llegaron igualmente a mis manos. ¡Ojalá llegasen los mismos trabajos, que verían también la luz

pública, y no quedarían en el olvido, o usurpados, como lo temo! (5).

* * *

Memoria dirigida a Mutis

1. En un pequeño viaje (6) que hicimos al volcán de Puracé, distante cinco leguas al E. de Popayán, por reconocer sus bocas, elevación, término de la nieve permanente en esta latitud, muchas vertientes de aguas minerales, y plantas; no tuve acontecimiento más feliz, que romper un termómetro por la extremidad del tubo. Sí: este fue el fruto más precioso de esta expedición, porque él fue la causa de que naciesen en mi alma ideas que de otro modo nunca se habrían excitado.

2. Restituído a Popayán sin más termómetro que el que acababa de romper, con el dolor de ver interrumpida una serie de observaciones comenzadas, traté de hacer útil lo que quedaba de este instrumento. El término del hielo, me decía, aunque ha quedado variable, es preciso que baje a causa del mercurio, que se ha de derramar cuando le hierva;

(5) Según el doctor Eduardo Posada, el autor de esta Nota fue el cartagenero Don J. M. del Real.

(6) El autor de este viaje fue D. Antonio Arboleda, joven de luces, y amante de los conocimientos útiles. Nos acompañó D. Juan José Hurtado, que lo anima igual espíritu. Gastamos ocho días asistidos con magnificencia nada común y auxiliados con cuanto quisimos. Formamos una Memoria sobre el volcán de Puracé: ella contiene la determinación de la vegetación a 2° 20' de lat. boreal: reflexiones sobre este particular: el análisis de dos fuentes minerales: la descripción de ellas: de dos cascadas; nuestras observaciones geodésicas: conjeturas sobre las erupciones del volcán: y en fin, la descripción de un número considerable de plantas.

(1) Véase el número 128 del Papel Periódico de Santafé de Bogotá, para el viernes 7 de febrero de 1794.

(2) El vulgo las conoce con el nombre de carneritos.

(3) Velo llaman Lamark y los meteorologistas a la nube igualmente extendida, como un velo, y que deja ver al sol, luna, etc., como detrás de una gasa.

(4) Fusilazos se llaman en todo el Reino aquellas explosiones eléctricas que se advierten en el horizonte por la noche, que iluminan la atmósfera instantáneamente, y que no van acompañadas de ruido.

pero nosotros gozamos de la nieve todo el año, y es fácil obtener el término inferior de mi escala. En mis primeras reflexiones, creí que el calor del agua hirviendo me daría con igual seguridad el término superior. Sin profundizar más sobre la verdad de estos principios, tomo agua de lluvia con precaución, la hiervo, sumerjo mi termómetro, deajo que evacue todo el mercurio superabundante, le cierro, y creo tener un extremo de mi nueva escala. Hago venir nieve, la machaco, y envuelvo en ella la bola del termómetro: señalo el punto en que se detiene, y pienso que no faltaba ya otra cosa, que dividir el espacio contenido entre estos dos puntos en ochenta partes, si quería la escala de Reaumur, y en 180° si la de Fahrenheit. Pongo en ejecución mi pensamiento, hallo unos grados demasiado pequeños comparados con los que tenía el termómetro antes de romperse. El calor de la atmósfera de Popayán, tan conocido para mí por mis anteriores observaciones, crece; y habría creído cualquiera desnudo de este conocimiento, que esta ciudad tenía el temperamento de Neiva o Mariquita. Concluí en general, que había error en los extremos de mi escala, y que era necesario profundizar la materia. Ambos puntos, el hielo y el calor del agua estarán afectos de alguna corrección precisa que he omitido? Tendrá la nieve más frío en la vecindad de la línea? Resucitará la opinión de que el hielo es más frío en razón de la latitud? Yo había tenido cuidado de sumergir mi termómetro muchas veces en la nieve antes de que se rompiese, y siempre había bajado exactamente el término de la congelación. No podía, pues, concluir nada contra la invariabilidad del término inferior. Por el contrario, mis observaciones sobre este objeto confirmaban su fijeza de un modo más victorioso que las del doctor Martine. Este físico (1) había visto solamente que el hielo era igualmente frío a 56° 20' y 52° 30' de latitud boreal entre quienes no hay más diferencia que 3° 48'. Pero mis trabajos en este género prueban que mi termómetro que señala 0°, en Londres, a 51° 30' de latitud, se detiene en el mismo punto a 2° 24' de latitud, cuando se le sumerge en el hielo y acabo de ver, que lo mismo sucede en Quito a 13' de latitud austral.

El hielo es, pues, igualmente frío bajo de la línea, que a 51° 30' de latitud boreal: en un país bajo, como Londres: a 800 toesas en Popayán, y a 1.600 sobre el mar en Quito: en unos países tan diferentes por su clima, y por sus producciones, que parecen los extremos.

3. Si tenía ideas claras, y hechos que demuestran

(1) Física experimental de M. Sigaud, t. 3, p. 195.

el término del hielo, había pensado muy poco en el del agua hirviendo. Desde entonces conocí que el error de la escala se acumulaba sobre el término superior, yo traté de adquirir nociones exactas sobre él, como las tenía del inferior. Bien presto vi, que aunque el calor del agua hirviendo es constante, supone igual presión atmosférica: que aumentándose o disminuyéndose ésta, se aumenta o disminuye el calor del agua, y en fin, que yo obraba a 800 toesas sobre el nivel del mar, y con solo la presión de 22^p 10' 94' elevación del mercurio en Popayán, en lugar de 28' que se requieren para obtener el término superior de una buena escala. Era, pues, preciso

ENSAYO DE UNA MEMORIA

SOBRE

UN NUEVO MÉTODO

DE MEDIR

LAS MONTAÑAS,

POR MEDIO DEL TERMÓMETRO, Y EL AGUA HIRVIENDO:

SEGUIDA

DE UN APÉNDICE

Que contiene algunas observaciones muy importantes y útiles para la mejor inteligencia de dicha Memoria;

POR D. FRANCISCO JOSÉ CALDAS.

BURDEOS,

EN LA IMPRENTA DE LAWALLE JÓVEN Y SOBRINO,

PASEO DE TOURNY, N.º. 20.

1819.

Facsimile de la portada del folleto editado en Burdeos tres años después de la muerte de Caldas, por don J. M. del Real, cartagenero, su amigo, y que en esa época residía en Europa. En este folleto no aparece la dedicatoria a Mutis que figura en un ejemplar manuscrito que perteneció a don Lino de Pombo, y que dice: "J. C. Mutis. Auctori meae fortunae Libelliz primo nunc offero. Ex ipso Systemate Naturae a tanto Maecenate donato".

aumentar el espacio entre los dos puntos fundamentales, tanta cantidad, cuanta corresponde a 5^p 1' 1" de mayor presión sobre el agua. Pero sobre qué principios debía establecer mi cálculo? Muy poco,



Busto en bronce de Mutis colocado en el sector occidental del jardín, mirando para la carrera 8a.
Obra del escultor español Rodríguez Villar. (Observatorio Astronómico)

o nada se ha escrito; diré mejor, ha llegado a mis manos sobre este particular. Todos los físicos, todos los artistas, cierran sus termómetros cuando el barómetro está a 28^p y De-Luc adopta la altura de 27' como más general en las ciudades de Europa. La única luz y esta escasa, que tenía, era un pasaje de M. Sigaud de la Fond (1); del Dr. Martine, dice: "Este físico ha experimentado que la elevación o descenso del mercurio, siendo de una pulgada en el barómetro el calor del agua cociendo, varía algo menos de dos grados según la escala de Fahrenheit". La expresión 'algo menos', que no asigna una cantidad determinada, me arrojaba a la incertidumbre, y en la imposibilidad de poder verificar en mi termómetro el término superior de la escala, sin pasar a un lugar bajo, en que ascendiese mi barómetro a 28^p. La necesidad era urgente, y no podía hacer un viaje costoso por solo este interés. Dirigí todas mis fuerzas, a ver si podía verificar mi escala sin salir de Popayán.

4. Dos grados de Fahrenheit hacen 0° 888 de Reaumur. Será acaso el algo menos del Dr. Martine las dos últimas cifras de la fracción antecedente? Quiero creer que esta es la cantidad que asigna este físico; quiero, por ahora, calcular con solo 0° 8 de Reaumur, por una pulgada del barómetro y será

$$12' : 0^{\circ}88 :: 5^{\circ} 1' 1 = 61' 1 : \frac{61' 1 \cdot x \cdot 0^{\circ}8}{12} = 4^{\circ}B.$$

Debo, pues, conforme a este cálculo, añadir 4° 73 al término superior que dé el calor del agua en Popayán, y la unidad que debe servir para verificar esta cantidad la hallo

$$80^{\circ} - 4^{\circ}073 = 75^{\circ}927.$$

Por consiguiente debo dividir en el mío, el de Popayán, el espacio comprendido entre el hielo y agua hirviendo en 75.927, y este es el calor que tiene este fluido a la presión de 22^p 10' 9.

5. Tales fueron los resultados de mis combinaciones, resultados que no contentaban mi escrupulosidad. Ellos eran el producto de dos números que aún no conocemos bien. La elevación media del mercurio en el barómetro al nivel del mar bajo del ecuador, y en sus inmediaciones, y lo que aumenta o disminuye el calor del agua por una pulgada de este instrumento, son cantidades inciertas.

6. A pesar de las observaciones hechas en Portobelo, en Panamá, Manta, Guayaquil, por los astrónomos Godin, Bouguer, de La Condamine, Jorge Juan y Ulloa, quedamos en la incertidumbre sobre la altura del barómetro al nivel del mar, entre los trópicos. El tiempo que se mantuvieron estos sabios sobre nuestras costas, fue muy limitado, y el resultado de sus observaciones vario. Si reflexionamos sobre sus escritos, si nos tomamos el trabajo de compararlos, y tenemos presente el estado de nuestros conocimientos en aquella época, hallaremos que las variaciones son mayores en los lugares bajos, y mucho menores en el clima de las montañas; que sus determinaciones van desde 27^p 11' hasta 28^p 11½'

(1) Física experimental, t. 3, p. 89.

que en 1735 y 36, no se pensaba en disminuir la columna del mercurio dilatada por 27, por 28 y muchas veces por 29 grados de calor en la escala de Reaumur, que es bien dudoso se haya tomado la precaución de no deducir la altura media de la suma de todas las observaciones, partida por su número, método que ha expuesto a muchos a los mayores errores, y que ha inutilizado tantos trabajos preciosos; y en fin, que su elevación media es la indicada por el barómetro simple y único, y nunca por muchos tubos de diferente densidad y calibre. ¡Qué desconfianza no deben inspirarnos estas reflexiones! Esta materia la he tratado con más extensión en una *Memoria sobre la elevación media del mercurio entre los trópicos al nivel del mar*.

7. Aun es más dudoso el otro dato de mi cálculo, y si he de hablar con la ingenuidad propia de un amante de la verdad, mi fracción 0° 8 por 12' del barómetro es una adivinanza. De estos principios, que se me presentaban con toda la fuerza de su verdad, concluí que el calor del agua en Popayán era incierto, y que era preciso buscarle de un modo directo, e independientemente de toda suposición.

8. Aquí habría acabado la lucha con mi escala, si hubiera hallado un termómetro que sustituir al primero. Las observaciones comenzadas, se iban a inutilizar, y he aquí un poderoso motivo que me anima: 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. "*El calor del agua hirviendo es proporcional a la presión atmosférica: la presión atmosférica es proporcional a la altura sobre el nivel del mar: la presión atmosférica sigue la misma ley que las elevaciones 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 puede darnos las elevaciones de los lugares sin necesidad del barómetro y con tanta seguridad como él*". ¿Será este 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? Siendo tan claras, ¿se habrían ocultado a Reaumur, Delisle, Fahrenheit, Deluc y Sucio? El libro más reciente que tengo es Sigaud, le consulto de nuevo, no hallo nada que se parezca a mi teoría. Indica, es verdad, un método de medir las alturas por el termómetro, pero ¡qué diferente!, ¡qué imperfecto! Habría suprimido el del calor del agua, si hubiera sido conocido al tiempo que escribía? Por lo menos concluyo, hasta esta época no se ha pensado en él. La simplicidad de los principios, la claridad de las ideas, me inspiraban, a pesar de estas reflexiones, una gran desconfianza. Es posible, me volvía a preguntar, que se hayan ocultado estas pequeñeces, a unos hombres tan grandes? Es verdad que la Historia nos presenta ejemplos que

no se pueden leer sin humillación. Quién creyera que los antiguos que poseyeron el arte de hacer el vidrio, no alcanzaron a usar de él para defenderse del aire y del frío, sin privarse de la luz? Que los peruanos que erigieron unos edificios que hacen nuestra admiración, no supieron formarse unas ventanas? Puede ser que a estos sabios, ocupados siempre de grandes objetos, se hayan escapado estas ideas. ¡Qué dudas! ¡Qué suerte tan triste la de un americano! Después de muchos trabajos, si llega a encontrar alguna cosa nueva, lo más que puede decir es: no está en mis libros. Podrá algún pueblo de la tierra llegar a ser sabio, sin una acelerada comunicación con la culta Europa? ¡Qué tinieblas las que nos cercan! ¡Pero ah! ya dudamos, ya comenzamos a trabajar, ya deseamos. Esto es haber llegado a la mitad de la carrera. Cuál es ese genio bienhechor que nos ha conducido hasta este término? Mutis llega a nuestras costas, la luz raya sobre nuestro hemisferio, levanta el grito, y despierta a este mundo aletargado. Ilustre sabio, yo os veo en este momento cercado de una gloria, que vuestros más implacables enemigos no os podían arrebatar. Mutis nos trajo las primeras nociones de las ciencias. Si aún no somos sabios, no es culpa vuestra: todo se debe imputar a nuestra pereza, y a esa funesta adhesión a nuestras antiguas preocupaciones. Si correspondiendo a vuestras miras paternales seguimos la gloriosa carrera que nos habéis abierto; si hacen progresos las ciencias entre nosotros; si alguno quiere reproducir en el nuevo mundo a Montueta, Bailli, Andrés, si se escribe la historia literaria de la América, Mutis estará al frente, Mutis será el padre de nuestras luces. Yo me desví sin advertirlo, he dado con el objeto de mi amor y de mi delirio. Mis paisanos, los jóvenes que aspiran a la sabiduría, querían que olvidando la materia de este ensayo de Memoria, se convirtiese en el panegírico del autor de sus luces. ¡Qué objeto!, ¡qué héroe! Tiemblo, no me atrevo a tocarlo. Las cenizas de Fontenelle y de Tomás, los genios sucesores de estos sabios, reclamarían sus derechos: no quiero disputarlos: pongo en sus manos un material que no es digno de las mías: me contento con no ceder a ninguno de ellos en mi amor, y con hablar del agua hirviendo, y del termómetro.

9. Sean conocidas o nuevas, yo debo perfeccionarlas, me decía, debo consultar la experiencia. Si lo primero, tendremos un ejemplo de que una misma verdad se presenta al mismo tiempo a muchos: compararemos los trabajos del europeo con los del hijo de Popayán, veremos los caminos que han seguido, sus resultados, y tal vez unos corregidos por los otros, perfeccionarán esta teoría. Aun cuando haya salido perfecta de las manos del primero, no habría perdido mi trabajo. Mis observaciones en este caso, serían unos hechos que la confirmen, probarán que es general, que bajo la línea, a pequeñas latitudes, en todas las elevaciones, los resultados son iguales a los de la zona templada, y que no influyen en ella, ni la distancia, ni el clima. Si lo segundo, no es, de-

cía, no es una pereza reprehensible abandonar una materia que puede tener resultados importantes?

10. Estas reflexiones me inspiran un valor superior a los obstáculos que me rodean, me hacen tomar la resolución de trabajar en cuanto esté de mi parte. Pero por dónde debo comenzar? Qué principios deben guiarme en mis indagaciones? Solo, aislado, sin luces, sin libros, sin instrumentos, mi mano debe formar, yo he de ser el creador de cuanto necesite para poder dar un paso en los trabajos proyectados. El primero debe ser una observación del calor del agua en Popayán con un termómetro exacto. ¡Qué dificultad! Aún no he comenzado, ya estoy detenido en mis trabajos. Nada me acobarda: indago con el mayor cuidado, y de todos modos, si existe alguno en Popayán, ¡y en qué manos! Descubro dos, el uno de espíritu de vino, que no me podía servir; el otro de mercurio hace el objeto de mis deseos: lo consigo sin dificultad, era de Dollond, cerrado en Londres: examino el término del hielo, y lo hallo exacto: no puedo sujetar a igual examen el término superior, y lo supongo bien establecido: divido el espacio fundamental en 80°: le adopto un nonio que subdivide en diez partes cada grado: tomo agua de lluvia, la hiervo, sumerjo el termómetro, avivo el fuego, el mercurio se detiene, se fija en 75° 7': salto de contento: ¡qué cerca de mis primeras conjeturas! (1). Mis ideas se comienzan a confirmar por la experiencia. Depongo por este momento mis escrúpulo: adopto 28^p del barómetro al nivel del mar, y 80° del termómetro por calor del agua a esta presión; conozco que este es de los 75° 7' a 22^p 10' 9 en Popayán: emprendo el cálculo de lo que debe variar por una pulgada en el batrómetro: obro así (2):

$$\begin{aligned} 28^p - 22^p 11' &= 5^p 1 = 61' \\ 80^\circ - 75^\circ 7' &= 4^\circ 3 \\ 61' : 4^\circ 3 :: 12' : \frac{12 \cdot x \cdot 4^{\circ 3}}{61} &= 0^{\circ} 8 \end{aligned}$$

grados de x ó — en el termómetro de Reaumur por 12' de x ó — de — en el barómetro: ¡qué bien había adivinado el *algo menos* del Dr. Martine! (2)

11. Con este resultado, comienzo un cálculo inverso: emprendo conocer por él, y por el calor del agua en Popayán la altura del barómetro que le corresponde

$$\begin{aligned} 0^{\circ} 8 : 12' :: 4^{\circ} 3 : \frac{4^{\circ} 3 \cdot x \cdot 12'}{0^{\circ} 8} &= 64' = 5^p : 4' 28^p - 5^p 4' = \\ &= 22^p 8 \end{aligned}$$

altura del mercurio en el barómetro que corresponde a Popayán. No difiere de la que indica este instrumento, sino en 2' 9. Este resultado tiene una precisión superior a mis esperanzas; pero no me satisface: resucitan mis escrúpulos, mis dudas se aumentan. ¡Cuántos principios de error se presentan a mi imaginación! La impureza del agua, la forma

(1) Véase el núm. 4 de este ensayo.

(2) Tomando un número redondo, porque 0'1 de más es despreciable en nuestro caso y complicaría el cálculo sin fruto.

de la vasija, la altura del barómetro en nuestros mares, el exponente, la escala, y sobre todo mi poca práctica en este género de experiencias, me afligen; me avergüenzo de mi flojedad, me reprendo: entro en nuevas reflexiones: para remover obstáculos, distingo los que me parecen invencibles, de los que no lo son; sólo queda la altura del barómetro en el mar, entre los primeros: los segundos no exigen sino paciencia y trabajo para desaparecer.

12. A este tiempo un amigo (1) quiere que le acompañe a una bella casa de campo, que posee en las faldas de la famosa Cordillera de los Andes, situada a muchas toesas sobre el nivel de Popayán. No pierdo esta ocasión: manifiesto a mi amigo mis ideas, hallo las más favorables disposiciones en él, y animados del mismo zelo, partimos con nuestros instrumentos. ¡Qué actividad, qué costancia la del compañero de mis trabajos! No se desdeña de hacer los oficios más penosos y humildes. A pesar de la educación bárbara que se le dio en su juventud, ha sabido sacudir las preocupaciones; conoce el camino de la verdad, trabaja con utilidad propia, y de sus compatriotas. Libros, instrumentos, luces, hé aquí el objeto de su ambición. ¡Cuánto debo a este amigo generoso! La mitad de la gloria, si alguna merecen estos pequeños trabajos, a él le pertenecen. Estoy seguro, que a no haberme auxiliado con su persona, y con sus bienes, estarían ya mis ideas sepultadas en el olvido. Faltaría a las leyes del reconocimiento, si no le diera este testimonio de mi gratitud y amor.

13. Hacemos muchas experiencias en Poblasón (2), subimos a un cerro inmediato nombrado Buena-Vista, observamos el calor del agua; los resultados son aproximados y tienen el mismo grado de precisión, que el hallado para Popayán. Nuevas pruebas de la incertidumbre de la altura media del ba-

rómetro en el mar. ¡Qué elemento tan necesario para mis indagaciones! ¿Cómo asegurarse, cómo saber con exactitud la altura de esta columna sobre nuestras costas? O verificarla bajando a ellas, o dirigir el cálculo de modo que no exija este principio: tomo este camino, y el modo de ejecutarlo es el siguiente.

14. Hago a Popayán el centro de mis operaciones: fijo la altura media del mercurio en esta ciudad, de un modo escrupuloso y seguro: determino el calor del agua destilada en su nivel, por repetidas experiencias: refiero a este mis observaciones y destierro de mis cálculos el principio de 28° al nivel del mar. Cuando por nuevas y exactas observaciones, conocemos este principio fundamental, no tendremos sino aplicarlo, sin alterar en nada los resultados de mis observaciones.

15. Los cálculos relativos al nivel de Popayán con el exponente 0° 8 me manifiestan que es preciso aumentarlo, y resuelvo un viaje a la cordillera. Rectifico de nuevo mis instrumentos: destilo agua que sujeto a las pruebas de la solución de plata (*nitrate de plata*) y de mercurio (*nitrate de mercurio*), y provisto de lo necesario, parto el 22 de julio de 1801.

16. Antes de exponer los resultados de mis trabajos sobre esta famosa cadena de montañas, es preciso saber que la altura del barómetro en Popayán por mis últimas observaciones hechas con el mayor cuidado, es de 22° 11' 2": es decir, 0' 3 mayor que la que asignamos anteriormente, y que el calor del agua a esta presión es 75° 65 de la escala de Reaumur.

17. En un sitio nombrado Las Juntas, hago mi primera observación. El barómetro se sostuvo aquí en 21° 9' ó 14' más bajo que en Popayán: hiervo el agua; el licor del termómetro se detiene en ella a 74° 5: calculo el exponente por esta observación.

Altura del barómetro en Popayán....	22° 11' 20	Calor del agua en Popayán.....	75° 65
En las Juntas	21° 9' 00	En las Juntas	74° 50
Diferencia	1° 2' 20	Diferencia	1° 15

$$1^{\circ} 2' 2 = 14' 2 : 1^{\circ} 15 :: \frac{12' 12. x. 1^{\circ} 15}{14.2} = 0^{\circ} 971 \text{ grados de Reaumur por } 12' \text{ del barómetro.}$$

18. Subo un poco más; hago mi segunda observación en Paispamba, pequeña hacienda a 5 leguas al

S. de Popayán. El barómetro se sostiene en 20° 9' 1 y el calor del agua es de 73° 5.

Altura del barómetro en Popayán....	22° 11' 20	Calor del agua en Popayán.....	75° 65
En Paispamba	20° 9' 10	En Paispamba	73° 50
Diferencia	2° 2' 10	Diferencia	2° 15

$$2^{\circ} 2' 1 = 26' 1 : 2^{\circ} 15 :: 12' : \frac{12. x. 2^{\circ} 15}{26.1} = 0^{\circ} 938 \text{ grados del termómetro de Reau. por } 12' \text{ del barómetro.}$$

19. Mi alegría fue extrema al ver el resultado de esta segunda observación. ¡Qué conformidad en el exponente! No difiere del primero sino en 0° 017 milésimas, cantidad que no la puede indicar el más delicado instrumento.

20. Animado por unos resultados tan felices, doy un paso más: subo a un cerro al E. de Paispamba llamado *Sombreros*: el barómetro se mantiene en 19° 6' 5: el agua a 72° 4.

(1) El Dr. D. Manuel María Arboleda, Vicario general del Obispado de Popayán.

(2) Este es el nombre de la casa de campo de mi amigo a 3 leguas al E. de Popayán.

Altura del barómetro en Popayán....	22 ^p 11 ^l 20	Calor del agua en Popayán.....	75° 65
En Sombreros	19 ^p 6 ^l 05	En Sombreros	72° 40
Diferencia	3 ^p 5 ^l 15	Diferencia	3° 25

grados del termómetro de Reaumur por 12^l del barómetro.

21. Hé aquí un resultado acorde con los antecedentes; hé aquí tres observaciones que demuestran, que más de nueve décimas de un grado en el termómetro de Reaumur de x ó — en el calor del agua, corresponden a 12^l del barómetro.

22. Resuelvo subir más: llego a la cima de otro cerro llamado *Tambores*. El barómetro se mantiene aquí a 18^p 11^l 6: el agua a 71° 75.

Altura del barómetro en Popayán....	22 ^p 11 ^l 20	Calor del agua en Popayán.....	75° 65
En Tambores	18 ^p 11 ^l 60	En Tambores	71° 75
Diferencia	3 ^p 11 ^l 60	Diferencia	3° 90

$$3^{\text{p}} 11^{\text{l}} 6 = 47^{\text{l}} 6 : 3^{\circ} 90 :: 12^{\text{l}} : \frac{12. x. 3^{\circ} 90}{47.6} = 0^{\circ} 983 \text{ grados del termómetro de Reaumur por } 12^{\text{l}} \text{ del barómetro.}$$

23. Me lleno de satisfacción al ver este último número, se disipan mis dudas, me confirmo en la incertidumbre sobre la altura del barómetro en el mar, y conozco que más de nueve décimas es el exponente verdadero: que la presión que indica el barómetro no se distingue de la que da el calor del agua; y en fin, que mis ideas están comprobadas por la experiencia.

24. Emprendo un nuevo trabajo: combino las más satisfactorias: las elijo con prudencia, y con precaución, pues se trata de fijar un exponente que va a ser el fundamento de todos los cálculos posteriores: tomo las observaciones de las *Juntas* y de *Sombreros*, y calculo de nuevo el exponente.

Altura del barómetro en las Juntas...	21 ^p 9 ^l 00	Calor del agua en las Juntas.....	74° 60
En Sombreros	19 ^p 6 ^l 05	En Sombreros	72° 40
Diferencia	2 ^p 2 ^l 95	Diferencia	2° 02

$$2^{\text{p}} 2^{\text{l}} 95 = 26^{\text{l}} 95 : 2^{\circ} 2 :: \frac{12. x. 2^{\circ} 0}{26.95} = 0^{\circ} 979 \text{ grados del termómetro de Reaumur por } 12^{\text{l}} \text{ del barómetro.}$$

25. Hago lo mismo con las observaciones de Pais pamba y Tambores.

Altura del barómetro en Paispamba...	20 ^p 9 ^l 10	Calor del Agua en Paispamba.....	73° 50
En Tambores	18 ^p 11 ^l 60	En Tambores	71° 75
Diferencia	1 ^p 9 ^l 50	Diferencia	1° 75

$$1^{\text{p}} 9^{\text{l}} 5 = 21^{\text{l}} 5 : 1^{\circ} 75 :: 12 \frac{12. x. 1^{\circ} 75}{21.5} = 0^{\circ} 976 \text{ grados del termómetro de Reaumur por } 12^{\text{l}} \text{ del barómetro.}$$

26. No podemos ya dudar, que más de nueve décimas es el exponente verdadero. Fijemos de una vez este elemento suspirado. Reúno en una suma los seis resultados, parto por el número de ellos, y el cociente 0° 974 es el número que buscamos, expresa la cantidad de x y — en el termómetro de Reaumur por 12^l del barómetro.

Calor del agua en Popayán.....	75° 65
En Tambores	71° 75
Diferencia	3° 90

$$0^{\circ} 974 : 12^{\text{l}} :: 3^{\circ} 90 \frac{3^{\circ} 90. x. 12}{0.974} = 48^{\text{l}} 05 = 4^{\circ} 0^{\text{l}} 05$$

Como Tambores está sobre el nivel de Popayán, resto este resultado de la altura del barómetro en esta ciudad.

27. Ya estamos en el caso de resolver el problema. *Dado el calor del agua hirviendo de un lugar, hallar la elevación del mercurio en el barómetro, que le corresponde, y su altura sobre el nivel del mar.*

Altura del barómetro en Popayán....	22 ^p 11 ^l 20
Resultado	4 ^p 00 ^l 05
Residuo	18 ^p 11 ^l 15

altura del barómetro en Tambores.

Comparemos el resultado del cálculo, con la observación que hice sobre ese cerro.

28. Como el exponente 0° 974: a 12^l :: así la diferencia del calor del agua del lugar con el de Popayán, por ahora, o con el del mar cuando se conozca: a un número de pulgadas, líneas, etc. del barómetro que se quitarán si el lugar está sobre, y se añadirán si está debajo del nivel de Popayán: con el mar siempre se quitarán de su altura. Ensayemos aplicar estos principios.

Altura del barómetro en Tambores...	18 ^p 11 ^l 60
Altura del barómetro calculada por el calor	18 ^p 11 ^l 15
Diferencia	00 ^p 00 ^l 45

29. El calor del agua en Tambores es 71° 15: se pide la altura del barómetro, que le corresponde.

30. No se puede desear mayor exactitud. Si queremos una expresión general de este cálculo, sean:

a—la altura del barómetro en Popayán o el mar.
b—calor del agua en los mismos lugares.
c—el exponente.
e—12 líneas.
d—calor del agua en un lugar cualquiera.
z—altura del barómetro en él.

$$\text{Valdrá } x \cdot \frac{b - d \cdot x \cdot e}{c} = z \text{ para Popayán}$$

$$a - \frac{b - d \cdot x \cdot e}{c} = z \text{ para el mar.}$$

31. Bajo de estos principios he calculado las alturas del barómetro que corresponden a los lugares en que he observado el calor del agua, como llevo referido, y de otros en que observé a mi regreso a Popayán. La tabla siguiente presenta de una ojeada los lugares, calor del agua en la escala de Reaumur y de Fahrenheit, las alturas del barómetro observadas, y las mismas calculadas por el calor del agua con las diferencias entre unas y otras.

Lugares	Calor del agua, T. R.	Calor del agua, T. F.	Alturas del Barómetro observadas	Alturas del Barómetro calculadas por el calor del agua	Diferencias
Popayán	75° 65	202° 21	22 ^p 11 ^l 20		
Juntas	74° 50	199° 62	21 ^p 9 ^l 00	21 ^p 9 ^l 04	x 0 ^l 04
Paispamba	73° 50	197° 37	20 ^p 9 ^l 10	20 ^p 8 ^l 72	— 0 ^l 38
Sombreros	72° 40	194° 90	19 ^p 6 ^l 05	19 ^p 7 ^l 15	x 1 ^l 10
Tambores	71° 75	193° 43	18 ^p 11 ^l 60	18 ^p 11 ^l 15	— 0 ^l 45
Estrellas	73° 30	196° 87	20 ^p 7 ^l 00	20 ^p 6 ^l 25	— 0 ^l 75
Poblasón	74° 30	199° 17	21 ^p 6 ^l 90	21 ^p 6 ^l 59	— 0 ^l 31
Buenavista	73° 80	197° 05	21 ^p 1 ^l 15	21 ^p 0 ^l 50	— 0 ^l 65

32. Siete observaciones del calor del agua, siete alturas del barómetro calculadas por ellas, y comparadas con las observaciones, que no difieren sino en cantidades, que nuestros instrumentos no nos pueden indicar, que en seis, no llega el error a una línea, y en otra no pasa de 1^l1, anuncian un modo seguro para medir las elevaciones de los lugares sin el auxilio del barómetro.

33. Este era el estado de mis trabajos cuando me fue preciso pasar a Quito, por intereses particulares. Me alegraba de una ocasión que se me iba a presentar para poder multiplicar mis observaciones,

en niveles tan diferentes, como tienen los países que era preciso atravesar. A pesar de los deseos que me animaban de ponerlas en práctica, no pude hacer sino tres: la una en el valle abrasador de Patía; la otra en Pasto, y la última en Quito. Aun éstas no se habrían verificado, sin el socorro de un amigo zeloso e ilustrado, que era mi único compañero de viaje. No puedo dejar de nombrarle, como una muestra de mi reconocimiento (1).

La pequeña tabla siguiente representa de un golpe los resultados:

Lugares	Calor del agua, T. R.	Calor del agua, T. F.	Alturas del Barómetro observadas	Alturas del Barómetro calculadas por el agua hirviendo	Diferencias
Herradura	78° 50	208° 62	25 ^p 11 ^l 85	25 ^p 10 ^l 31	— 1 ^l 54
Pasto	73° 60	197° 60	20 ^p 2 ^l 00	20 ^p 3 ^l 18	x 0 ^l 10
Quito	73° 05	196° 30	20 ^p 9 ^l 85	20 ^p 9 ^l 95	x 1 ^l 18

34. La llegada del señor Barón de Humboldt, se acercaba: espero con impaciencia a este joven sabio por salir de mis dudas. Con su trato me confirmo, en que la altura media del mercurio al nivel del mar en la vecindad del ecuador es dudosa, y que absolutamente ignoramos, el calor del agua en el mismo. Manifiesto mi método, pregunto si es nuevo. Cree este sabio, a primera vista, que Sucio había trabajado bajo esta idea: ve sus manuscritos, y me contexta: *Sucio no ha pensado como V. en agua hirviendo: sus trabajos se han limitado al temple de la atmósfera: asigna 640 pies de altura por un grado en el T. y yo he observado que va muy bien este expediente en el pico de Teide cuando el día es sereno, y no se obra en lugares elevados.* Desde este momento entro en posesión de este, si se puede llamar, pequeño descubrimiento. ¡Qué diferencia del método

de Sucio al mío! ¡qué imperfecto el primero! ¡qué precario! Sucio no es sino el perfeccionador de las ideas de Heberden, ideas expuestas a los mayores errores, casi impracticables, y que exigen el juicio, y la prudencia de un físico experimentado para poderlas aplicar con suceso. ¿Cómo es posible, que el temple de la atmósfera variando hasta el infinito sobre un mismo nivel, en que influye el lugar, la reflexión, un viento, una nube, la hora, pueda servir con fijeza para determinar la elevación? Aun cuando se supongan dos observadores que de convenio observen al mismo momento; ¿cuántas causas locales, y particulares a cada estación alterarán el licor del termómetro? ¡Qué raro! ¡Qué difícil hallar un día perfectamente sereno! Y solo esta circunstancia, ¡qué limitado hace el método de Heberden y Su-

(1) El doctor Toribio Miguel Rodríguez, abogado en Quito.

cio! Por el contrario, el del agua hirviendo presenta toda la comodidad, toda la precisión que se puede apetecer. Que sea el tiempo sereno, nublado, frío, caloroso, con viento, que el observador esté a cubierto, o expuesto, el agua hirviendo indicará siempre en el termómetro un calor proporcionado a la presión.

35. Por otra parte: el exponente 640 pies por un grado en el barómetro es un exponente relativo a la altura, y es menester variarlo en los lugares bajos, en los medios, en los elevados, sin lo cual estaría el método expuesto a los más groseros errores, y en contradicción con la teoría. Este exponente constante, es lo mismo que le diésemos uno al barómetro, como lo hace Paulian, asignando 12 toesas de altura por una línea de menos en este instrumento. Es preciso no estar iniciado en la Física, para admitir un principio tan erróneo. Los trabajos hechos en Quito a principios del siglo pasado, hacen ver, que en la elevación de Caraburín, ya es necesario subir 17 toesas para que el barómetro baje una línea. Yo pienso que todo exponente constante relativo a la altura, es un absurdo.

36. No se pueden objetar estos defectos a mi exponente. El es relativo a la presión, aumenta la altura en donde se disminuye esta, es relativo al barómetro, y todas las indagaciones sobre la ley y la progresión, que conviene a este instrumento, se acomodan y convienen al calor del agua, pues ambos no tienen otro fundamento, que la presión atmosférica. El señor Barón de Humboldt a quien he manifestado una parte de mis ideas, creyó que mi exponente tenía los mismos defectos que el de Sudio; pero meditando la cosa, convino conmigo en esta precisa propiedad de mi exponente que le distingue de todos.

37. Este mismo sabio, me objetó, que el calor del agua variaba a la misma presión hasta un grado. Yo habría suscrito con el mayor gusto, a una autoridad tan respetable, si hubiera autoridad contra la experiencia. Una larga práctica me ha enseñado, que el calor del agua a igual presión, es invariable, observando con las precauciones convenientes. La autoridad de todos los físicos apoya mi modo de pensar. De otro modo, ¿podía haber termómetros comparables? ¿No es esta invariabilidad del calor del agua hirviendo a la presión de 28^p el fundamento del término superior de la escala de todos los termómetros? Es verdad que a los primeros hervores no ha adquirido el agua todo el calor de que es capaz, pero avivando el fuego, aumentando el hervor hasta su máximo, adquiere siempre el mismo calor.

38. Se podía creer que este método exige grandes termómetros para obtener la presión; pero ya dije lo que la experiencia me ha enseñado en este punto. El termómetro que he usado en todas mis observaciones, tiene de largo 11 pulgadas 1 línea de pie de rey, y cada grado en la escala de Reaumur 1 pulgada 15 líneas, espacio demasiado grande para admitir una subdivisión considerable. Por medio de un nonio he dividido cada grado en 10 partes, y perci-

bo hasta una media décima con la mayor claridad. Los resultados de mis experiencias tienen tal grado de precisión, que las mayores diferencias no pasan de 1½ líneas en el barómetro; y esta diferencia, espero que se corregirá con observaciones posteriores, hechas con más cuidado y mejores instrumentos.

39. He apreciado los errores que se pueden cometer con esta escala, y he hallado, que si el observador es tan poco atento, que llegue a errar en 0° 1 en el termómetro, produce solamente 1' 25 en el barómetro. Si se advierte, que es muy difícil engañarse en esta cantidad, se convendrá en que el método del calor del agua tiene tanta exactitud, y quien sabe si más, que el termómetro; en fin, que merece ponerse en práctica.

40. Todos los que tienen alguna práctica del uso del barómetro, convienen en que es un instrumento de difícil transporte, voluminoso, mucho más expuesto que el termómetro, y que el montarlo bien exige mil cuidados y atenciones, de que no es capaz el común. Sólo la purificación del mercurio, ¿qué inteligencia no requiere? Si añadimos la preparación del tubo, el modo de llenarlo, purgarlo de aire, de escala, el cálculo de rectificación, concluiremos, que este instrumento no puede salir de mano de los físicos: jamás puede vulgarizarse, y jamás pueden multiplicarse sus observaciones, porque jamás pueden vulgarizarse estos conocimientos. El termómetro es de poco valor, su transporte cómodo, no hay que purificar, no hay que llenar, no hay que purgar el aire, no exige cálculo de rectificación, en fin, no necesita como el barómetro otro instrumento auxiliar para obtener un resultado preciso.

41. Se pueden simplificar de tal modo las observaciones del calor del agua que el más ignorante, el menos versado en materia de Física pueda por sí solo hacerlas, y calcular las elevaciones. Añadiendo al termómetro una escala que indique las pulgadas del barómetro, es inútil el cálculo de reducción expuesto arriba, y se puede suprimir.

42. Ya he trabajado sobre esta escala, y en los principios sobre que se debe formar. La fracción 0° 974 de la escala de Reaumur equivale a 12' o a una pulgada del barómetro. Si se multiplica por 12, 13, 14, etc. hasta hallar un producto sin fracción, o con esta, fácil de verificarse con el compás, y se toma en la escala del termómetro tantos grados como unidades tiene el multiplicador, se tendrán los extremos de la escala del barómetro. Hagamos más perceptible este método. El producto de 0° 974 por 19, es 18° 506; despreciemos las 6 milésimas como una cantidad infinitamente pequeña e insensible en la práctica: tendremos que 18° 5 de la escala de Reaumur, corresponden a 19^p del barómetro. Tomo sobre la escala del termómetro 18° 5, los paso a la izquierda desde el término superior hacia abajo; divido este espacio en 19 partes, y quedan expresadas en el termómetro las pulgadas del barómetro: aplico un nonio que subdivida a estas en 24 partes, y tengo una escala que me da hasta media línea del barómetro. ¡Ah! es preciso no haber saludado esta

materia, para no suscribir a estos principios! No hay barómetro con barómetro, no hay tubo con tubo. Sus diferencias en un mismo lugar, con el mismo mercurio, la misma escala, llegan hasta $4\frac{1}{2}$ líneas: diferencia espantosa, nacida del calibre y de las atracciones, a que no está sujeto el termómetro ni el método del calor del agua. Conozco las variaciones a que están expuestos los termómetros cerrados y preparados del mismo modo; pero comparadas con las del barómetro, me parece que los resultados son más uniformes los del termómetro, que los del barómetro. ¡Ah! si los estrechos límites en que me ha encerrado mi escasa fortuna me hubieran permitido, si los obstáculos hubieran sido menores, yo hablaría ahora de un modo positivo, podría valuar los errores y compararlos; pero no puedo; me han faltado instrumentos, facultades, ocasión.

43. La figura adjunta representa mi termómetro con la misma extensión que tiene: en ella se ve con la mayor claridad la escala común para el calor, y la que indica la altura del barómetro. ¿Habremos unido en un pequeño instrumento los célebres descubrimientos de Drobhel y Torricelli? Los sabios, la experiencia decidirán este problema.

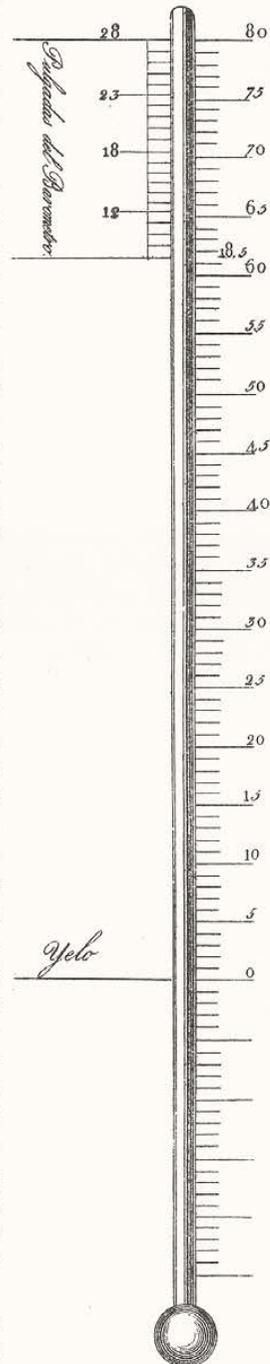
44. Esta no es una Memoria, es un ensayo para formarla. ¡Cuántos trabajos, cuántas observaciones faltan que hacer para darle la última mano! Cuántas atenciones, que yo he omitido por la escasez de mis instrumentos, son preciso observarlas y practicarlas! Todas las alturas del barómetro hechas en Popayán, Poblason, Juntas, Tambores, etc., no las he podido corregir de los defectos del frío y del calor, a falta de un termómetro que me indicase el temple de la atmósfera, al momento que mi único termómetro me daba el calor del agua. ¿Quién sabe si las pequeñas diferencias que he hallado provienen de falta de rectificación?

45. Cuando yo pienso que a poca costa, y en poco

tiempo, puede adquirir esta materia todo el grado de perfección de que es capaz, cuando me veo en las inmediaciones del más bello lugar que se puede hallar sobre la tierra, que parece que la naturaleza le formó con este designio, salgo de mí, y ardo en deseos de verificarlo cuanto antes. Chimborazo, esta masa colosal, situado por $21\frac{1}{2}^{\circ}$ de latitud austral, cuyas faldas descienden directamente hasta las costas del Pacífico, y sobre quienes corre el camino que une a Quito con el Puerto de Guayaquil, presenta toda la extensión y toda la comodidad imaginable para observar el calor del agua desde el término de la nieve hasta el nivel del mar. Si es verdad que el barómetro se sostiene en aquél a 16 pulgadas, se pueden verificar doce observaciones de pulgada en pulgada hasta las 28, en Guayaquil. Aquí, verificando la altura media y el calor del agua sobre la costa misma, se habrían echado los fundamentos de una teoría, se habría perfeccionado el método más sencillo, el menos costoso, y tal vez el más seguro, de medir las montañas, y la elevación de todos los lugares.

46. Las utilidades parecen notorias. Apenas hay ciudad, apenas hay pueblo, en que no se halle un termómetro en manos de algún particular: este es sin contradicción, el instrumento más generalizado, y se puede decir, que a cien termómetros apenas se puede obtener un barómetro: el método es fácil, la observación sencilla, y proporcionada al alcance común. ¡Qué esperanzas tan lisonjeras concibo, que dentro de un corto número de años podemos conocer la elevación de todos los pueblos! Este cuerpo de observaciones, ¡qué conocimientos tan extensos nos proporcionará, sobre la forma de los continentes, sobre las corrientes del agua, sobre las misteriosas revoluciones de esta costa del globo que habitamos! Este material puesto en manos de los sabios sucesores de Woodward y de Buffon, producirá una teoría de la tierra mejor fundada, menos poética, más católica.

47. Cuando por una serie de trabajos, haya comparado el calor del agua destilada con el del agua de lluvia, cuando haya dado la última mano a mi Memoria, sobre las precauciones necesarias para hacer este género de observaciones, estaremos en el caso de no necesitar sino de un simple termómetro, y de una lluvia, para medir todas las montañas, todos los valles y todos los lugares. Si esta comparación la hacemos con el agua de fuente, también habrá duplicado la comodidad. Si se advierte que la pureza del agua no se necesita para las alturas relativas, no deja qué desear este método. Tántos jóvenes laboriosos, que, faltos del barómetro, arden en deseos de trabajar! de cuántas observaciones nos enriquecerán! Ya me parece que los veo a todos en movimiento, que tomando sus termómetros escalan las montañas más espantosas, que descienden gradualmente al fondo de los valles abrasadores, que se forman nivelaciones de las cuatro partes del mundo, que con ellas se desploman los sistemas de unos filósofos, que se erigen sobre sus ruinas otros nuevos, que



se levanta un ángulo del velo, y da un paso la Geología. Pero esto es mucho: apenas conocemos el momento presente, ¿qué podemos decir de los futuros? No usurpemos los derechos de la posteridad, aspiraremos a merecer su reconocimiento o a lo menos que no se nos reprenda de pereza.

Apéndice

No quise perder la brillante ocasión de comparar mis miserables instrumentos con los del señor Barón de Humboldt, y hacer lo mismo con las observaciones verificadas en los lugares que nos eran comunes. Sólo en Popayán habíamos observado ambos el calor del agua. Este ilustre viajero había hallado que el agua llovediza había hecho subir el licor del termómetro en esta ciudad a 203° 3 de Farenheit, cuando el agua destilada me daba 202° 21, es decir, casi un grado menos. Me sorprendí al ver tan enorme diferencia, pues el agua de lluvia no puede producir un grado de más en el termómetro. ¿Estará el error, me decía en nuestros instrumentos? Si lo hay, seguramente recaen sobre mi termómetro. Deseando salir de la duda, suplico al señor Barón, que me confíe el mismo termómetro que le había servido en Popayán para su observación: me concede traerlo a mi casa, lo pongo al lado del mío, deajo que adquieran la temperatura de mi aposento, y hallo que el del señor Barón está justamente un grado más alto que el mío. ¿Pero cuál de los dos está fuera de la temperatura verdadera? El hielo es el mejor camino que se me presenta para salir de mi incertidumbre; sumerjo ambos termómetros en él, y veo con admiración que el bello termómetro de Nairne se detiene un grado sobre la congelación y a 33° de Farenheit cuando el mío bajaba con la mayor exactitud a 0° de Reaumur, y 32° Farenheit. Por consiguiente, es necesario quitar 1° de los resultados de las observaciones hechas con este instrumento. Así, 203° 3 — 1° 0 = 202° 3, y quitando 0° 1 por haber sido con agua de lluvia, quedan nuestras observaciones perfectamente acordes: la del señor Barón será 202° 20, y la mía a 202° 21. Hé aquí dos termómetros de autores de escala de tiempos diferentes, dar el mismo calor, al mismo nivel, cuando nuestros barómetros se sostienen bien diferentes. El señor Barón halla que su barómetro en Popayán se mantiene en 23^p 3^l 4: el mío a 22^p 11^l 2: y el de Bouguer a 22^p 10^l 7, casi cinco líneas más bajo que el primero. ¿Cuál es el termómetro que, graduado con inteligencia, dé tan grande diferencia? ¡Ah!, parece que la experiencia comienza a confirmar que el calor del agua en diferentes termómetros, es más constante, menos variable, que la columna de mercurio en barómetros distintos.

Otra de las observaciones de este sabio, que confirma de un modo notable mis ideas, es la del calor del agua en Santa Fe. He visto que su termómetro subió en esta capital a 198° 6 de Farenheit: si quitamos un grado de error en el instrumento, quedarán 197° 6 — 0° 1 por ser agua de fuente, tendremos

195° 5 el calor del agua en Santa Fe, que son 73° 55 de Reaumur. Calculemos con este calor la altura que mi barómetro debía dar en esta ciudad.

Calor del agua en Popayán.....	75° 65
En Santa Fe	73° 55
Diferencia	2° 10

$$0^{\circ}974 : 12 :: 2^{\circ}1. \frac{2^{\circ}1. x. 12}{0^{\circ}974} = 25^{\circ}8 = 2^{\text{p}} 1^{\text{l}} 8$$

de menos que en Popayán.

Altura del barómetro en Popayán.....	22 ^p 11 ^l 20
— 2 ^p 1 ^l 80	

Altura de mi barómetro en Santa Fe..	20 ^p 9 ^l 40
--------------------------------------	-----------------------------------

El año de 1796, he observado y publicado (*Correo Curioso*) que mi barómetro se sostenía en esta ciudad, en su mayor elevación a 20^p 8^l 0. No difiere pues, el cálculo de la observación sino en 1^l 4 y no hay barómetros que no den entre sí mayores diferencias.

Lo mismo podemos hacer con Guadalupe. El señor Barón halló que el calor del agua sobre este cerro es de 194° 6 — 1° 0 = 193° 6 — 0° 1 = 193° 5 que hace 71° 77 de Reaumur.

Calor del agua en Popayán.....	75° 65
En Guadalupe	71° 77
Diferencia	3° 88

$$0^{\circ}974 : 12 :: 3^{\circ}88 : \frac{3^{\circ}88. x. 12}{0^{\circ}974} 47^{\circ}8 = 3^{\text{p}} 11^{\text{l}}$$

de menos que en Popayán.

Altura del barómetro en Popayán.....	22 ^p 11 ^l 20
— 3 ^p 11 ^l 80	

Altura de mi barómetro en Guadalupe=	18 ^p 11 ^l 40
--------------------------------------	------------------------------------

En 1796 hallé 19^p justas (*Correo Curioso*) que no difiere de la calculada, sino en 0^l 6. No se puede desear más exactitud.

Quito, Abril de 1802. *Francisco José de Caldas*

* * *

APENDICE

CARTA DEL CAMINO DE MALBUCHO

desde Ibarra hasta la embocadura del río Santiago y bahía de San Lorenzo levantada en julio y agosto de 1803

Por D. Francisco José de Caldas

Lugares	Latitudes	Longitudes respecto a Quito
+ Villa de Ibarra	0° 19' 42"	0° 26' 30"
+ Salinas	0° 31' 46"	0° 23' 28"
+ Quajara	0° 31' 44"	0° 21' 54"
+ Malbucho	0° 48' 51"	0° 06' 58"
Cachujacu	0° 49' 43"	0° 02' 40"
+ Licta	0° 52' 06"	0° 00' 25"
Lombrizero	0° 53' 29"	0° 03' 21"
Alto Tambo	0° 54' 39"	0° 05' 55"
Alto Carlos Augusto ..	0° 54' 50"	0° 05' 58"
Tablazonos	0° 57' 12"	0° 07' 21"

Lugares	Latitudes	Longitudes respecto a Quito
Guarzo Ventanillas ..	0° 59' 31"	0° 09' 39"
Guarzo de Machay ...	1° 00' 13"	0° 10' 30"
Mina de Bogotá	1° 00' 57"	0° 12' 40"
+ San Miguel	1° 02' 56"	0° 15' 04"
+ Carondelet	1° 04' 10"	0° 16' 42"
Porquera	1° 01' 12"	0° 20' 00"
Embocad. de Cayapas.	1° 01' 00"	0° 36' 30"
Palma	1° 06' 00"	0° 40' 00"
Vigía	1° 11' 00"	0° 49' 35"
Limonas	1° 16' 00"	0° 42' 24"
San Pedro	1° 22' 10"	0° 36' 00"
San Lorenzo	1° 15' 25"	0° 29' 40"

NOTA

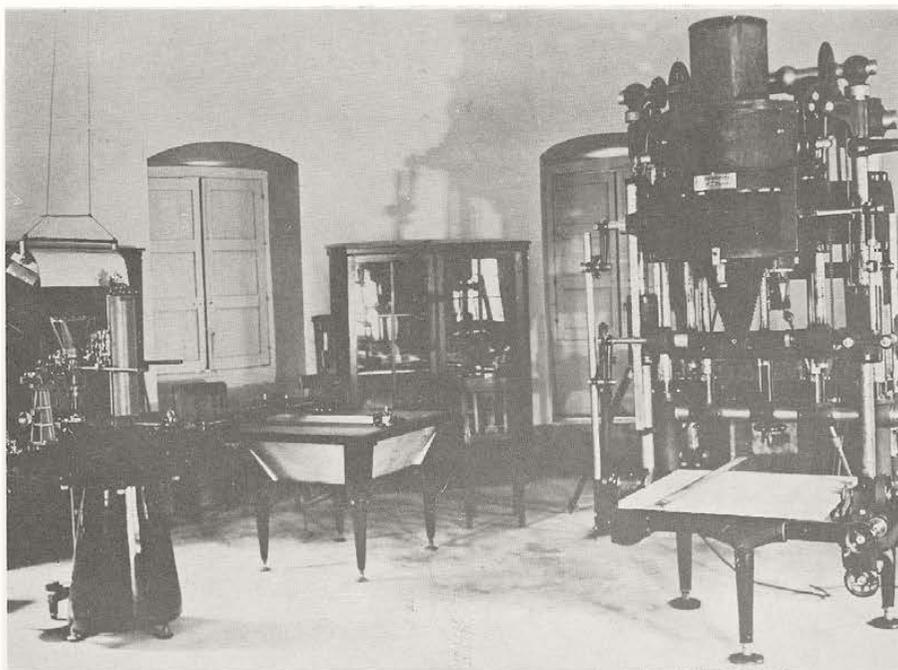
Esta carta se extiende 1° 30' en longitud, y 1° 5' en latitud, desde 0° 20' hasta 1° 25' en el hemisferio boreal. Hemos usado de la magnitud del grado que determinaron MM. los Académicos del Viaje al Ecuador, de 56.750 toesas, o de 132.416 varas castellanas. Las distancias de Ibarra a Malbucho, y de Malbucho a Carondelet, se han medido escrupulosamente a cordel, y hemos hallado en la primera 85.750 varas, y en la segunda 82.699. De Carondelet a la Vigía, que es la parte navegable de este camino, hemos hallado 88.100. Nuestras distancias en esta parte se han deducido de la velocidad de nuestro buque, observada con el mayor cuidado y frecuencia. Tenemos, pues, que la longitud total del camino de Malbucho, desde Ibarra hasta las costas del Océano Pacífico es de 256.555 varas castellanas, que hacen 51,3 leguas legales de 5 mil varas cada una, y de 26,5 al grado. Las declinaciones de la aguja se han observado en todos los lugares en que el sol y las circunstancias nos lo han permitido. Hemos conocido que la declinación se aumenta por grados casi insensibles en razón de la latitud, y tomando un medio, la hemos establecido generalmente en toda la extensión de esta carta de 6° 45' N. E., atendiendo, que el aumento es de poca consideración para el intento. Las latitudes de Ibarra, Salinas, Guajara, Malbucho, Licta, San Miguel, Carondelet y Boca de San Pedro se han determinado astronómicamente, por alturas meridianas del sol y de las estrellas, con un cuarto de círculo de Im. Bird, a doble nonio. Las de los puntos intermedios las hemos deducido de aquellas, combinadas con nuestros rumbos y medidas. Pero merecen tanta confianza como las astronómicas, si se advierte que las mayores diferencias que hemos hallado no pasan de 4". La latitud de Licta deducida de la de Malbucho, de nuestras medidas geodésicas, y de nuestros rumbos corregidos, con 6° 45' nordeste, es de 0° 52' 9" 5; y nuestra determinación astronómica por muchas alturas meridianas del sol, es de 0° 52' 6", cuya diferencia 3" 5 no pasa de 4". A pesar de haber transportado un telescopio acromático de tres pies, y de hallarse Júpiter separado del sol, no pudimos determinar astronómicamente

ningún punto de longitud, porque las nubes siempre nos han robado aquel planeta. Nuestras longitudes son solamente el resultado de medidas y rumbos, combinadas con la de Quito, cuyo meridiano tomamos por fundamento en los trabajos de este género. No delineamos sino lo que hemos visto y recorrido, dejando lo demás en blanco, para que se pueda distinguir nuestro trabajo del de los geógrafos que nos han precedido. Naturalmente se divide este camino en tres partes: la 1ª alta, desnuda de bosque, y de unos temperamentos suaves, en que el termómetro de Reaumur no sale de 10° 20' sobre la congelación: la 2ª baja, cubierta de bosque espeso, y elevado, y en que el termómetro va desde 13° hasta 21°, y en fin, la 3ª casi al nivel del Océano Pacífico, anegadiza, y toda ella navegable: su calor de 19° — 24° R. En la 1ª llueve poco, en la estación de las lluvias, y nada en los meses de junio, julio, agosto y septiembre; las explosiones eléctricas 2h después de la culminación del sol, poquísimo granizo y sequedad. Los mosquitos, zancudos, chinches, pulgas, con alguna abundancia, aunque no tanta como vamos a ver. En la 2ª llueve con la mayor abundancia casi todo el año: las explosiones eléctricas abundantes y 6h después de la culminación del sol; ningún granizo; y la humedad sin límites: los mosquitos y zancudos se aumentan algo. En la 3ª llueve con más abundancia, las explosiones eléctricas más frecuentes, más abundantes y a 9h ó 10h de la culminación: los mosquitos en una abundancia imponderable. Las producciones naturales de los países que abraza esta costa, tienen un lugar en ella, y hemos escrito su nombre en los lugares en que las hemos visto. Esto a más de dar una idea de lo físico del país, interesa a la Historia Natural y al comercio. Como la parte cubierta de bosque de este camino no ha sido frecuentada jamás, se hallan muchos arroyos, altos, etc., sin nombre: hemos creído que teníamos derecho para ponérselos, como lo hemos verificado. En lugar de tomarlos arbitrariamente, en lugar de llamar a este Palmar, a aquel Zapotal, por un árbol que se halló aquí, y una palma en aquél, les hemos dado el de los hombres benéficos, patriotas y sabios, que han trabajado en la abertura de este camino, o en la Geografía de nuestros países. No se extrañe, pues, hallar en esta carta los nombres de Caluma, Pose, Bello, Maldonado, Tritz, Maquin, Ulloa y Juan: y sobre todos, los ilustres de Mutis y de Pombo (1), bajo cuya dirección y expensas, se ha levantado este trozo interesante de nuestra Geografía. El conocimiento de este país, su extensión, naturaleza, posibilidad de atravesarlo, las dudas que tanto tiempo han agitado al Gobierno y a todo buen patriota, disipadas las esperanzas de un comercio activo, y de una felicidad próxima, afirmadas sobre medidas y observaciones exactas; son bienes que debemos a la ilustración y a la generosidad de estos dos ilustres ciudadanos. Si ellos no nos hubiesen apoyado y provisto de luces y de buenos instrumentos, el camino de Malbucho y su posibilidad sería un

(1) D. José Ignacio, hijo de Popayán, avencidado en Cartagena.



Pabellón del péndulo libre de "Shortt", a temperatura constante



Aspecto del salón bajo, antes de trasladar al Instituto Geográfico Militar, el estereó-autógrafo "Wild" y el aéreo-cartógrafo "Photogrametrie" que allí se encontraban

problema por resolver. ¡Cuánto os debe, almas generosas, la Provincia de Quito! ¡Cuánto el que escribe esta línea! El, inflamado del más vivo reconocimiento, os la consagra, y suplica la aceptéis con la misma bondad, con que le habéis protegido. El embarcadero lo hemos consagrado al Presidente Barón de Corondelet, bajo de cuyas órdenes y por cuyo celo, vemos realizar este camino, que va a hacer la felicidad pública.

En fin, el monte más elevado que se halla en el camino de estos bosques, y que carecía de nombre, lleva el de *Carlos Augusto*, bajo cuyo reynado se ejecuta.

Quito y febrero 6 de 1804 (1).

Francisco José de Caldas

* * *

Adenda que en el folleto publicado en Burdeos puso sin duda alguna Don J. M. del Real, quien lo mandó imprimir, para encarecer los méritos y servicios de Caldas.

(1) Esta carta debe existir en la Secretaría del Gobierno de Quito, en la Suprema de Indias, y en los papeles de Mutis, a quien es regular mandase Caldas una copia, y quizás a Pombo.

En otro manuscrito de Caldas, consta que describió el curso de los ríos Mira, Bogotá (el de la costa), Santiago y Coyapal: que sondeó el puerto de la Tola, y lo estableció en $1^{\circ} 24'$ latitud boreal: que formó un perfil barométrico desde el océano hasta las nieves eternas de Imbabura: que fijó los términos del oro, del agua salada, de las mareas, fundado en más de 300 observaciones barométricas. Estableció la altura del mercurio al nivel del mar, y el calor del agua hirviendo. Estas observaciones las había seguido hasta 1809, en que tenía bastantes para una obra original de la materia.

En 1802 remitió Caldas al señor Mutis una Memoria sobre la nivelación de las plantas que se cultivan en la vecindad del Ecuador: fruto de su viaje de Popayán a Quito en 1800. De este ensayo había concebido la idea de formar cartas botánicas de todo el Reino, en las que se verían los Andes en perfil desde cuatro y medio grados de latitud austral, hasta cuatro y medio de latitud boreal: la altura en que nace cada planta, el clima que necesita, y en cuál prospera mejor: para cuya obra tenía las observaciones y datos necesarios.

En julio de 1802 recorrió los Corregimientos de Ibarra y Otavalo, y levantó la carta apoyado en observaciones astronómicas y geodésicas: midió las montañas de Cotacachi, Mojanda e Ibarra, y entró al cráter de este último volcán. Aquí comenzó a coleccionar los materiales para la Geografía de las plantas de la Nueva Granada.

En junio y diciembre de 1802, observó los solsticios en Quito para fijar la latitud de esta ciudad, que miraba como centro de sus operaciones científicas, para deducir la oblicuidad de la elíptica, y compararla con la Jorge Juan, Ulloa, La Condamine, etc. Estas observaciones las verificó con un cuarto de círculo, que el Barón de Humboldt dio para él.

Recorrió los bosques de Intac, en solicitud de quinas; levantó la carta; halló la primera especie de quina, y coleccionó materiales para la Geografía de las plantas. Visitó el bello y espacioso valle de Alausi: levantó su carta, coleccionó plantas; vio las reliquias de las famosas pirámides; diseñó los despojos de este monumento desgraciado y comparó su barómetro con el de Jorge Juan, Ulloa, La Condamine, etc. Visitó varios monumentos de los antiguos habitantes de aquellas regiones.

Subió tres veces al Pichincha: reconoció su cráter inmenso, y a esta prodigiosa elevación hizo observaciones sobre el calor del agua, presión atmosférica, término constante de la nieve, el de la vegetación en el Ecuador y barométrica, etc., que aumentaron los materiales para la "Nivelación y Geografía de las plantas".

En su residencia en Quito, se dedicó a fijar de un modo irrevocable su posición, por haber grado y medio de incertidumbre en los resultados de los trabajos de los astrónomos del Ecuador. Aunque no pudo lograr la observación del eclipse de sol de 1804, ni la ocultación de Antares por la Luna, en el mismo año, como fenómenos interesantes para las longitudes, puso su atención en los eclipses de los satélites de Júpiter, y quedó en estado de pronunciar sobre este punto importante de la Geografía del Reino. Las observaciones, cálculos y resultados los tenía en sus manuscritos, para publicarlos, luego que con vista de las Efemérides de Europa, les diese todo el grado de precisión. Estos manuscritos contenían muchísimos trabajos sobre las refracciones de los Andes, y la observación del último paso de Mercurio por el sol, que logró felizmente en Otavalo.

En 1804 recorrió Latacunga, Ambato, Riobamba, Alausi, Cuenca y Loja: levantó la carta de estos países apoyada en observaciones astronómicas y geodésicas: fijó su elevación sobre el mar, el calor del agua en ellos, su temperatura, meteoros y plantas. Entró a los desiertos de Píbaro, Tangualo, Macuchi, coleccionó dos quinas y otras plantas, y reconoció los antiguos socavones de las minas del Conde. Se ocupó mucho en la vista de los Andes, y fisonomía de los volcanes. Diseñó y midió las bellas fortalezas y palacios de los Antiguos Incas, situados en Callu, Tatum-cañar, Cucumada, Zaragura y otros.

Escaló la terrible montaña de Alausi, en la que adquirió muchos conocimientos, para sus objetos favoritos, Geografía, plantas y barómetro. En Cuenca rectificó su plano y topografía: recorrió los bosques de los alrededores y coleccionó muchas plantas. Recorrió también a Cañar, Bueste, Delec, Azogues, Taday, Paute, Gualco, Baños y Tarqui. Cinco especies de quinas, centenares de plantas, determinaciones barométricas y astronómicas, la carta y una lápida de los Astrónomos del Ecuador fueron los frutos de estas correrías. En Cuenca observó más de 50 veces la latitud y el paso de Theta de Antinoo. Esta observación era capital, estaba consignada en la lápida, y fue la que decidió sobre la figura de la tierra.

En Loja, se dedicó a su Geografía, y determinar su posición, y altura sobre el mar, la temperatura, etc. de esta ciudad célebre, por la producción de la mejor quina que conocemos. Urito-Singa, Cajanuma, Malucal, Ulibamba, y otros departamentos fueron el teatro de sus operaciones astronómicas y botánicas. En ellos formó los diseños de todas las quinas, que produce Loxa, describiéndolas menuda y escrupulosamente, y formó un hermoso herbario de ellas, que existe en la biblioteca de Mutis, el que sirvió para fijar a este sabio sobre las dudas que tanto han agitado en Europa las disputas entre los botánicos de la Expedición del Perú, y D. Francisco Zea, sobre si la "Naranjada" de Bogotá era la misma que la de Loja, y sobre la que aun el señor Barón de Humboldt opinó distintamente, pues al Excmo. Señor Virrey dijo en 7 de noviembre de 1802 que las de Urito-Singa, y otras especies de Loxa, eran las mismas que el célebre Mutis describió y determinó en Santa Fe. A Mutis dijo que la "Naranjada" era una variedad de la de Loja; y a Caldas en carta de 30 de septiembre de 1802, fechada en Trujillo, le dice que la quina de Loja, la fina, es verdaderamente diferente a la "Naranjada lancifolia" de Mutis, por el tamaño de los estambres, y los tubérculos axilares. Lo que excitó a Caldas a recoger todas las noticias, y cuanto pudiese contribuir a este punto interesante.

En 1806, regresó a Santa Fe, recorrió los montes de Zipacón, Anolaima, Mesa de Juan Díaz, de Limones, Melgar, Cunday, Pandi y Fusagasugá para completar sus conocimientos y trabajos en el ramo de quinas, que lo pusieron en estado de asegurar había visto vivas todas las del Virreinato de Santa Fe, en sus mismos lugares nativos. Por los diseños de Caldas, se formaron las grandes láminas que existen en la Flora de Bogotá, y Mutis mandó se publicasen en su nombre y el de Caldas.

En el regreso de Quito a Santa Fe, trabajó en los objetos dichos hasta aquí, en Guaca, Fusa, Provincia de los Pastos, Pasto, Popayán, Quilichao, Caloto, cercanías de Cali, Guanacas, Plata, Timaná, Neiva, etc., y reconoció las quinas de Guaca, Berruecos, Popayán, y las bellas de la Ceja, Plata y Aguabendita. Corrigió la posición en longitud de Guaca, Guachucal, Santa Lucía, Popayán, Matarredonda, la que hace variar la carta de Maldonado en esta parte.

Tenía escritos dos volúmenes acerca de las costumbres, industria, agricultura, tintes, recursos, población, enfermedades, vicios, letras, etc., de los pueblos que visitó en sus correrías.

El resumen de sus trabajos hasta 1805 se reduce a un herbario de cerca de seis mil esqueletos: dos volúmenes de descripciones: muchos diseños de las plantas más notables: cortezas de las útiles: algunos minerales: los materiales necesarios para formar la carta geográfica del Virreinato de la Nueva Granada: la carta botánica: la carta zoográfica; los perfiles de los Andes en más de nueve grados: la altura geométrica de las montañas más célebres: más de mil quinientas alturas de diferentes pueblos y montañas, deducidas barométricamente: un gran número de meteorológicas: un volumen de observaciones astronómicas y magnéticas: algunos animales y aves. Todo este material contenido en diez y seis cargas, lo presentó a Mutis, y debe existir en la Expedición Botánica de Santa Fe, pues aunque Caldas lo reclamó después de la muerte de Mutis, para arreglar los trabajos y publicarlos, no lo consiguió.

El Observatorio astronómico, que levantó Mutis en Santa Fe, lo estrenó Caldas, montando los instrumentos, que aún existían en las cajas en que fueron de orden del Rey, y tiró en él una exacta meridiana, y siguió una serie escrupulosa de observaciones, como deben constar en los diarios desde 1805 hasta 1808, en que murió Mutis.

ALMANAQUE DE LAS PROVINCIAS UNIDAS DEL N. R. DE GRANADA PARA EL AÑO BISIESTO DE 1812, TERCERO DE NUESTRA LIBERTAD, CALCULADO POR FRANCISCO JOSEF DE CALDAS Y TENORIO, DIRECTOR DEL OBSERVATORIO ASTRONOMICO DE SANTAFÉ DE BOGOTÁ

*En Santafé de Bogotá, Capital de Cundinamarca.
En la Imprenta Patriótica de D. Nicolás Calvo.
Año de 1811*

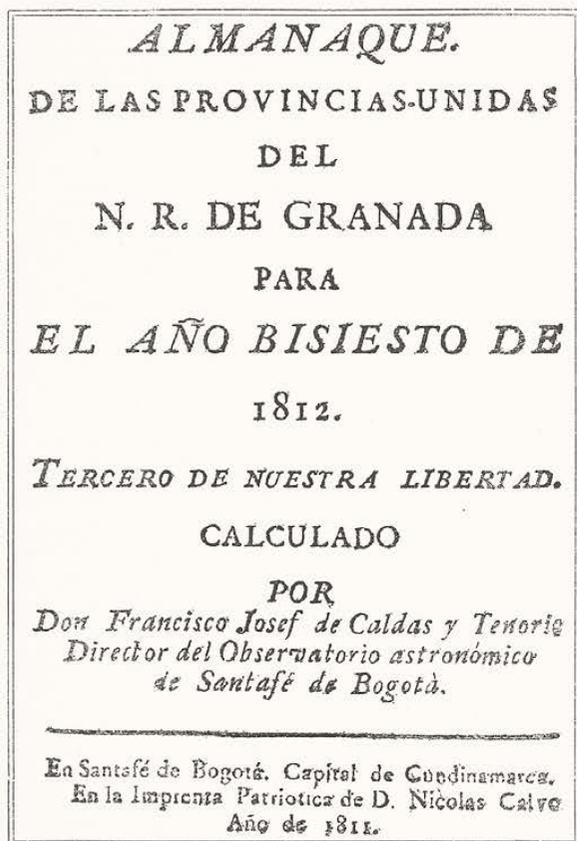
PREFACION

Hemos mejorado considerablemente todas las partes del Almanaque, y hemos dado una nueva forma a muchos de sus artículos. Las Epocas, estos puntos de reposo en que el tiempo parece que se detiene en su carrera, estos puntos, por decirlo así, de apoyo sobre que descansan los siglos, y todas las revoluciones del género humano, se han aumentado y dividido en épocas de la Historia Santa, y Eclesiástica, de la Historia profana, y de la Historia de las Ciencias. Las primeras se distinguen de las otras como la verdad de la fábula. Ellas fixan la incertidumbre de todos los pueblos sobre el origen del mundo: ellas nos enseñan los castigos y las bondades del Señor, los progresos de los pueblos, de las artes, de la moral, y de los vicios: ellas son las únicas antorchas que nos alumbran en medio de las tinieblas de los primeros tiempos. “Quando las historias profanas, dice un sabio, no cuentan sino fábulas, o a lo menos hechos confusos, o medio olvidados,

la Escritura, es decir, el libro más antiguo que existe sobre la tierra, nos refiere distintamente la creación del Universo, ya del hombre, su felicidad original, su caída, sus miserias, sus debilidades, la corrupción de su posteridad, el diluvio”. . . Las segundas son necesarias para ordenar los hechos dispersos de los diferentes pueblos, que constituyen la historia profana. Las terceras, ya lo hemos dicho, interesan más al filósofo que la batalla de Arbelas, o la toma de Babilonia. Poco importa saber en qué año usurpó Alejandro el Imperio de los persas; pero siempre gustamos ver la antigüedad de las invenciones útiles, y de aquellos descubrimientos asombrosos que honran al ingenio humano.

Deseosos de facilitar algunas operaciones sobre latitudes, longitudes, declinación de aguja, meridianos. . . hemos puesto a la cabeza de cada mes la longitud, declinación y semidiámetro del Sol, con la longitud del nudo ascendente de la Luna. La obliquidad de la eclíptica, tan necesaria en los cálculos astronómicos, la ponemos de tres en tres meses al frente de nuestro Almanaque. Los eclipses de sol, y los de Luna, como tan interesantes en la determinación de las longitudes terrestres, van calculados en tiempo verdadero para meridiano de todas las ciudades principales del Reyno.

Insertamos por primera vez los apulsos que son visibles en toda la extensión del N. R. de Granada. No conoce la Astronomía cosa más exacta para la determinación de las longitudes. El rigor geométrico no hace ventajas a las ocultaciones de las fixas por la Luna. Quando aquél exige aparatos, gastos enormes, años, en lugar proporcionado, quando los mares detienen al geómetra en su carrera, los apulsos ligan los continentes más distantes por medio de un simple telescopio y de un péndulo astronómico. Las observaciones de estos fenómenos es fácil, y no pide sino algún cuidado de parte del observador. El hombre menos instruído en materias de Astronomía puede hacer este género de observaciones, y puede contribuir a los progresos de las ciencias y particularmente a la perfección de nuestra Geografía. El año presente es de los más estériles en esta especie de fenómenos, pues sólo presenta tres visibles en todo el Reyno. Indicamos el momento de la inmersión, y de la emersión de la estrella, y añadimos el punto del limbo de la Luna por donde debe salir. Esta advertencia es muy necesaria para dirigir toda la atención hacia aquella parte, y no malograr el fenómeno. ¡Oxalá que nuestros esfuerzos en este ramo espinoso de la Astronomía no sean infructuosos! Oxalá que los hombres ilustrados se apliquen a ejecutar estas observaciones! ¡Oxalá que los Gobiernos de Cartagena y de Caracas las hagan verificar por los pilotos o ingenieros que tengan en sus puertos! Este es el único camino que tenemos para sa-



Facsimile de la portada de este curioso folleto, de 49 páginas, con cubierta toscamente encuadrada en papel amarillo; y de las siguientes dimensiones: 10 cm. por 15 cm.

car a nuestra Geografía de las tinieblas en que yace. Bien pueden los Arébalos, los Talledos surcir retazos, ensamblar provincias, y embarrar papel, los productos de esas combinaciones no serán otra cosa que cartas monstruosas, y errores amontonados. Ya es tiempo de despertar del letargo y de formar nuestra Carta sobre nuestras propias observaciones. Hemos de esperar que el europeo venga a medir y a descubrir nuestros países? No es vergonzoso al nombre americano tener que mendigar su propia Geografía de las manos de los Bonnes, de los Metelles, de los Cruces, Danvilles y Rochettes? Si hemos sacudido el yugo político de Europa, sacudamos también esta dependencia científica que nos degrada, y que nos mantiene en una infancia literaria más ignominiosa que la esclavitud misma. Fundemos escuelas de Matemáticas, cultivemos la Astronomía, y los ramos que dependen de ella: erijamos templos augustos a Urania, y robemos, por medio de esfuerzos generosos, esta gloria exclusiva hoy al europeo orgulloso.

Nada influye más, dice Lamarck, en las revoluciones de la atmósfera que los movimientos de la Luna. La velocidad con que recorre el Zodíaco este satélite en 29 días, que dentro de este período estrecho pasa dos veces por sus equinoccios, por sus límites, y por el zenit de los pueblos que se hallan dentro de ellos; que ya se acerca o se retira de la tierra, que unas veces la baña con su luz, que se la presta a medias, o que se la deniega enteramente, que dos veces cada día eleva o deprime la masa inmensa del Océano, que tan presto reanima con su presencia el polo del norte como el antártico; estos movimientos, digo, tan variados como velozes trastornan, modifican, alteran el flúido atmosférico, y hace que se sucedan los vientos, el granizo, la lluvia, las borrascas, y la serenidad. Ese sabio meteorologista suspira por observaciones de este género hechas dentro de los trópicos y en las cercanías de la Línea. Llenemos, pues, este vacío en una ciencia que tiene relaciones inmediatas con la Agricultura, con las comodidades de la vida y con nuestra salud.

Para facilitar todo, para que todos puedan ser útiles a la Meteorología, indicamos todos los puntos lunares, es decir las Sizigias, Quadraturas, Perigeo, Apogeo, Lunisticios, Equinoccios, etc. Estas voces técnicas, y por esto desconocidas del común, merecen una definición, para que el labrador, el negociante, el viagero... puedan con inteligencia aplicar y aprovecharse de sus observaciones sobre los meteoros. Sizigia es lo que vulgarmente se llama oposición y conjunción. Quadratura es quando el disco de la Luna tiene la mitad iluminado, y oscura la otra mitad, o lo que se llama cuarto creciente, o cuarto menguante. Apogeo es quando la Luna está más retirada de la tierra, y por decirlo así más alta. Perigeo, por el contrario, es quando está más cercana de la tierra, o más baxa. Lunisticio es el día en que la Luna acercándose a uno de los polos parece que se detiene para retrogradar hacia el opuesto; hay dos, el uno al lado del Norte, que se llama Lu-

nisticio boreal, y el otro al lado del Sur, que se llama Lunisticio austral. Equinoccio lunar es el momento en que la Luna pasa de un hemisferio a otro cortando el Equador, y recorriéndolo aquel día en apariencia. Hay también dos: el Equinoccio de Aires, y el de Libra. Luna eclíptica es el día en que la Luna llega a sus nudos y atraviesa la eclíptica, lo que sucede dos veces en cada revolución lunar. En fin, zenit es el punto en que corresponde en el cielo perpendicularmente sobre nuestras cabezas.

Las indulgencias concedidas por los Papas y las Iglesias Parroquiales y de los Regulares se han organizado de nuevo por hombres ilustrados en estas materias eclesiásticas, y que son ajenas de nuestra profesión (*). El ceremonial está conforme a nuestra Constitución y al último reglamento del Poder Legislativo, quien ha desterrado las voces humilladoras de Besamanos que supo inventar el despotismo para degradar la dignidad del hombre, y hollar la magestad de los pueblos. Se han sustituido a éstas las de Asistencia, Corte, para indicar las funciones religiosas, y políticas de las Corporaciones públicas.

Sólo nos falta añadir que la primera parte del Almanaque que anunciamos en la Memoria 9 del Semanario del N. R. de Granada no se publica por falta de subscriptores. Sentimos que nuestro Almanaque no pueda nivelarse con los de Caracas, y del Perú; pero nos consolamos que hemos hecho quanto ha estado de nuestra parte para darle aquel grado de perfección que anuncia un pueblo ilustrado y libre.

* * *

Almanaque para 1812

EPOCAS

de la Historia Santa y Eclesiástica

De la creación según el texto hebreo (*)..	5812
De la muerte de Abel	5682
De la muerte de Adán.....	4886
Del Diluvio universal	4160
De la construcción de la torre de Babel....	4060
De la vocación de Abraham.....	3733
Del incendio de Sodoma.....	3709
Del sacrificio de Isaac.....	3683
De la venta de José por sus hermanos....	3540
De la muerte de Jacob.....	3501
De la muerte de José.....	3447
Del nacimiento de Moyses.....	3383
De la libertad en Egypto.....	3304
De la ley escrita dada en el Sinay.....	3304
De la fundación del Templo de Salomón...	2827
Del cisma de Israel.....	2792
De la cautividad de Babilonia.....	2400

(*) Todo quanto publicamos sobre esta materia lo debemos a los SS.DD. D. Santiago de Torres, y D. Josef Ignacio Lozada, y a los RR. PP. Fr. Francisco Ley, Fr. Juan Josef Mercha, Fr. Agustín Fernández, Fr. Antonio González, y Fr. Matías Callosa que han querido comunicarnos las gracias e indulgencias que se han concedido a sus respectivas Religiones, e Iglesias.

(*) Mucha es la variedad de los Cronologistas, y muchas las dudas sobre el origen del mundo: mayores son las que hay sobre su fin; sólo tenemos seguro el momento presente; aprovechémoslo consagrándolo a la verdad, y a la virtud.



Pabellón del electroscopio. (Observatorio Astronómico)



Anteojo colimador y torre de los anemómetros. (Observatorio Astronómico)

De la libertad por Cyro.....	2350
Del restablecimiento de los muros de Jerusalén por Nehemías.....	2257
De la entrada de Alejandro en Jerusalén...	2145
De la versión de los setenta.....	2905
De la muerte de los Macabeos.....	1980
Del reynado de Herodes Idumeo en la Judea	1846
El cetro cae de las manos de Judá: el fin de las semanas de Daniel se acercan; las profecías de Jacob se cumplen; el templo de Jano se cierra en Roma, y el Deseado va a aparecer entre los hombres.	
.....	
<i>Del Nacimiento de Nuestro Señor Jesucristo,</i> la época más célebre del universo, y el centro de todos los designios del Señor sobre la salud del género humano.....	1812
Del establecimiento de la cátedra de S. Pedro en Roma.....	1769
Del sitio de Jerusalén por Vespasiano....	1744
De la ruina de Jerusalén por Tito.....	1742
De la paz de la Iglesia por Constantino...	1500
Del primer Concilio general en Nicea....	1487
Del último Concilio general en Trento....	267
De la Corrección Gregoriana.....	230
Del Pontificado de N. Ssmo. P. Pío VII..	13
<i>De la Historia Profana</i>	
De la construcción de los muros de Babilonia por Semíramis.....	3972
De la elevación de las pirámides de Egipto	3852
De la fundación de Atenas.....	3394
De la fundación de Troya.....	3021
De la expedición de los Argonautas.....	3106
De la fundación de Cartago.....	3071
De la ruina de Troya.....	3021
De la promulgación de las leyes de Licurgo	2706
De la institución de los Juegos Olímpicos por Ifito	2696
De la fundación de Roma.....	2565
De la promulgación de las leyes de Solón..	2436
De la expulsión de los Tarquinos y abolición de la dignidad real de Roma.....	2311
Del combate de Marathon.....	2302
Del combate de Termópilas.....	2292
Del combate naval de Salamina.....	2292
De la batalla de Platea.....	2291
De la batalla de Leuctres.....	2192
De la derrota de Darío por Alejandro....	2145
De la batalla de Arbelas.....	2143
Del triunfo de Alejandro en Babilonia....	2137
De la muerte de Alejandro.....	2136
De la primera guerra púnica.....	2076
De la batalla de Cannas.....	2028
De la ruina de Cartago.....	1958
De la ruina de Numancia.....	1945
De las proscripciones de Sylla.....	1894
De la batalla de Farsalia en que expiró la libertad romana	1860
Del suicidio de Catón.....	1858
Del asesinato de César.....	1856

De la batalla de Actium.....	1842
Del suicidio de Cleopatra.....	1842
Del incendio de Roma por Nerón.....	1798
Del incendio del Capitolio por un rayo....	1624
De la muerte de Carlo-Magno.....	998
Del descubrimiento de la América.....	302
De la independencia de los Estados Unidos de la América del Norte.....	29
Del reynado de Fernando VII.....	5
De los asesinatos de Quito, en que perecieron los ilustres americanos y mártires de la libertad, Morales, Salinas, Quiroga y 300 más	3
De la caída de Amar, y libertad de Santafé	3
De la publicación de la Constitución de la Provincia de Cundinamarca.....	2
De la derrota de Tacon, por los ilustres Baraya y Cabal en Palacé, y principio de la libertad en Popayán	2

De la Historia de las Ciencias

De la publicación de la Iliada de Homero.	2787
De la observación más antigua que tenemos en Astronomía (un eclipse de Luna).....	2557
De la publicación de las fábulas de Fedro.	2384
De la invención de los signos del zodiaco..	2384
De la invención del Cyclo de Methon....	2245
De la muerte de Archimides en Syracusa..	2042
De la medida del grado por Eratóstenes...	1962
De la reformación del Calendario por César	1857
De la erupción del Vesubio en que fueron sepultadas las ciudades de Herculano y Pompeya	1833
De la invención de la imprenta.....	370
De la aplicación del telescopio a la Astronomía por Galileo	203
Del descubrimiento de las manchas solares por Juan Fabricio	201
Del descubrimiento capital de las leyes planetarias por el inmortal Kepler.....	194
De la muerte de Kepler.....	181
De la primera observación de Mercurio sobre el disco del Sol por Gasendo.....	181
De la condenación de Galileo (*).....	179
De la primera observación de Venus sobre el Sol por Horrox	173
De la muerte de Galileo.....	170
De la invención del barómetro por Torricelli	169
De la aplicación de este instrumento a la medida de las montañas por Paschal.....	165
De la invención de la máquina pneumática por Otto Guerik	158
Del descubrimiento del anillo de Saturno por Huyghens	157
De la aplicación del péndulo al rodage por Huyghens	156

(*) ¡Qué espectáculo tan singular, dice Bailly, ver a un anciano cubierto de canas por el estudio, por los años, y por sus servicios hechos a los hombres, de rodillas delante del libro más respetable abjurar la verdad a los ojos de la Italia que había ilustrado, a pesar del testimonio de su conciencia, y contra la naturaleza entera que manifiesta la revolución de la tierra sobre su eje!

De la invención del cálculo infinitesimal por Newton y por Leibnitz 146
 De la fundación de la Academia de las Ciencias de París por Luis XIV..... 146
 De la medida del grado por Picart..... 141
 Del descubrimiento de la disminución de la gravedad hacia el ecuador por Richer..... 140
 Del descubrimiento del movimiento progresivo de la luz por Roemer..... 136
 De la publicación de la obra inmortal "Philosophiæ naturalis principia mathematica", de Newton 126
 Del incendio de la Biblioteca de Copenhague 84
 De la invención del pararrayo por Franklin 55
 Del descubrimiento del planeta Herschel.. 31
 De la invención de los globos aerostáticos por los hermanos Montgolfiers..... 29
 De la fundación del Observatorio astronómico de Santafé por D. Josef Celestino Mutis 10

* * *

Sistema planetario según los últimos Descubrimientos

- ☼ Sol, centro del sistema y foco de la luz.
- ☿ Mercurio.
- ♀ Venus.
- ♁ Tierra; con un satélite o Luna.
- ♂ Marte.
- ♃ Júpiter, con quatro satélites o Lunas.
- ♄ Saturno, con dos anillos concéntricos y 5 Lunas.
- ♁ Herschel con ocho satélites, o Lunas.
- ♁ Pizazzi, descubierto por Mr. Pizazzi, Astrónomo de Palermo.
- ♁ Olbers, descubierto por Mr. Olbers.
- ♁ Hércules, descubierto por Mr. Olbers.
- ♁ Harding, descubierto por Mr. Harding.

Hay, pues, en nuestro sistema 12 planetas primarios, 2 anillos y 18 secundarios; entre todos, 32 cuerpos opacos que ruedan al rededor del sol.

* * *

Signos del Zodíaco

- ♈ — Aries
- ♉ — Taurus
- ♊ — Gemini
- ♋ — Cancer
- ♌ — Leo
- ♍ — Virgo
- ♎ — Libra
- ♏ — Scorpious
- ♐ — Sagittarius
- ♑ — Capricornius
- ♒ — Aquarius
- ♓ — Pisces

Fases de la luna

- ☾ — Cuarto creciente.
- ☽ — Luna llena.
- ☾ — Cuarto menguante.
- ☾ — Luna nueva.

Cómputos Eclesiásticos

Ciclo lunar: 8 — Indicción Romana: 15
 Epacta: XVII — Letras dominicales E. D.
 Ciclo solar: 1 — Letra del Martirologio, 3

Quatro Témporas

Primeras: 19, 21 y 22 de Febrero.
 Segundas: 20, 22 y 23 de Mayo.
 Terceras: 16, 18 y 19 de Septiembre.
 Quartas: 16, 18 y 19 de Diciembre.

Fiestas Movibles

Septuagésima: 26 de Enero.
 Sexagésima: 9 de Febrero.
 Quinquagésima: 9 de Febrero.
 Ceniza: 12 de Febrero.
 Ramos: 22 de Marzo.
 Pasqua: 29 de Marzo.
 Quasimodo: 5 de Abril.
 Letanías: 4, 5 y 6 de Mayo.
 Ascensión: 7 de Mayo.
 Pentecostés: 17 de Mayo.
 Santísima Trinidad: 24 de Mayo.
 Santísimo Corpus Christi: 28 de Mayo.
 Prim. Dom. de Adviento: 19 de Noviembre.

Obliquidad aparente de la Eclíptica

Enero 1º	23°27'33"8
Abril 1º	23°27'34"9
Julio 1º	23°27'34"3
Octubre 1º	23°27'35"4
Diciembre 1º	23°27'34"8

Eclipses de sol y de luna

"..... Cœlique vias et sidera monstrent Defectus Solis varios, Luneque labores".

En este año habrá seis eclipses, quatro de sol y dos de luna. 1º el 12 de Febrero: Eclipse de sol invisible en el Observatorio y en el Reyno. La conjunción verdadera a 3 h. 3' 18" de la tarde, en la longitud de 10, sig. 23 grad. 2 minut. 15 seg. boreal.

2º El 26 de Febrero; Eclipse total de luna visible en el Observatorio y en el Reyno. El principio, medio, y fin están indicados en la tabla siguiente para todas las ciudades principales del N. R. de Granada. Las horas se cuentan a estilo astronómico.

Cálculo del eclipse total de luna del 26 de Febrero

Santafé	10.57	11.42	12.55	13.47	14.53
Quito	10.40	11.25	12.38	13.30	14.36
Popayán	10.47	11.32	12.45	13.37	14.43
Guayaquil	10.13	11.18	12.11	13.23	14.29
Panamá	10.11	11.16	12.09	13.21	14.27
Cartagena	10.51	11.36	12.49	13.41	14.47
Sta. Marta	10.54	11.39	12.52	13.44	14.50
Antioquia	10.50	11.35	12.48	13.40	14.46
Caracas	11.26	12.11	13.24	14.16	15.22

3º El 12 de Marzo eclipse de sol invisible en el Observatorio y en el Reyno. La conjunción verdadera a las 13 h. 25' 23", en la longitud de 11 sig. 22 grad. 19 minut. 30 seg. austral.

4º El 6 de Agosto: Eclipse de sol invisible en el Observatorio y en el Reyno. La conjunción verdadera a las 11h. 58' 00" en la longitud de 4 sig. 14 grad. 19 minut. 30 seg. y la latitud de la luna 1 grad. 19 minut. 30 seg. austral.

5º El 22 de Agosto: Eclipse total de Luna invisible en el Observatorio y en el Reyno. La oposición a las 22h. 1' 45".

6º El 5 de Septiembre: Eclipse de sol invisible en el Observatorio y en el Reyno. La conjunción verdadera a 2h. 24' 43" en la longitud de 5 sig. 13 grad. 0 minut. 30 seg. y la latitud de la Luna 1 grad. 16 minut. 30 seg. boreal (1).

* * *



FRANCISCO JOSE DE CALDAS Y TENORIO
* Popayán - 1771 - + Bogotá - Octubre 29 de 1816
Retrato al óleo, del Observatorio Astronómico, pintado por Díaz