

HISTORIA DE LA ASTRONOMIA EN COLOMBIA

JORGE ARIAS DE GREIFF

De la astronomía precolombina a la reciente instalación de un laboratorio geofísico en la Universidad Nacional, el desarrollo de esta ciencia en el país presenta facetas muy interesantes y, en gran medida, ha acompañado el desarrollo mismo de la historia del país.

Comienza el autor por auspiciar el surgimiento de estudios más rigurosos sobre la astronomía precolombina como única vía para superar la simplicidad y locuacidad que frecuentemente acompañan el tratamiento de este tema.

Mayor objetividad han presentado los estudios durante el naciente capitalismo mercantilista y la consolidación de las colonias, dado el apoyo que esta ciencia prestó a la navegación y a la cartografía de esos tiempos. De particular interés resulta la pequeña biografía que se presenta, a mitad del artículo sobre Francisco José de Caldas.

No fueron ausentes los estudios de astronomía durante los primeros años de la República, al lado de los incipientes estudios de prospección minera, cartografía, geografía, biología y aún sociología. Se cierra el estudio con el crédito debido a la obra de Jorge Alvarez Lleras, como director del Observatorio Astronómico y creador del Servicio Meteorológico Nacional.

El texto aquí reproducido es uno de los resultados del proyecto sobre Historia Social de la ciencia coordinado por COLCIENCIAS con el apoyo financiero del Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico de la Organización de Estados Americanos —O.E.A.

Introducción

En rigor de rigores la expresión "Historia Social" es un pleonazgo; toda historia verdadera es total, es el progreso de las sociedades humanas, es entonces social y así lo fue entendiendo una vez.

Podría pensarse que el término "Social" está para indicar que la Historia de la Ciencia no será una ficción sobre "ideas", o una simple crónica internista, pero tampoco será dos o tres punticos internistas arropados hasta el absurdo con jerga de "Ciencias Sociales", no será tampoco un acomodo externalista a alguna apreciación consagrada. El calificativo de "Historia Social" servirá para no olvidar ni la práctica científica, ni las técnicas con la ciencia relacionadas; por tal motivo este trabajo se ha enfocado, antes que hacia el análisis del "discurso", hacia el de la práctica astronómica al servicio de sociedades, utilitarista las más de las veces, ya que será en relación con esa práctica, y con los problemas que ella presentó como se hizo posible en su momento la reflexión, el perfeccionamiento de métodos e instrumentos, como se hizo necesaria la superación, la búsqueda, la solución y por consiguiente el eventual logro de la innovación. Pero como el país que hoy se llama Colombia es el mismo que quedó al desaparecer el dominio español, entonces la historia habrá de tocar lo que aquí se

hacía cuando nos llamaban "Nuevo Reino de Granada", cuando éramos una provincia o un reino de ultramar, pero así como no han desaparecido los vestigios del arcaico siglo XVI español, en nuestros reductos andinos ni el "criollismo" en nuestras gentes, tampoco han desaparecido, afortunadamente no del todo, las culturas precolombinas, que han sido hostigadas por una cultura foránea hoy tomada como propia por cinco siglos de ese criollismo y que arremete en varios frentes. No faltará entonces tampoco la alusión a esa astronomía precolombina remanente.

Pero como no parece posible entender una "Historia Social de la Ciencia" sin hacer referencia a "paradigmas", he encontrado que estos, en la indisoluble relación de las ciencias, sus docencias, y sus prácticas en nuestra América, van apareciendo identificados con los de profesiones o gremios que hubieron de practicarlas: para la astronomía entonces el "paradigma" de los capitanes de navío o de fragata - de la Real Armada en los días de las expediciones científicas, o el de los viajeros científicos, con sus "relaciones de viaje", o el de los ingenieros civiles de nuestras comisiones de geodesia astronómica, en contraposición con el "paradigma" de los militares de las de algunos países vecinos. Estos son los verdaderos

paradigmas que han movido y mueven en nuestro caso el adelanto científico.

La astronomía ha sido siempre institucional, pues ha servido a las sociedades como herramienta de sus conductores religiosos en tiempos antiguos, o como apoyo de la expansión de sociedades imperiales en la era de los descubrimientos y conquistas, o por necesidad para la organización de las naciones resultantes, y hoy por la índole de la investigación astronómica, que así lo exige, sigue siéndolo. Con lo que queda también establecida una demanda social por astronomía: es la sociedad entera la que la demanda, la tribu toda, el imperio en su totalidad, el Estado completo, y se manifiesta por boca de quien la representa, la "real gana", es en caso, la fórmula con la que se manifiesta tal demanda. Esta institucionalización es entonces altamente dependiente de cómo se maneja la sociedad, por el brujo, el sacerdote, el rey, o el nuevo Estado, y está por lo tanto condicionada a los cambios que ha manifestado ese ordenamiento social; luego la periodización que resulta, que es la de esas instituciones, es, por ende, una que a veces coincide con cambios políticos.

De rupturas epistemológicas y revoluciones científicas, mejor ni hablar por ahora: a ellas se aludirá en su momento y entonces aparecerán en esas elucubraciones visos de engañosa artificiosidad, de ciencia ficción retrospectiva, de "Gran Mito", para gusto de sociedades dominantes. Y en cuanto a la antipática tesis de "Centro y Periferia", otro desahogo de prepotentes, es bueno recordar aquellos tiempos cuando la ciencia florecía (la astronomía precisamente) en las tierras del Islam y el Medio Oriente, las de los Ayatolas y Gadafis de hoy; el Papa y el Rey de Francia eran los que estaban en la periferia. Aparecen aquí paradigmas, instituciones, periodizaciones, rupturas,

centros y periferias, encadenados unos con otros y marcados por el desarrollo histórico. Cada una de esas tesis fue en su origen, cuando los recitados autores que les dieron aparente valor absoluto al formularlas lograron, resultado del análisis de estudios históricos previamente realizados. Y si alguien las usare para trabajar situaciones de tiempos y espacios diferentes, en su condición de modelos abstractos, como hipótesis de trabajo, las verá como instrumentos técnicos de posibilidades creativas parciales que no alcanzan por sí solas el fenómeno global. Si esas hipótesis y los textos de sus formuladores, se emplean, "esto lo puede hacer con utilidad el historiador en la medida que, a la manera de Marx, no separa nunca el estudio de los textos y las teorías del de las condiciones objetivas en que aparecieron" (1) tales textos y teorías. En esta América, tales textos y teorías se suelen recibir y manejar como universalizada escolástica.

Y al fin de este trabajo resultará que hubo un desarrollo histórico coherente en la astronomía en Colombia; que tuvo un hilo conductor: la cartografía; resultará que cuando apareció alguien con interés de resolver los problemas que la realidad le presentó, con capacidad para resolverlos, entonces la "frontera del conocimiento" se acercó a su trabajo. Y también resultará que la historia de la ciencia es necesaria para ver la historia de Colombia en forma diferente. Debo agradecer el enriquecedor intercambio de ideas con los demás integrantes del grupo de "Historia Social de la Ciencia en Colombia", en especial las valiosas sugerencias de la Socióloga Olga Restrepo.

1. Astronomía Precolombina

En las regiones ecuatoriales el fenómeno anual de las estaciones apenas si se

nota como tal: la duración de los días y las noches permanece casi invariable durante el año; el punto sobre el horizonte de salida o puesta del Sol va siendo diferente día a día de solsticio a solsticio, dentro de un arco de unos 45° , bastante menor que en otras latitudes. Pero por las condiciones de la meteorología tropical los períodos de lluvias y de sequías originados por el movimiento de la llamada zona de convergencia intertropical, y el consiguiente desplazamiento alternado hacia el norte y hacia el sur de masas de aire húmedo, regulado por la posición de los dos hemisferios terrestres con respecto al Sol, se conforma un ciclo anual, que directa e indirectamente se refleja en la vida vegetal y animal, que entra entonces en resonancia en forma definitiva para la subsistencia de agricultores, pescadores y cazadores, ciclo anual que está entonces relacionado con los movimientos aparentes del Sol, relativos al espacio local de cada grupo étnico. A los elementos ceremoniales que la fluctuante posición del Sol, marcada primordialmente sobre el horizonte por los puntos medio y extremos de salida y puesta durante el año, se agrega entonces la diferente posición del Sol con respecto al fondo estrellado, como indicador de los cambios de "estación" seca a lluviosa y viceversa. Es por esto que la observación del Sol puede ser un indicador útil para ordenar las prácticas agrícolas, de pesca o caza, necesarias para la subsistencia. Pero, además, durante el año, por el desplazamiento de la Tierra en su órbita alrededor del Sol, por el cambio de perspectiva espacial resultante, las estrellas visibles en la noche van cambiando en el transcurso del año; entonces también la observación del cielo, más especialmente de aquellos grupos conspicuos de estrellas que salen por el oriente o se ponen por occidente poco antes de la salida del Sol o luego de su puesta, o se ven en lo alto en las diversas épocas del año, representan otro indicador útil para señalar

actividades específicas; todo esto entonces sin mencionar el papel mítico que juegan los astros, las concepciones cosmogónicas a ellos relacionadas, o la organización de la comunidad representada en jerarquías del cosmos o reflejada en él. Esta situación, sin embargo, no es la misma para todos los grupos étnicos; es diferente, en las regiones amazónicas, sujetas a los fenómenos macroscópicos de la meteorología tropical, y donde los habitantes son más dependientes de ellos por los cambios —también de mayor escala— del comportamiento de la naturaleza. Algo diferente ocurre en las regiones andinas, donde las circulaciones locales de las masas atmosféricas juegan importante papel y producen ciclos diurnos de lluvia y cielos despejados, con atenuación de los ciclos anuales; la agricultura, la caza y la pesca resultan menos dependientes de tales fenómenos macroscópicos, pero no pierden importancia los indicadores celestes de ciclo anual, pues las cosechas siguen el ciclo anual. De todas maneras quedan, o quedaban, los aspectos rituales relacionados con los movimientos del Sol, la Luna, y demás cuerpos celestes.

Producida la total, o casi total, ruptura por la suplantación o superposición de la cultura foránea sobre la aborigen americana, destruidos los templos, escuelas, borradas las tradiciones por un lavado de cerebro y una diferente educación, el conocimiento de la astronomía precolombina queda reducida a lo que resulte del estudio de la etnoastronomía en los grupos indígenas que aún conservan en sus tradiciones, en su cosmovisión y en su praxis, algo de lo que fue su cultura astronómica, y que ha escapado de ser totalmente eliminado por la cultura de raíces europeas, y también puede quedar escondida y latente en subfondos de aquellas comunidades campesinas en donde la culturización foránea suplantó prácticas sin apagar del todo rescoldos de cultura.

Pero esto no es fácil tarea, pues tampoco es sencillo lograr una comunicación verdadera entre informantes y científicos, por la cambiante apariencia de los relatos de un informante a otro, de un día al siguiente, y por el constante enriquecimiento y modificación de los mitos en los que también incorporan elementos de la citada y continua culturización, y aún aquellos aportados por el investigador mismo.

La evidencia por el momento muestra el uso por el grupo kogi de otros heliacales de estrellas o grupos de estrellas por el mismo punto del nítido perfil de las sierras vecinas por donde ha de salir el Sol minutos después, como indicador de iniciación de períodos temporales de duración variable, que son una secuencia anual de "tiempos" que hay que diferenciar de las lunaciones de nueva Luna a nueva Luna, que con la subdivisión de las "fases", suministra una escala continua cronológica.

En las regiones selváticas no aparece tan definido el horizonte, que ahora lo es el de las copas de los árboles de la selva vecina, y los cielos no tienen la pureza y transparencia de los de la alta sierra. No tendría ya sentido el hablar de otros rigurosos heliacales, pero de todas maneras las estrellas que están próximas a ocultarse al finalizar el crepúsculo vespertino, señalan la iniciación de períodos de lluvias o la inminencia de las crecientes de los ríos vecinos, y aquí cabe mencionar como Procyon, Sirio y Canopus, que se están poniendo por occidente hacia el mes de mayo en los minutos que siguen al fin del crepúsculo y comienzo de la noche, sirven para señalar a los Cubeos y Puinaeves la próxima creciente del río a cuya riba habitan y de uno más al norte y otro más al sur, que a él corren aproximadamente paralelos. Por otro lado, aberturas en el techo de las oscuras malocas de al-

gunos grupos amazónicos, permiten seguir en las paredes y en el piso la marcha diurna del Sol manifestado en la proyección de su luz, y de día en día señalar su alteración con respecto al plano del ecuador; opera entonces la maloca como un indicador solar de tiempo (2). El Proyecto de "Investigación Etnoastronómica del Oriente Colombiano", que está para concluir, permitirá puntualizar más el asunto, así como muchos otros, unos atinentes a prácticas o usos reales de objetos astronómicos y otros a las relaciones entre la explicación de los fenómenos naturales mediante el mito y al papel de los objetos celestes en la cosmovisión (3).

Por otra parte, el estudio arqueológico de las manifestaciones que quedaron después de la conquista y la catequización, cuando se hace teniendo en mente su posible o evidente uso en relación con tareas astronómicas o ceremoniales referentes a los astros y sus movimientos, es otro medio de lograr una idea de la astronomía precolombina. Este estudio apenas se ha iniciado en Colombia, con más entusiasmo que rigor, con pocos logros, más de conjetura que de evidencia, y con enormes dificultades por la eficiencia con la que fueron destruidos los registros, por el interés inicial de la investigación arqueológica, que sin tener por propósito investigar la posible función astronómica del objeto y sí la finalidad de abastecer un museo o crear un parque, borró, a su vez, otras evidencias. A esto se agrega la actividad de guaqueros, y otros coleccionistas que hace en ocasiones ya imposible el análisis científico del posible empleo astronómico de esos elementos que ya no conservan su relación espacial, su orientación y posición originales (4). Es por consiguiente, si se llegaren a encontrar vestigios intactos de tales culturas, realizar ante todo un trabajo arqueológico de alto nivel profesional, bien referenciado con el norte verdadero, antes de caer en

la charlatanería que tan fácilmente vicia las conjeturas astronómicas.

2. La Astronomía en los Siglos XVI, XVII y XVIII

2.1 *Astronomía como Apoyo de la Navegación y la Cartografía*

En los tiempos de la exploración geográfica de los nuevos mundos añadidos al ámbito de las naciones europeas, en los días de los grandes descubrimientos geográficos y del establecimiento de las empresas del mercantilismo marítimo, era la astronomía el único recurso para establecer con cierta exactitud la posición del navegante en alta mar o para conocer la posición de un nuevo accidente geográfico encontrado por el explorador en tierras hasta ese momento desconocidas; en ocasiones este recurso era definitivo para la supervivencia de marinos y exploradores, y no una mera alternativa, con lo que se manifiesta demanda social por astronomía.

Para la determinación de una coordenada, la latitud, no había grandes problemas; la altura sobre el horizonte, en el momento de culminación de astros cuya posición celeste es conocida, permite encontrar este dato; no así ocurría con la otra coordenada, la longitud: la posición de un astro con respecto al horizonte local depende tanto de la posición del observador como del instante en que se observe, pues la rotación de la Tierra juega aquí un papel no fácilmente distinguible del que corresponde a la posición del lugar.

No existiendo aún en esos tiempos las comunicaciones por ondas electromagnéticas, ni aún en los primeros tiempos los cronómetros, la determinación de la longitud geográfica exigía la comparación de la hora local de un fenómeno astronómico con la hora de ocurrencia del mismo refe-

rida al tiempo local de otro lugar de posición conocida, un Observatorio fijo, por ejemplo. Para ello las naciones interesadas en esa expansión de sus territorios, de sus mercados, o de su poderío marítimo, erigieron tales observatorios con el encargo de producir efemérides con la predicción de los fenómenos astronómicos en términos de la hora local del observatorio, que sería el origen o referencia para las longitudes. El navegante, al comparar la hora de su propia observación con la prevista en las efemérides, calculaba su posición geográfica en longitud, pero de mejor manera se determinaba ésta si más tarde, al regreso a Europa, en algún observatorio donde se hubiera observado el fenómeno, y donde se hubieran concentrado los registros del mismo evento a lo ancho del planeta, se recalculaba la posición del navegante o explorador a la luz de todos los datos recogidos y esta era otra función del Observatorio fijo: observar y registrar todo lo observable, analizar y calcular cuanta observación llegara a sus manos.

El practicante de la astronomía, manejando incómodo tablas y efemérides en las cubiertas de los barcos en alta mar, o acosado por enjambres de mosquitos a la orilla de ríos tropicales, no mucho notó en qué momento éstas dejaron de basarse en el *Almagesto* de Tolomeo y comenzaron a prepararse con fundamento en la mecánica celeste apoyada en Kepler y en la mecánica Newtoniana. Un cambio notorio sí fue la adopción, hacia el último tercio del siglo XVIII, del cronómetro marino de Harrison, la nueva maravilla que luego de retornar a puerto después de meses de permanecer en alta mar apenas había alterado la marcha en una docena de segundos y que sustituyó al reloj de arena.

Los astrónomos, cartógrafos y cosmógrafos de la corona respectiva perfeccionaban los métodos de observación, ins-

truían a navegantes y exploradores, les calibraban sus instrumentos, y con los resultados ya en sus manos, entregados a su regreso o enviados por ellos desde lejano paraje, mejoraban paulatinamente las cartas a medida que más exactas determinaciones y descripciones llegaban de ultramar. Hay en todo esto elementos de institucionalización en el manejo de la ciencia astronómica para las necesidades de sociedades en expansión territorial. Cuando el espíritu de la Ilustración puso el interés por la ciencia muy en alto, y los propósitos de la corona española lo exigieron, esta se apersonó aún más del asunto; entonces el trabajo científico en América también se institucionalizó en expediciones y empresas estables, y de mayor permanencia en sus trabajos; pero, a su vez, la necesidad de desarrollar la América, determinó un comercio más libre a partir de 1778 y con él vino la difusión de las ideas ilustradas y los temas científicos. Quienes primero recibían los libros, a veces como contrabando, eran los comerciantes de esas élites criollas que comenzaron a trabajar la ciencia en forma autónoma y autodidáctica; así apareció la ciencia amateur para el prestigio de esas élites, guiadas por la naturaleza didáctica de los textos de la Ilustración. También se impulsó en esa época la enseñanza de las ciencias; para los temas astronómicos, al menos en los niveles de información y entendimiento, no en los de preparación para la praxis, ni menos para el avance de la ciencia misma.

Dentro de estos lineamientos es oportuno entonces registrar la actividad de individuos y empresas, y ver cómo en un caso, la formación autodidacta, con la ayuda de los textos didácticos y explícitos del enciclopedismo, llevó a un individuo de la afición y la formación como autodidacta a la superación en la práctica tecnológica y de ésta a la actividad institucional

en una empresa estatal: Francisco José de Caldas.

2.2 *El Padre Feuillée*

Este religioso nació en 1660 en la provincia de Bajos Alpes, de humilde familia, ingresó en la orden de los Mínimos, destacándose por los conocimientos que en varias ciencias adquirió. En 1699 acompañó a Jacobo Cassini como perito hidrógrafo en un viaje al oriente, y en 1703, se trasladó a las Antillas al ser aceptado por el rey su plan de viaje para estudiar la botánica y mejorar los conocimientos geográficos de esas regiones. Fue durante este viaje cuando, luego de visitar la Martinica, apareció Feuillée en costas de la Provincia de Santa Marta, en el mes de julio de 1704; el 24 de ese mes llegó a Santa Marta, y luego de determinar la latitud utilizando el anillo astronómico que llevaba, inició el levantamiento del plano de la bahía y de la villa, se dedicó al estudio y descripción de la flora, pues además era botánico. Su nombre se recuerda en el género Feuilléea.

La partida hacia Cartagena, prevista para el primero de agosto se aplazó al recibirse aviso del gobernador Díaz Pimienta quien, desde Cartagena, advertía la presencia de corsarios ingleses y holandeses en las vecinas aguas de Santa Marta y la amenaza de pillaje en que se encontraba la plaza. Aprovechó el tiempo en nuevas observaciones astronómicas de latitud hechas el día 3, primero en la casa del obispo y luego en el Convento de los Franciscanos. Partió finalmente el día 5, en el navío francés en que había llegado, en dirección a Cartagena, pero los fuertes vientos y temporales le llevaron hasta más allá del Golfo de Urabá. Permaneció entonces algunos meses en tierras del Istmo de Panamá; se sabe de sus trabajos astronómicos efectuados en octubre en

Portobelo, de modo que su llegada a Cartagena se demoró hasta el mes de diciembre. El 10 de ese mes desembarcó, montó en casa de Don Juan de Herrera el Cuarto de Círculo de aquel, e inició, tomando alturas correspondientes del sol, la preparación de la observación del eclipse de Luna de la noche del día 11. Trabajo hecho en compañía también de Monsieur Couplet, de la Real Academia de Ciencias de París.

Herrera lo llevó a Bocachica, lo presentó al Castellano; allí hizo Feuillée observaciones de latitud (el día 15) y levantó el plano del Castillo, en horas en que los españoles descansaban y que le fueron suficientes para ello; entre el 10. y el 16 de enero de 1705 realizó numerosas observaciones astronómicas, esta vez en casa de Herrera, al pie de la iglesia de los Jesuitas; entre ellas, el día 14, una de la emersión del primer satélite de Júpiter.

El día 18 inició en compañía de Herrera una visita a la casa de campo de éste y a los poblados de indios de sus vecindades, en busca de un fruto vegetal, antídoto de un veneno que, según historia contada por Herrera, había evitado un crimen por esos días en Cartagena. El 20 de enero regresaron; Feuillée dedicó los días siguientes a terminar el plano de la ciudad y de la bahía. Antes de embarcar en Boca Chica, levantó el plano del fuerte de Santa Cruz; el 11 Feuillée dejó finalmente a Cartagena.

Antes de regresar a Europa, el año siguiente, el religioso envió a Cartagena sus instrumentos, entre ellos el anillo astronómico, para que los usase don Juan de Herrera. A más de dejarle sus instrumentos, algo de su ciencia también le dejó.

Feuillée inició en 1707 otro viaje a la América del Sur, explorando en esa oca-

sión las costas orientales y australes llegando hasta Chile y Perú; regresó a Francia en 1711. La Academia Real de Ciencias de París le acogió entre sus miembros y le envió en 1724 a otra exploración científica a las islas Canarias. Luis XIV hizo construir para este religioso, tan docto en las ciencias astronómicas y físicas, un observatorio en Marsella. Allí murió en el año de 1732. Sus observaciones astronómicas se publicaron en las Memorias de la Academia desde 1699 hasta 1710. Sus obras principales fueron "Histoire des Plantes Médicinales qui le plus en usage aux Royaumes de Peru et du Chile" (París 1714 - 1725)(5).

Su dato de la latitud de Santa Marta perduró por casi dos siglos. Pues Fidalgo lo respetó luego de sus exploraciones hidrográficas hechas al finalizar el siglo XVIII.

2.3 Don Juan de Herrera

De Juan de Herrera y Sotomayor se conoce su carrera militar y sus obras en las fortificaciones de Cartagena. Marco Dorta en su obra monumental sobre la ciudad da cuenta de ambos hechos. Sin embargo, es poco lo que se sabe de sus orígenes, con anterioridad al ingreso a la milicia en 1667 y al viaje a Buenos Aires, en donde el padre era gobernador, ya como teniente de la Compañía de Caballos; allí recibió la patente de Capitán siete años más tarde. Regresó luego a España y Marco Dorta (6) presume que llegó a Cartagena al mismo tiempo que el Gobernador Díaz Pimienta, quién se posesionó como tal el 7 de junio de 1699; allí lo encontró Feuillée en diciembre de 1704.

No se sabe de trabajos astronómicos de Herrera anteriores a su llegada a Cartagena. Feuillée encontró en casa de Herrera un Cuarto de Círculo; los dos realizaron juntos las observaciones durante los

meses de permanencia en Cartagena del religioso, y éste le dejó su saber y sus instrumentos. Es importante notar aquí como pudo ser la práctica astronómica en los ámbitos de ultramar uno de los caminos de la entrada de la Nueva Ciencia en América y España.

Durante la larga permanencia de Don Juan de Herrera en Cartagena como ingeniero de la Plaza, gobernador (o Castellano) de uno de sus castillos (el de San Felipe de Barajas), y finalmente ingeniero director de las fortificaciones del Virreinato, realizó numerosas observaciones astronómicas; su enunciación sería monótona, entre ellas se destacan las observaciones de eclipses de Luna del 6 de marzo de 1719, 28 de junio del 22, 9 de mayo del 24, 31 de octubre del mismo año, 21 de abril de 1725 y 10 de octubre del siguiente, y numerosas imersiones y emersiones de los satélites de Júpiter en 1722, 1723, 1724; también determinó don Juan la latitud de Cartagena por alturas meridianas de estrellas en 1709. En Panamá observó el eclipse de Luna del 26 de marzo de 1717 y determinó también la latitud de esa localidad, en enero y febrero de ese año. En Santa Marta observó alturas meridianas del Sol para calcular la latitud, el 16 de agosto de 1723, así como la emersión del primer satélite de Júpiter cuatro días más tarde.

Es muy importante destacar lo que esto significa: que se practica a conciencia una astronomía basada en la mecánica celeste establecida por Kepler y Newton; los satélites de Júpiter fueron descubiertos por Galileo, no son del antiguo mundo de Tolomeo y Copérnico; se trabaja la ciencia nueva sin preocupación alguna ni interferencia de discursos ideológicos ni polémicas religiosas.

Don Juan de Herrera hizo llegar estas observaciones a Cassini, al observatorio

de París, a donde las llevó el comandante de un navío de la armada real de apellido Navarro. Cassini las analizó y, puesto que muchos de los fenómenos celestes observados en Cartagena lo fueron también en París, pudo determinar la longitud del puerto americano. Los cálculos de Cassini (7) basados en las observaciones de Herrera y en otras hechas por esos mismos años en Lima y La Habana, fueron publicados en las Memorias de la Real Academia de Ciencias de París, en 1729.

Hizo llegar también Herrera muchas de sus observaciones a Edmundo Halley, en esos días el Astrónomo Real, en Greenwich, a donde las llevó Sir Hans Sloane. Tuve oportunidad de estudiar el manuscrito y la carta remitida a Halley, firmada por Herrera el 12 de julio de 1823, en la biblioteca de la Royal Society en Londres, donde se conservan. También Halley, cuya memoria recordarán cada 76 años las multitudes alborotadas por el sensacionalismo en las apariciones del cometa que lleva su nombre, calculó algunas de las observaciones de Herrera, aquellas pocas, la inmersión del primer satélite de Júpiter del 9 de abril de 1922 y las emersiones del 5 y 21 de julio del mismo año, que pudieron ser comparadas con algún fenómeno muy vecino del mismo satélite observado en tierra inglesa; en este caso con las observaciones que el reverendo Pond y mister Bradley realizaron en Wansted, ambos habrían de ser más tarde a su vez Astrónomos Reales, y Bradley, el descubridor de la aberración de la luz, no será jamás olvidado. El análisis de Halley (8), que permitió calcular la diferencia de longitud entre Cartagena y Londres, apareció publicado en el Vol. 33 de *Phylosophical Transactions* de la Royal Society, correspondiente a los años 1722 y 1723.

Don Juan de Herrera y Sotomayor murió en Cartagena el 25 de febrero de 1732,

el mismo año que Feuilleé. Tres años antes había recibido la patente de Brigadier, y el cargo de Jefe de las fortificaciones del Virreinato. Sus instrumentos, entre ellos el anillo de Feuilleé, quedaron en casa en poder de su hijo José. Años más tarde Don Jorge Juan los usó durante los días de espera antes del arribo de los académicos franceses. Las observaciones astronómicas aquí reseñadas fueron objeto de nuevo análisis, por Churruca, y luego por Oltmanns (9) cuando calculó las que en Cartagena hizo el barón de Humboldt, al despuntar el siglo XIX.

2.4 Don Antonio de Ulloa y Don Jorge Juan

Los oficiales españoles, que habrían de acompañar a los académicos franceses en la medida del arco de meridiano en el ecuador, arribaron en 1735 a Cartagena. Antes de reunirse con sus colegas realizaron algunas tareas astronómicas utilizando instrumentos que allí había - algunos de ellos databan de los días de la visita de Feuilleé - y otros de su dotación. Estas observaciones llevadas a cabo en julio, agosto y octubre les permitieron determinar la latitud y longitud del lugar, esta última mediante emersiones de los satélites de Júpiter. Una vez que arribaron, hacia el mes de noviembre, los académicos franceses, el grupo realizó trabajos más perfectos utilizando el Cuarto de Círculo de 22 pulgadas que los franceses desembarcaron. En la obra "Observaciones Astronómicas" (10) los oficiales españoles dan cuenta de sus trabajos y presentan sus propios cálculos; incluyen también una explicación del uso y construcción del Cuarto Círculo. Todo este cúmulo de observaciones fue posteriormente recalculado por Oltmanns (11); Lafuente (12) acaba de analizar los problemas instrumentales. Y sea ésta la oportunidad para mostrar cómo fue en la España borbónica el ámbito militar el camino de la entrada y

la consolidación de la ciencia nueva. Para la Astronomía fue el de la Marina, que tanto la necesitaba, en donde floreció. Jorge Juan, el "Newton Español", fue su más alto exponente. Ciertamente que cuando pasó por Cartagena de Indias era apenas un brillante pero joven guardia marina; tenía por delante los años del aprovechado trabajo al lado de Bouguer y Godin y los de la consagración en la comunidad científica europea.

2.5 Pierre Bouguer

Llegado a término el trabajo de medición del arco de meridiano en las vecindades del ecuador terrestre los sabios franceses y españoles regresaron a las patrias respectivas; La Condamine lo hizo atravesando la América Tropical por la vía del Amazonas. Bouguer inició el regreso a París, a donde llegó a mediados de 1744, dirigiéndose al norte por la ruta de Popayán, La Plata y el río Magdalena, cuya corriente descendió en el año de 1742. No habiendo llevado consigo instrumentos astronómicos en este viaje de regreso, se limitó a efectuar unas determinaciones de latitud de algunos lugares, Pasto, La Plata, Honda, por medio de un gnomon solar, medidas estas de escasa exactitud. En su obra "La Figure de la Terre" consignó Bouguer (13) las observaciones.

2.6 La Expedición de Límites de Iturriaga, Alvarado y Solano

Con la finalidad de demarcar las fronteras con las posesiones españolas y portuguesas y determinar los lugares en los que se colocarían fortines, organizó la Corona española en 1750 una expedición que, luego de reconocer el curso del Meta, habría de visitar las regiones del Atabapo, Guainía y Río Negro.

El botánico Sueco Loeffling (14) y el Padre Caulín (15), el primero con el encargo

de hacer las recopilaciones destinadas al estudio de la flora de esas regiones y el segundo como cartógrafo y relator, acompañaron la expedición, si bien no en la totalidad del recorrido, al menos en territorio venezolano.

Es notable esta expedición más que por otra cosa, por los errores cometidos, que condujeron a fijar, casi dos grados más al norte del ecuador terrestre, la posición de los lugares del Atabapo y Río Negro, en especial los fuertes de San Felipe y San Carlos, que se esperaba localizar sobre la línea equinoccial, para establecer en el terreno el límite que se había definido entre las posesiones españolas y las portuguesas (16). La posición de la boca de Atabapo, fijada en 1756 tenía un error de $1^{\circ} 38'$; los fortines demarcadores quedaron colocados $1^{\circ} 27'$ más al norte de lo que debería haber sido; esta incompetencia, negligencia (17) o debilidad ante intereses de las misiones, según el alegato de Alvarado (18), costó a las colonias españolas, y a las naciones que de ellas surgieron, la posesión de vastas extensiones territoriales, pues permitió el avance de los portugueses hasta ocupar esas regiones, hoy del Brasil.

2.7 Las Expediciones Hidrográficas de la Armada Real

Hacia el último cuarto del siglo XVIII desplegó la Real Armada Española notable actividad en el campo del reconocimiento hidrográfico y levantamiento de las costas americanas. Diversas expediciones fueron entonces organizadas, destinándose las primeras de ellas al estudio de las costas australes de la América del Sur, luego al reconocimiento de la costa del Océano Pacífico a lo largo de todo el continente americano, y finalmente a la exploración de la costa norte de Suramérica, las islas del Caribe y el Golfo de Méjico. Los resultados de estas tareas fueron

recopilados, analizados y publicados, así como los mapas que de ellos resultaron, por el "Depósito Hidrográfico", en Cádiz, organizado con tal finalidad por esa época (19).

2.7.1 La Expedición de Malaspina

Alejandro de Malaspina, marino napolitano italiano al servicio de la Corona Española, realizó un viaje de exploración por la costa del Océano Pacífico en la América del Sur. Las tareas en el litoral colombiano, hechas durante la travesía de Guayaquil a Panamá, fueron realizadas en el mes de noviembre del año 1790. Luego de las determinaciones astronómicas hechas en Guayaquil, las corbetas "Atrevida" y "Descubierta" se hicieron a la navegación el día 3 del citado mes y llegaron a Panamá el día 15, en donde se estableció un Observatorio para la determinación de la posición de ese lugar, y establecer la marcha de los cronómetros durante la travesía mediante una serie de observaciones. En el recorrido a lo largo de la costa, y de las naves mismas, se determinó la posición de la boca del Río Esmeralda, Isla de Gorgona, Golfo de San Buenaventura, Bahía de Málaga, Cabo Corrientes y Bahía de Cupica. Esta rápida y superficial exploración no tiene los alcances e importancia de la que, un año más tarde había de seguirle, pero dejó a la cartografía el correcto perfil del litoral colombiano del Pacífico, con el mapa que, en el año de 1800, se publicó de la costa del Pacífico, según los trabajos de la expedición.

2.7.2 La Expedición de Fidalgo

Finalizada la expedición de Malaspina ordenó la Real Armada el reconocimiento hidrográfico y el levantamiento de las costas de la Tierra Firme, Islas Antillas y el Golfo de Méjico. Dos divisiones con dos bergantines cada una, expresamente

construidos para ello, iniciaron estas tareas en 1792 con la determinación astronómica del "Primer meridiano de América", en el Puerto de España, tomado como origen para las longitudes. La primera División, al mando de Cosme Damián Churruca realizó sus tareas en las Islas Antillas hasta Cuba y la Segunda, en manos de Joaquín Francisco Fidalgo (20), las hizo en las costas de Tierra Firme e islas adyacentes. Durante quince años trabajó Fidalgo con los bergantines *Empresa* y *Alerta* en el reconocimiento de estas costas, pero aunque esperaba terminar su labor en el Golfo Mejicano, en donde habría de reunirse con Churruca, sólo logró llegar en su tarea hasta la boca del Chagres. En cuanto el equipo astronómico de la expedición, que fue expresamente adquirido en Inglaterra para dotarla, se sabe que constaba de dos Cuartos de Círculo de Ramsden de dos y medios pies, dos sextantes de pedestal con horizonte artificial de Stancliff, dos anteojos acromáticos de tres pies (de distancia focal) de Nairne y Blunt, además de varios sextantes de mano, también de Stancliff y cronómetros de Arnold, barras magnéticas de Nairne y numerosos elementos para el trabajo topográfico y el dibujo de los planos (21). En treinta lugares de las actuales costas colombianas se hicieron determinaciones astronómicas de posición. Las longitudes, principalmente la de Cartagena, mediante la observación de eclipses de satélites de Júpiter, ocultaciones de estrellas por la Luna, un eclipse parcial de Sol y el paso de Mercurio frente al disco solar. Otras longitudes se obtuvieron por alturas correspondientes de estrellas utilizando el Cuarto de Círculo. Las latitudes se lograron por alturas meridianas del Sol. Numerosísimas operaciones de medida de bases, triangulaciones y la medida de infinidad de rumbos permitieron localizar geográficamente una gran cantidad de lugares de las costas. El reconocimiento hidrográfico y el

levantamiento de las costas quedaron consignados en cuarterones o planchas generales y planos de fondeaderos, ensenadas y bahías y otros detalles sobresalientes, 16 en nuestras costas. Estos trabajos, más los de la División de Churruca y los adicionales de Cevallos en el Golfo de Méjico, fueron la base para la "Carta Esférica del Mar de las Antillas" elaborada por José Espinosa y Tello. Alguno de los planos de fondeaderos de la Expedición Fidalgo aparecieron publicados en el "Portulano de América Septentrional" (22). Las cartas de navegación inglesas, francesas y estadounidenses del siglo pasado incorporaron estos trabajos y hasta bien entrado el presente siglo, reproducían los planos de los puertos de los marinos españoles. Los derroteros de las costas, publicados en España en 1816, fueron reimpresos en Colombia diez años después, por orden de Santander. La descripción en detalle de las costas, en la parte colombiana, fue publicada por Antonio B. Cuervo en el Tomo I de la "Colección de Documentos Inéditos" (23). El desastre naval que fue para España la lucha contra los ingleses, interrumpió estas tareas en 1805 cuando la expedición había llegado en su trabajo a las actuales costas de Panamá, aunque, por orden expresa del "Príncipe de la Paz" (24), la Expedición había ya explorado los bajos, cayos e islas del Archipiélago de San Andrés y Providencia, tan pronto como por la Paz de Amiens, estos territorios y la mosquitia pasaron a jurisdicción del Virreinato de Santafé, tarea realizada a fines de 1804 y primeros días del año siguiente (25). Esta fue la última labor hidrográfica desarrollada por la expedición, que partió finalmente a España en mayo de 1810. Uno de los últimos oficiales de marina en vincularse a estas labores fue el joven Rafael del Castillo (26), cartagenero que había hecho su carrera en la Academia de Guardias Marinas. Del Castillo quedó en Cartagena del lado de la

Independencia. Churruca, por otra parte, ya había sido llamado desde 1795 a desempeñar funciones de más heroica responsabilidad en la Armada Real que tuvieron trágico fin en la tarde de Trafalgar.

2.8 *La Expedición Botánica*

En el esquema político y económico de la reconstrucción de España por los borbones durante el siglo XVIII, la América jugaba un papel importante: debía ser rentable, autoabastecida, autodefendible, sus productos naturales comercializables, lo que exigía encontrarlos primero, conocerlos; era pues necesario realizar este doble proceso de abrir el comercio y de institucionalizar la actividad científica que habría de hacer el inventario, la descripción y determinar la utilidad de los productos de la naturaleza, y era necesario conocer los territorios y hacer la cartografía; era importante entonces apoyar el interés de los súbditos por sus respectivos terruños o reinos, y por el desarrollo de ellos, lo que se hizo mediante el fomento a las Sociedades Económicas de Amigos del País. Tres Expediciones Botánicas fueron entonces creadas: Una para el Perú, luego la del Nuevo Reino de Granada y después la de Nueva España (27).

La iniciativa de José Celestino Mutis, un espíritu que la ilustración había traído a América, fue finalmente aceptada por el rey y, por Real Cédula de noviembre de 1763, creada la Expedición Botánica del Nuevo Reino de Granada; lo interesante es hacer ver cómo los anhelos de Mutis, planteados desde tiempo atrás, fueron aceptados no mucho después de haberse determinado la apertura del comercio libre en 1763 (28).

Las tareas geográficas y astronómicas están indicadas en la petición de Mutis; el rey las aceptó al indicar que no se omiti-

rán "las que se puedan hacer de paso" y también al enviar desde el comienzo dotaciones de instrumental astronómico. Como el primer envío de instrumentos naufragase en la travesía, ordenó el rey la reposición inmediata de lo perdido; entre ellos dos anteojos acromáticos de Dollond con micrómetros de hilos, dos teodolitos, un péndulo compensado, un Cuarto de Círculo, con micrómetro, agujas magnéticas, un grafómetro, termómetros, etc. (29).

Mutis no era astrónomo, sin embargo, tenía en Santafé un candidato para que realizara esas tareas, pero no tuvo éxito en lograr el nombramiento y hubo de esperar 20 años hasta que fuera posible cumplir cabalmente con el objetivo astronómico (30). Los trabajos astronómicos fueron inicialmente escasos: una determinación de la latitud de Santafé, una observación del eclipse de un satélite de Júpiter, también observado en Cádiz por Jorge Juan, lo que le permitió calcular la longitud. Se sabe del interés de Mutis por el tránsito de Venus delante del disco solar en 1769 (31), de sus extensas observaciones diurnas del barómetro (32), de la participación en las polémicas religiosas, ideológicas, que desató la enseñanza del modelo formal heliocéntrico de Copérnico, polémicas irrelevantes para la astronomía en una provincia de ultramar que, como ya se vio, tenía cómo trabajarla sin el estorbo de esas polémicas religiosas e ideológicas, que hoy sólo sirven para la demagogia, discusiones en las que Mutis participó respaldado por los textos de don Jorge Juan (33), y la actividad en la docencia de las matemáticas, todo esto dentro del espíritu de la España Ilustrada, que entonces movía al imperio, a la metrópoli y a estos virreinos.

Si en el virreinato se practicaba una astronomía nueva desde hacía tres cuartos de siglo, si jesuitas y agustinos habían

enseñado a Newton, el hecho de la aparición trasnochada de esa polémica indica que alguna otra cosa había detrás. Como el establecimiento virreinal ilustrado buscaba con la reforma a la educación propuesta por Moreno y Escandón quitarles a los dominicos la facultad de otorgar títulos y pasarla a una universidad pública, los dominicos necesitaban desacreditar a los reformadores; para ello denunciaron a Mutis y propusieron el debate público. Mutis salió en defensa del establecimiento ilustrado a cuyo servicio estaba, pero los dominicos lograron su objetivo cual era aplazar la reforma que finalmente no se llevó a cabo. Ahora se ve la renombrada polémica, más que como gran debate por traer al virreinato ciencia revolucionaria, como obligada escaramuza defensiva para contrarrestar la oposición al proyecto organización universitaria, todo lo cual acaba de poner en claro Diana Soto y Olegario Negrín en el trabajo "Mutis y los Agustinos en la polémica sobre Copérnico y Newton", presentado al VI Congreso de Historia de Colombia, Ibagué, noviembre de 1987.

Hoy la Historia de la Astronomía ve a Copérnico como el último y más acabado exponente de la Astronomía Griega (34), cuyo modelo formal heliocéntrico, con una teoría pseudo heliocéntrica, no son sino un perfeccionamiento formal y una paráfrasis acomodaticia de la teoría de Tolomeo; para ajustarla al modelo, Copérnico repitió, complicándolos, los cálculos de Tolomeo, sin llegar a ser un heliocentrista cabal, sin ver completamente las posibilidades del heliocentrismo (35). Copérnico no supo lo rico que era, dijo Kepler. En su momento la comunidad científica, vio la teoría copernicana como no convincente al no representar las medidas observacionales (Tycho Brahe), como de inferior calidad matemática con respecto a Tolomeo (Vieta), (36), significando un retroceso, en algunos puntos un

paso atrás. La contribución de Copérnico está en haber apuntado hacia el conocimiento a escala del sistema solar y el haber indicado que la Tierra era uno de los Planetas, para que otros sacaran las consecuencias. La verdadera ruptura está en Tycho Brahe que no traga entero, un astrónomo práctico que no se deja convencer por el modelo abstracto por bello que parezca, si no representa bien sus mediciones propias y observaciones que, confía, lo llevarán a la verdad; está naturalmente en Kepler (37) que analiza esas observaciones (38), que le muestran cómo las trayectorias de los Planetas son elipses en las que el Sol ocupa uno de los focos, y cuyas leyes implícitamente indican que hay una fuerza central dirigida al Sol y que la ley de fuerzas es inversa al cuadrado de la distancia; y finalmente en Galileo, que inventó una ciencia nueva que no nos deja dudar en que la Tierra se mueve, sin que nos demos cuenta ni nos preocupemos de ello. Por lo demás la Astronomía es una Ciencia Histórica, que observa un Universo "vivo" con pasado, presente y futuro, y que para analizarlo requiere reunir observaciones a veces separadas por siglos, realizadas por generaciones diferentes; una ciencia que cuando se presenta una "ruptura", debe dejar instalados los "puentes" necesarios para sortear la emergencia. Pero la demagogia del "Gran Mito" de la Ciencia de las Sociedades dominantes necesita de esas "revoluciones" para escamotear otras, todo tan del gusto de la charlatanería de la ciencia difusa (el producto de la difusión de la ciencia).

3. Francisco José de Caldas

3.1 *La Familia de Caldas*

Caldas nació en Popayán hacia fines del año 1768; no se conoce la fecha exacta pero esto se infiere de la de su bautizo (39).

La familia de Caldas era el caso típico de aquellas que conformaban la élite virreinal; familias criollas con una fuerte vinculación, por casamientos, con nacidos en España; en esta forma, a las prerrogativas y ventajas de la clase de los terratenientes y comerciantes criollos, ya completamente hecha al medio, se unía la relación con los venidos de España, por medio de quienes se ejercía el poder de la metrópoli en los cargos de gobierno que desempeñaban además, con privilegios propios.

El padre de Caldas, era español oriundo de Galicia, nació en 1738. En Santafé había ocupado el cargo de Alferez de la Compañía de Forasteros, y en Popayán ocupó muchos cargos como los de Regidor del Cabildo y Juez Subdelegado de Tierras. La madre, Vicenta Tenorio Arboleda, era criolla e hija de Juan Tenorio Torrijano, hijo de español y madre criolla. La cadena de enlaces de españoles y criollos se extiende en lo profundo del árbol genealógico mostrándonos el doble carácter, marcadamente español a la vez que muy arraigado en la América, que presentan estas familias de las poderosas élites del criollismo. Y para cerrar esta visión de la familia, las recientes pesquisas genealógicas remontan la ascendencia de Caldas a Iñigo Arista, rey de Navarra (40). El lejano descendiente de un rey habría de acogerse, al final de sus días, al indulto de otro rey.

3.2 *Los Estudios de Caldas*

Francisco José de Caldas hizo sus primeros estudios en Popayán, los que continuó en el Colegio Seminario de esa ciudad en donde tuvo la guía de José Félix de Restrepo; concluidos allí los de latinidad y filosofía, pasó a los veinte años a Santafé en donde inició los de derecho en el Colegio del Rosario. Obtuvo para ello la beca mediante la presentación de docu-

mentos de hidalguía (41), requisito para disfrutar de tal privilegio, pero en la capital del virreinato sólo llegó al título de bachiller, pues por la mala salud, no alcanzó los siguientes de licenciado y doctor. Todo hubiera hecho pensar en una carrera circunscrita a la jurisprudencia y al derecho, como lo exigía el interés de su familia de terratenientes. Interrumpidos los estudios en el Colegio del Rosario, retornó Caldas a Popayán, en donde su condición de Bachiller en Derecho le permitió, desde el año de 1792, desempeñarse como Juez de Menores (42) y como asistente en el gabinete de un abogado. Pero hubo de abandonar estas labores y de renunciar a la cátedra de Derecho Civil por el mal estado de su salud, lo que aconteció hacia mediados del año de 1795.

3.3 *Los Trabajos Iniciales y la Formación del Científico*

Interrumpida la vida profesional tuvo entonces que dedicarse al comercio de ropas entre Popayán y Santafé, por la vía de La Plata y Timaná (43). Triste destino el de Caldas, se ha dicho siempre; pero no, felicísima circunstancia esta, por el contrario (44). Los negocios de comercio le ocupaban únicamente los domingos en los mercados de los pueblos; tenía el resto de la semana libre, para que un asistente le leyese libros, y, lo que es más importante, el continuo viajar por el país desarrolló en él magníficas dotes de observador de la naturaleza y de los habitantes; el repetido ascender a los helados páramos para luego retornar a las ardientes llanuras le mostró, en la medida en que eso le interesaba, cómo la diversidad de la flora y de la fauna se distribuye en los diversos pisos térmicos, le mostró cómo la índole de sus habitantes está relacionada con los diferenciados climas; la nevada cumbre del Tolima (45) era un saliente hito que dominaba buena parte

de sus rutas, era un jalón que lo indujo a representar, mediante mapas o cartas, los territorios que repetidamente visitaba. No queda duda de que así se formó el observador y el asociador que fue Caldas; que de esta amplia relación con la naturaleza y con los libros que alimentaban su fantasía, leídos "in situ", en "tiempo real", en tierra caliente, fría y templada, provienen sus visiones sobre el clima y los seres organizados, sus concepciones geográficas, siempre de vastísima escala y también sus ideas sobre la nivelación de plantas, planteamientos de alguien que durante más de cinco años subió y bajó, día tras día, las escarpadas vertientes andinas, simultáneamente inmerso en la cambiante naturaleza y las selectas lecturas.

Fue Caldas paulatinamente haciéndose a unos pocos instrumentos, barómetros (46), termómetros; había conseguido uno a uno sus libros, siempre los que lo orientaron correctamente y los que necesitaba, pocas veces los que le significaron obstáculo, fabricó sus propios y rudimentarios aparatos, aún los de índole astronómica; esto lo obligó a refinar sus cuidados como observador instrumental, calidad en la que descolló. Con la ayuda de las ya citadas "Observaciones Astronómicas" de Jorge Juan, construyó en 1796 un "Cuarto de Círculo" (47); con él determinó la latitud de Popayán. Se hizo a la Astronomía de Lalande y otros tratados y a tablas astronómicas, y adquirió un octante de Hadley. Cada vez sus viajes eran en este sentido más provechosos: no llevaba aún un año cuando ya necesitaba almanaques astronómicos (48) para sus tareas; en el siguiente año ya hacía observaciones barométricas en forma sistemática; fue en una de estas ocasiones cuando midió barométricamente la altura de Guadalupe, su primer trabajo publicado (49); tomaba rumbos para localizar los detalles geográficos que observaba desde la ruta,

y ya tenía el mapa del curso del río Prado. Durante el segundo año de correrías había ya agregado a las observaciones del barómetro el cálculo de la altura de los lugares; se interesa entonces en los geógrafos que han recorrido y descrito estas tierras y pide libros e informes al respecto (50). Consiguió más tarde un telescopio acromático (51) e hizo gestiones para adquirir otro que había en Cali y que pertenecía al Alférez Real (52); en el año 97 ya hacía observaciones astronómicas de latitud y recogía los datos necesarios para la meteorología.

A instancias de los cabildos de La Plata, y Timaná que estaban empeñados en un pleito de límites (53), inició un extenso trabajo con el fin de elaborar la carta de la provincia de Timaná para lo cual hubo de determinar numerosas latitudes, realizar operaciones de triangulación y lograr la longitud de algún lugar. La oportunidad se le presentó con ocasión del eclipse total de Luna del 3 al 4 de diciembre de 1797, que observó en Garzón (54), trabajo al que Oltmanns dio gran peso al analizar las observaciones astronómicas de Humboldt y de otros astrónomos, pues el fenómeno fue muy observado en Europa (55).

Para fines de 1798 el acopio de datos lo hizo pensar ambiciosamente en elaborar el mapa de todo el virreinato (56) y como ya disponía regularmente del "Almanaque Náutico" de Cádiz y de un telescopio, podía usar los fenómenos de los satélites de Júpiter que observaba, para agregar a sus mapas más longitudes fijadas astronómicamente (57). Observó la emersión del primer satélite de Júpiter del 22 de diciembre con la que fijó la longitud de Popayán; Humboldt habría de admirar este trabajo, y con él ganar confianza en la marcha de su cronómetro, y en las determinaciones de longitud que venía realizando (58).

Los rápidos progresos de Caldas le llevaron a pedir las Tablas de Lalande; no podía limitarse a las ocultaciones de satélites de Júpiter visibles también en Cádiz, y que traía el "Almanaque": quería calcular él mismo todas las visibles en Popayán y no depender en esto de la Metrópoli española; se vislumbra ya una no dependencia científica (59), se nota un intento de sobrepasar el nivel de aplicador de prácticas y técnicas conocidas; se pone de manifiesto la necesidad, ya que ese era su problema, de realizar lo que los altos niveles de la ciencia de esos días hacían para que otros aplicaran; de ponerse al pie de quienes trabajaban la frontera de la ciencia.

El manuscrito de estos trabajos que Caldas entregó en Quito a Humboldt fue recientemente localizado en el viejo continente. La carta que con ayuda de estos trabajos realizados en la provincia de Timaná elaboró Caldas, y de la cual también dejó copia a Humboldt, fue incorporada al mapa del Río Magdalena publicado en el Atlas (60) y las posiciones astronómicas calculadas por Oltmanns (61) con base en las observaciones de Caldas, aparecieron publicadas al lado de aquellas debidas a Humboldt. Pero no habían pasado tres meses de ese año cuando dejó la astronomía, se dedicó de lleno a la botánica y se hizo a los libros a que su "furore" botánico le obligó (62). Poco después comenzó a enviar ejemplares de herbario a Mutis en Santafé, y como en marzo de 1801 recibió de Santiago Arroyo desde Santafé el prospecto de una publicación llamada "El Correo Curioso" en donde más tarde sus amigos de la capital le publicaron su primer trabajo sobre "La Altura de Guadalupe" (63); se entusiasmó y se dedicó a ordenar sus trabajos en la forma de una "Relación del viaje" como era el uso de los viajeros científicos de esos siglos (64).

Ya habrá tenido Caldas algunas dudas sobre la fijación del término superior de la escala de los termómetros cuando un accidente en una excursión al Puracé lo llevó a reconstruir un termómetro roto y a descubrir un método para hallar las alturas sobre el nivel del mar utilizando la temperatura de ebullición del agua. La relación entre la altura de la columna de mercurio en el barómetro y la elevación de los lugares era ya bien conocida: recordemos la ecuación dada por Laplace para tal fin. Caldas halló una relación empírica entre la altura de la columna del barómetro y la temperatura de ebullición, pero dejó para más tarde el perfeccionamiento de su teoría (65), luego que hubiera realizado más observaciones aprovechando las grandes diferencias de nivel del camino entre Popayán y Pasto, que tendría que recorrer en viajes a Quito, a fines de ese año (66).

Fueron entonces fructíferos y útiles para Caldas estos viajes iniciados con el comercio de telas, que lo pusieron en contacto con la naturaleza y con el país, y con tan bien seleccionados libros; ésta fue su verdadera escuela, la fuente de sus ideas y el origen de sus trabajos.

3.4 *Alejandro de Humboldt*

La visita del barón prusiano partió en dos la actividad científica de Caldas y así lo hará aquí con el relato de la tarea astronómica del payanés. Provisto Humboldt de valioso instrumental astronómico adquirido en los principales centros europeos (67), y luego de relacionarse con los astrónomos y marinos españoles y de haber surcado el océano, llegó a las costas venezolanas de la Tierra Firme. Realizó allí una serie de importantes trabajos astronómicos para relacionar, con las previamente hechas por los marinos españo-

les en aquellas costas, sus futuras labores (68).

Al internarse Humboldt en las regiones del Orinoco y Río Negro determinó astronómicamente la localización de muchos lugares que hoy son fronterizos del territorio colombiano, con los que pudo trazar el primer mapa exacto de esas regiones hasta entonces tan sujetas a conjeturas y falsedades. Los lugares aludidos fueron: Bocas del Meta, Isla de Panamá, Atures, Maipures, Piedra Ratón, San Fernando de Atabapo, San Baltasar, Javita, San Carlos (69).

De importancia fue el hecho de haber determinado la latitud correcta del Fuerte de San Felipe, frente a San Carlos, equivocadamente colocado, intencionalmente o por negligencia, por la expedición de Iturriaga, Alvarado y Solano (70); pero el mal ya había sido causado y el avance portugués no por esto retrocedió a la línea ecuatorial.

Luego de dejar las tierras venezolanas viajó Humboldt a la Habana en donde fue recibido por los astrónomos y marinos españoles de la expedición que había trabajado en las Islas Antillas: Ferrer, Robredo y Galiano (71).

Una aventurada travesía lo llevó a la boca del Sinú (72), luego de haber avistado algunas Islas del archipiélago de San Bernardo. Antes de llegar a Cartagena, destino inicial, en donde lo recibieron Fidalgo, Tíscar y Noguera, observó el eclipse total de Luna del 29 de marzo de 1801. Humboldt desistió de continuar por mar su viaje y, aunque envió por esa vía sus más pesados instrumentos astronómicos con la esperanza de recobrarlos en Guayaquil, emprendió el largo y penoso recorrido remontando el Magdalena, con destino a Santa Fe. Las observaciones realizadas durante la navegación en las locali-

dades de Isla de Cotorreo, Pinto, Mompox, El Regidor, Morales, Badillo, Paturría, Isla de Brujas, Garrapatas, Nare, Guarumo y Honda, le permitieron trazar un mapa del río, el que realizó durante los dos meses de permanencia en la capital del Virreinato. Los lugares astronómicamente determinados fueron: Isla Mucara, Isla Arenas, Punta Gigante, Cartagena, Turbaco, Mahates, Mariquita, Santa Ana, Guaduas, y Santa Fe (73).

En las tertulias santafereñas contó el barón de los trabajos hidrográficos de un puntilloso y exacto marino, con una expedición que hacía planos: Fidalgo y sus bergantines "planeros". El chisme le llegó a Caldas, que entonces supo de ellos. La sociedad de ese imperio, altamente jerarquizado verticalmente, aparece desarticulada localmente, por la carencia de eficientes mecanismos de información.

Reiniciada su marcha por la ruta de los llanos del Tolima, el Quindío y el Valle del Cauca, los trabajos astronómicos se hicieron en Fusagasugá, Contreras, Ibagué, Pie de Cuesta, Volcancitos, Cartago, Buga, Guavas, Vilela y Popayán. Allí conoció los trabajos, las observaciones y cálculos de Caldas, los elogió (74), los confrontó con los suyos propios y el elogioso comentario no dejó de surtir efecto en los admiradores de Caldas.

El trayecto final de Popayán hasta la frontera actual con la República del Ecuador fue recorrido en diciembre de 1801; a lo largo de la ruta las determinaciones astronómicas le permitieron ubicar los sitios del Almaguer, Pasto y Guachucal, lugar próximo a la actual frontera con la República ecuatoriana (75).

3.5 *La Construcción del Observatorio*

Mutis demoró 20 años en construirlo; pero en los primeros meses de 1802 tenía

ya alguien para trabajar en la astronomía: Caldas, ya reconocida por Humboldt la calidad de sus trabajos (76). En los primeros meses de 1802, simultáneamente incorporó a Caldas a la Expedición (77), e inició la construcción. Recordemos aquí cómo en el informe que Mutis envió al Virrey, el 27 de marzo de 1803, menciona que un joven con capacidad para la cartografía y la astronomía trabaja en la secretaría del virreinato; recordemos también que al comunicarla a Cavanilles que ya tiene a Caldas para la astronomía (78), Mutis espera que no le hechen atrás esa designación, como ya en ocasión anterior lo había hecho Casimiro Gómez Ortega con un candidato anterior (79). Esta vez tuvo éxito.

Con la autorización del Virrey inició Mutis la construcción del Observatorio en el solar de la "Casa de la Botánica", sede de la Expedición. La obra fue erigida entre el 24 de mayo de 1802 y el 20 de agosto del año siguiente.

Tomó Fray Domingo de Petrés, el arquitecto a quien se encomendó la obra, por modelo para el observatorio las construcciones usuales europeas de siglos anteriores, en especial la primera construcción de Greenwich y las torres extremas de la primera construcción del Observatorio de París (80).

Consta el edificio de una "Camera Stellata", octogonal, con siete altas ventanas en los costados para hacer las observaciones desde el interior, construida sobre un salón bajo de menor altura, habitación del astrónomo, y rematada por una azotea. Adicionó Petrés a la torre octogonal otra para albergar la escalera (81), rematada por una caseta meridiana con ranura en el techo. El salón principal, por una abertura en el centro de la azotea, constituía de hecho un gran gnomon solar, aún cuando la extremada altura del recinto

hace que en los solsticios el rayo solar caiga no en la cinta meridiana del piso, sino sobre las paredes laterales. Pero es más: estos salones se usaron en las altas latitudes europeas para observar desde el interior la marcha de los cuerpos del sistema solar desde la salida al oriente, hasta la puesta por occidente, culminando hacia el sur, no en el cenit, momento en que se veían por la ventana de ese costado. Pero esto no ocurre así en las zonas ecuatoriales, donde culminan estos astros vecinos al cenit. Caldas objetó esta construcción edificada en la vecindad del ecuador (82). Una transferencia no adecuada de tecnología, se diría hoy, y Caldas, para quien se construyó la torre, no fue previamente consultado. Pero tampoco el solitario Mutis buscó consejo en España (83). Erigió un Observatorio obsoleto, diez años después de que en Madrid y San Fernando se habían construido modernos edificios, no de la tipología del siglo XVI, pero sí ya de la que caracterizará las construcciones de los observatorios del siglo XIX (84). Esto hace aún más interesante esta Joya de la historia de la Astronomía, que al continuar utilizándose para lo que fue erigida, al tener un desarrollo histórico propio a lo largo de su existencia, al cumplir cabalmente su cometido, asume el carácter de símbolo de la historia de la Ciencia en Colombia. El continuar como sede del Observatorio Astronómico es el mejor homenaje que se puede hacer a quienes en el pasado lo crearon y a quienes trabajaron en él.

La dotación del observatorio, además de los instrumentos que trajo Caldas, al regreso de la Presidencia de Quito, el Cuarto de Círculo de John Bird (85), instalado en la caseta con ranura meridiana sobre la torre de la escalera, y el Péndulo de Graham (86), estaba formada por los aparatos que el Rey hizo comprar en los días de la creación de la Expedición Botánica, y cuyo pedido hubo de renovarse

por el naufragio del primer encargo. Entre ellos: un Cuarto de Círculo de Sisson, teodolitos de Adams, cronómetros de Nairne y de Emery, anteojos acromáticos de Dollond, agujas magnéticas, barómetros, termómetros (87), etc.

3.6 *Caldas y Humboldt. Los viajes por la Presidencia de Quito*

La idea de la agregación de Caldas al recorrido que por el virreinato emprendían desde Cartagena los sabios Humboldt y Bompland fue originaria de Santiago Arroyo, quien la sugirió desde Santafé, en carta que Caldas recibió entre el 5 y 20 de mayo de 1801 (88); Humboldt, por esos días, apenas si había salido de Mompox río Magdalena arriba. Sugería Arroyo que así como la Corona Española había designado a los jóvenes guardia-marinas Antonio de Ulloa y Jorge Juan para acompañar la expedición de los sabios académicos franceses a la medida del arco de meridiano en las vecindades del Ecuador, Caldas lo fuera para instruirse en la compañía de los nuevos viajeros; aceptada por Caldas la idea, intercedió Santiago Arroyo en Santafé ante Mutis, pero, aparte del interés que luego demostraría el prusiano por Caldas y sus trabajos, cuando en Popayán los conoció, no parece que el plan en ese momento hubiera llegado a algo.

Cuando Humboldt visitó a Popayán ya Caldas había partido hacia Quito en diligencias de unos pleitos de familia. Hay indicios de que, luego del elogio que el barón hizo de los trabajos que el padre le facilitó, el grupo de amigos de Caldas trató sobre la manera de procurarle una carrera científica, pues el notable viajero les prometió recomendarlo a Lalande en París y Maskelyne en Greenwich, directores ellos respectivamente de los observatorios de esas localidades. A pesar del júbilo inicial, el asunto se enfrió y de ello, por

lo pronto, no se habló más en Popayán (89).

Caldas viajó a Ibarra, al norte de Quito, al encuentro de los viajeros quienes entraron a esa presidencia al despuntar el año de 1802. Bien conocidas y controvertidas son las relaciones entre Humboldt y Caldas, con sus dramáticos altibajos y furibundas reacciones del payanés, al verse suplantado por otra persona como compañero en la continuación del viaje.

Hoy se ve que fue la rivalidad científica, la rivalidad ante la creatividad científica, la que ocasionó la ruptura; las discrepancias frente a comportamientos personales fueron la manifestación externa de tal rivalidad. Ya que con respecto a la astronomía ambos la practicaban como técnica a nivel profesional, en la que ninguno de los dos estaba "creando" nada, no se generó por ella ninguna rivalidad ni celo alguno.

Sin embargo, durante estos días tomó nuevamente cuerpo el proyecto del que se había hablado en Popayán, y que hoy puede verse con claridad, y que condujo a que Caldas se hiciese a una dotación de instrumentos de primera calidad. Veamos el proceso del asunto.

A fines de enero recibió Caldas noticias de una nueva idea de sus amigos de Popayán. Manuel María Arboleda pidió a Humboldt la confección de una lista de libros e instrumentos científicos que habrían de comprarse en Europa con los dineros que resultasen de una colecta que se había abierto en esa ciudad. El barón atendió el pedido y produjo una detallada y larga lista con indicación de los fabricantes de los instrumentos y con cartas de recomendación para que Lalande en París, Maskelyne en Londres y Brodhagen en Hamburgo, dirigiesen personalmente las compras y los encargos. Parte

del dinero se alcanzó a conseguir, especialmente el debido a la magnanimidad de José Ignacio de Pombo, y para el mes de marzo se anunció el envío a Popayán de las listas de pedido que a comienzos de ese mes entregó el prusiano ya elaboradas. Existen dos copias de las mencionadas listas, una está en el Archivo Central del Cauca, la otra se conserva en la Universidad Javeriana, en Bogotá. Por una razón u otra los pedidos no se hicieron, lo cierto es que Humboldt ofreció en venta algunos de sus instrumentos de los que disponía en Guayaquil. Los había enviado por la vía de Panamá desde Cartagena, considerando que constituían más un estorbo que otra cosa durante la penosa travesía por tierra del virreinato. Bien sea que esta alternativa haya sido la causa de la cancelación en Popayán del proyecto inicial, el hecho es que Caldas le compró el excelente Cuarto de Círculo de John Bird con fondos que le facilitó José Ignacio de Pombo. Además Caldas adquirió de un relojero de Quito el péndulo Graham que había sido de los académicos franceses (90). ¡Qué Joyas!. Con un telescopio Dollond, barómetros y termómetros que le envió Mutis desde Santafé y el octante de Hadley de su propiedad, quedó Caldas completamente equipado. Del mes de julio de 1802 en adelante, disponía de equipo instrumental adecuado, que, en la categoría de aparatos portátiles era lo mejor que en esos tiempos se podía conseguir. No se puede seguir diciendo que Caldas trabajó con instrumentos de su propia confección sin indicar en qué corta época de su vida lo hizo y sin aclarar que en el resto de ella estuvo excelentemente equipado.

Habiendo fallado el plan de acompañar la continuación del viaje americano de Humboldt y Bonpland, propuso Caldas a Mutis la realización de uno que habría de incluir la costa del Chocó y Cartagena para concluir en Santafé (91); Mutis ac-

gió la idea y le vinculó a la Expedición Botánica como agregado en calidad de meritorio, esto a partir del mes de junio (92). Reducido en sus alcances, partió finalmente Caldas hacia la parte norte de la Presidencia de Quito, la que consideraba mal estudiada por los viajeros que la habían recorrido con demasiada premura. Pero no partió solo, copiando el modelo humboldtiano lo hizo "acompañado de don Manuel Aguilar, cadete abanderado de las compañías de esta ciudad, joven de bellísima índole, educación y amante a instituirse en mis ramos (93). El que Caldas haya viajado en la compañía de este bello joven ha pasado completamente desapercibido, pues sólo lo menciona en su "Relación de Viaje", la que ha permanecido hasta ahora inédita en Colombia.

No le duró mucho el joven pues las inclemencias del viaje lo enfermaron y lo obligaron a regresar a Quito. Sería muy dispendioso enumerar aquí las peripecias de este y los restantes viajes por la Presidencia de Quito, aún inéditas, ya que conocemos sólo relatos parciales y aislados. Quizá baste indicar que hoy se ve cómo estos viajes fueron hechos como parte de las tareas de la Expedición Botánica de Santafé y también por encargos locales que en Quito le hiciera en varias ocasiones Héctor Carondelet (94), el progresista Presidente de Quito. Si bien es cierto que conocemos muchos de estos relatos de viaje en forma aislada, a veces con títulos que Caldas no les puso, hace falta presentar el relato integrado de la citada "Relación de Viaje", la que incluye las siguientes excursiones:

Septiembre a diciembre de 1802. Viaje al norte del Ecuador, Ibarra y Otavalo. Observó en esta última localidad el paso de Mercurio frente al disco solar el 9 de noviembre (95).

Julio y agosto de 1803. Exploración del camino de Malbucho, una salida al mar en el norte del Ecuador (96), ocasión en la cual determinó astronómicamente los siguientes lugares: Ibarra, Salinas, Cuajara, Malbucho, Licta, San Miguel, Coron-delet y la Boca de San Pedro.

Mayo de 1804. Viaje a Barnuevo (97).

Julio de 1804 a diciembre de 1804. Viaje a Riobamba, Cuenca y Loja.

La larga lista de lugares astronómicamente determinados es la siguiente: Turubamba, Machache, Saquisili, Tagualó, Macuchí, Pitaló, Tigua, Ambato, Riobamba, Cuenca, Azogues, Paute, Oña y Loja.

El 25 de diciembre de 1804 estaba ya Caldas de regreso en Quito (98) e inició los preparativos para efectuar el traslado definitivo a Santafé.

Es interesante anotar aquí el interés de Caldas por hallarse en Quito en las fechas de los solsticios para determinar la latitud y la oblicuidad de la eclíptica.

Si bien el manuscrito de "Observaciones astronómicas comenzadas en Quito en 1802" se perdió (99), hay muchas referencias a ellas en sus relatos de viajes y también algunas en las relaciones de los cálculos de estas observaciones efectuadas posteriormente en el Observatorio de Santafé.

El 28 de marzo de 1805 emprendió el viaje a Pasto y Popayán (100), y luego, después de una visita a Cali (101), llegó a Santafé el 10 de diciembre de 1805 con sus instrumentos, cuadernos de observaciones, ejemplares de herbario y colecciones, todo lo cual depositó en el Observatorio (102).

Se instaló en el Observatorio Astronómico que Mutis había hecho construir desde 1803, llegó para estrenar el Observatorio, según dicen sus biógrafos, pero la evidencia de unas observaciones hechas en Santafé en 1804 (103), que han venido siendo atribuidas a Caldas, quien estaba todavía en el Ecuador, indica que pudo ser otro quien lo estrenó. ¿Fue Vicente Talledo, que tenía el encargo del Virrey de verificar las observaciones de Humboldt y de revisar el mapa del curso del Río de la Magdalena del que en Santafé había hecho dibujar el Barón, y del que dejó al Virrey copia? (104).

3.7 Caldas en Santafé

Agregó Caldas a los instrumentos que allí se hallaban el Cuarto de Círculo de Bird, que instaló en la caseta con ranura meridiana de la torre de la escalera, y el péndulo de Graham, que había sido de los académicos franceses y que había adquirido durante la permanencia en Ecuador.

Trazó la meridiana sobre el piso del salón principal lo que puso de manifiesto la deficiente orientación del edificio (105). Calculó la altitud del Observatorio sobre el nivel del mar (106). Observó numerosas alturas meridianas del Sol y de estrellas para determinar la latitud del observatorio, valor que fijó en $4^{\circ}36'06''$ al norte. La observación del eclipse total de Luna el 9 de mayo de 1808, de inmersiones y emersiones de satélites de Júpiter, en fechas diversas, le permitieron determinar la posición del observatorio en longitud (107).

Además realizó una medida de la altura de la nevada cumbre del Tolima, desde la azotea del Observatorio, en compañía de José Manuel Restrepo y Benedicto Domínguez, en agosto de 1808.

Si bien desde la llegada de Quito le había sido ofrecido el Observatorio, sólo después de la muerte de Mutis, el 2 de septiembre de 1808, y por el Decreto del arreglo de la Real Expedición Botánica fue realmente nombrado Caldas como encargado de la parte astronómica, atendiendo al testamento de Mutis (108).

En los informes al Virrey, fechados el 10. de julio de 1809 y 4 de noviembre del mismo año, da cuenta Caldas de las tareas realizadas y las necesidades mayores del Observatorio, las que en parte fueron satisfechas (109). Acompañó Caldas la primera de estas comunicaciones con copia de sus trabajos astronómicos de 1797 a 1805 en Santafé, incluyendo una memoria sobre la verdadera longitud de Quito, que tanto le preocupó, como a Humboldt, por la diversidad de resultados a que llegaron quienes la habían determinado en tiempos anteriores. Aunque estos anexos y memorias se han perdido, incluyó Caldas en la "prefación" al almanaque de 1812 (110), y en otros lugares del Semanario, referencias a dichas observaciones

Preparó Caldas los almanaques para los años 1811 y 1812, los que publicó en folletos con el siguiente contenido: Prefación, Epocas, (fechas) de la Historia de las Ciencias, Sistema Planetario, Cómputos Eclesiásticos, Cuatro Témporas, Fiestas Movibles, Oblicuidad aparente de la Eclipse de Sol y Luna, Apulsos y para cada uno de los meses del año: Longitud de Sol, declinación del Sol, semidiámetro del Sol, longitud del nodo de la Luna, apogeo y perigeo lunar, puntos notables de la Luna en la órbita y calendario.

Involucrado en el movimiento del 20 de julio como codirector del "Diario Político", disminuyó su actividad astronómica. De esos días data su trabajo en la elaboración y dibujo de un Atlas general (112), con ayuda de los pintores de la Expedi-

ción Botánica, cuyas actividades fueron clausuradas por la constitución de Cundinamarca de 1812, un caso bastante insólito que muestra lo poco que realmente interesaba la ciencia, aún a aquellos que habían participado en la Expedición Botánica, y recalca la naturaleza difusa de las relaciones de Mutis y la sociedad en que actuó.

Las divergencias políticas a partir de 1812 le envolvieron como protagonista de la guerra civil. La vehemencia con que Caldas se colocó al lado de los federalistas, y en contra del centralismo de Nariño (113), indica que lo que estaba en juego eran los intereses de clase, antagónicos a los de los comerciantes, españoles y criollos, que apersonaba Nariño. Vencedor Nariño, Caldas optó por exiliarse, perdidas las esperanzas de ver libre su patria; buscó desde Cartago el camino de Cartagena, en actitud típica de perdedor de guerra civil (114), pero se quedó en Antioquia preparando la defensa contra los realistas del Sur (115). Organizó una escuela militar en Rionegro, en cuya maestranza trabajó (116); finalmente retornó a Santafé en 1815.

Caldas fue llamado por el Gobierno Central con el fin de organizar en Santafé otra escuela militar. Una circular enviada por el Secretario de Guerra, Andrés Rodríguez, a los diversos gobernadores decía que: "Establecida en la intermediación del Gobierno Central una escuela militar, bajo la dirección del Coronel Ciudadano Francisco José de Caldas, ha acordado que de cada una de las provincias vengan cuatro jóvenes de algunos conocimientos, aplicación y buena conducta a recibir la instrucción que se les dará para hacerse buenos militares". Fechada el 28 de septiembre de 1815 muestra, al menos el amplio propósito de esta nueva escuela a cargo de Caldas. Además por circular a los gobernadores se recomendó la reco-

lección y envió a Santafé de todas las cartas o mapas y noticias geográficas que se encontraran, garantizando su devolución a los propietarios. Estas gestiones datan del mes de noviembre de 1815.

El año siguiente fue fatal para los patriotas; la reconquista por el ejército español de Morillo que tomó a Cartagena y amenazaba a Santafé, obligó a Caldas, con otros patriotas a refugiarse en el sur, por segunda vez con esperanza de salir del país (117). Las circunstancias de cómo fue sacado de su escondite de Paispamba y llevado preso a Popayán, y de cómo se intentó u ofreció facilitarle la fuga, están rodeadas de leyendas que hoy no parecen verosímiles. Caldas fue recluido en el Cuartel, pues hay noticias de que allí se encontraba otro preso —el cura de la Plata, Andrés Ordóñez— quien solicitó indulto en carta que Caldas le escribió (118), fechada el 21 de julio de 1816, el mismo día en que este, a su vez, solicitó igual gracia; pero este capítulo final de la vida de Francisco José de Caldas y Tenorio merece tratarse con más detalle.

3.8 *El fin de Caldas*

Es conocida la carta que, en vísperas del cadalso, Caldas envió a Enrile como una última súplica (119). Nuestra historia no quiso saber nada de esa claudicación del prócer; los biógrafos rebuscaron acomodadas justificaciones a una debilidad que había que perdonar, ya que no había sido posible ocultar del todo. Pero a la luz de la documentación puesta en evidencia en los últimos tiempos (120), la contradicción implícita en la conducta del prócer desaparece si se tienen de presente los hechos siguientes:

Recordemos que Caldas pertenecía a una de las familias de la élite hispano-criolla, que esperaba continuar usufructuando las prerrogativas que tenía y para

la cual era en el fondo indiferente, cuáles miembros de la familia ejercían el poder local, si los tíos, padres o cuñados, españoles o criollos, pero adictos al rey, es decir realistas, o los hijos o sobrinos criollos, partidarios de la insurgencia, en tanto conservasen el poder local. Esta élite criolla recibía por tanto con alborozo al vencedor de la última batalla, fuera del bando republicano o realista; así celebró la entrada de Sámano, y estuvo dispuesta en conjunto a aceptar el indulto que ofrecía Morillo, el más nuevo vencedor. Caldas no estuvo solo en esto, su primera carta de petición de clemencia es conjunta con otros dos compañeros de prisión (121), bien anterior a las aterradas súplicas en la víspera de un cadalso, y que refleja la convicción, reiterada luego durante varios meses, de lograr el perdón (122). No habían sido ellos, los magistrados de esta élite, los que dieron batalla a Sámano en su posición de la Cuchilla de Tambo. Documentos que han visto la luz no mucho ha (123), muestran que un grupo de oficiales, presintiendo la entrega de los jefes, se había organizado secretamente, desde comienzos de 1816 (124). En previsión de tal eventualidad, y obrando de acuerdo con tales propósitos, esta oficialidad forzó la dimisión de Cabal, que no quería presentar la batalla, e impuso la jefatura de Liborio Mejía, quien se lanzó en improvisada acometida contra el atrincherado y preparado Sámano. La élite criolla, que recibió con alborozo entusiasmo el triunfo de los criollos del sur, en una acción de la cual había estado marginada, optó por la entrega, y la delación a veces; con ahínco buscó el trámite favorable de los indultos, con padrinos en la Metrópoli si era el caso. La crueldad de Morillo alteró la apreciación posterior de estos hechos, consagró los próceres al segar las vidas, entre ellas, el 28 de octubre de 1816, la de Francisco José de Caldas; hoy tal apreciación inicial debe replantearse; se debe

considerar lo que en ese momento estaba ocurriendo en España, en donde otra guerra de independencia había desatado otra guerra civil; que también se confundían: la reconquista española de 1816 era la cuota para la América de la represión de la "España Negra", la escondida, acechante y reaccionaria, que aprovechó la victoria de los ingleses en victoria contra los franceses que sostenían el "gobierno intruso" de José Bonaparte, para arremeter, ya como "restauración", contra la liberal España de las cortes de Cádiz, y de paso apagar el siglo de las "luces", echar a perder lo que la Ilustración había logrado en España, y venir a América como "reconquista", a apagar la vida de Caldas, el mejor producto criollo de esas "luces".

Pero, ¿era este necesariamente el triste fin de Caldas? Veamos cómo unas circunstancias muy particulares alteraron su destino (125).

La petición de clemencia del 21 de julio, elevada por Caldas, Rodríguez Torices y Dávila, tuvo, al menos para el primero de ellos, una acogida completamente favorable, como se sabe por la respuesta de Toribio Montes a la súplica de esa misma fecha que le hizo la madre de Caldas: el jefe español había decidido que el juicio se llevara a cabo en Quito, en donde, según sus palabras, podría al lado de su hermano Don Camilo vivir con entera tranquilidad, es decir perdonado.

Habiendo sido Popayán pacificada por fuerzas que de él dependían y Caldas oriundo de esa provincia, consideró Montes conveniente tomar en sus manos el caso y ordenó reiteradamente a su subordinado Sámano el envío del preso a Quito; Sámano no cumplió estas órdenes; en cambio atendió de inmediato la solicitud de Morillo de enviarlo a Santafé. Desde el momento mismo de la ocupación de Po-

payán, Sámano había entrado en inteligencia con el jefe español de Santafé, informándolo de todo y aceptando sus órdenes, a medida que ignoraba y desobedecía a Montes; fue de esa manera, poco a poco, pasándose a la jurisdicción de Morillo, quien había traído de España facultad especial para otorgar ascensos; el que había pedido Sámano, por intermedio de Montes debía aún esperar el trámite de rutina en la Metrópoli. Enviado el prisionero a Santafé, Morillo otorgó generoso el ascenso a Sámano, le delegó el mando antes de partir para España; allí lo recomendó como virrey (126). Montes, un jefe ya hecho a la América, reprochó duramente a Morillo por lo que estaba haciendo alegando que si dejaba vivir y trabajar en paz a los criollos retornarían al reconocimiento del rey, que si se les hostigaba se alejarían de España. Para recalcar la índole criolla de las tropas a su mando, quiteños, limeños, patianos, Montes se refería a las de Morillo como "tropas europeas".

4. El primer medio siglo de independencia

4.1 Minería, Geografía y Cartografía

Consumada la independencia, se abrió la naciente República al interés de otras naciones europeas. Empresas, capitales e intereses se vincularon entonces a la explotación de los recursos naturales, y entre ellos principalmente, los mineros; geólogos europeos recorrieron el territorio contribuyendo al conocimiento del subsuelo. En los criollos quedó la devoción por los estudios geográficos que la obra de Caldas y Humboldt había despertado, y algunos de los colaboradores y discípulos los continuaron. Esto, unido al interés inmediato de los gobernantes, de Mosquera principalmente, heredero de tales aficiones, dio vida a una empresa de

gran envergadura, la "Comisión Corográfica", destinada a completar el conocimiento y descripción del territorio y de sus recursos. A esta tarea, pero en forma ocasional, deben agregarse los reconocimientos que los servicios hidrográficos de las tres potencias navales realizaron a lo largo de nuestras costas, con lo que se amplió la cobertura cartográfica del litoral. Los métodos astronómicos continuaron empleados como ayuda en la realización de tales trabajos, reducidos casi exclusivamente a la obtención de latitudes con el sextante, pues las diferencias de longitud se infirieron de las diferencias de latitud y de los rumbos entre localidades, apoyándose en las de lugares que habían determinado Fidalgo, Caldas o Humboldt. Trabajos trigonométricos, y los rumbos de detalles del terreno observado desde puntos prominentes, permitían trazar esquemas topográficos que unidos formaban el material para la cartografía. Si bien se logró un conocimiento y una descripción del terreno valiosos, no se encuentran en este período trabajos astronómicos de la importancia de los realizados en los últimos años del virreinato, especialmente en lo referente a determinaciones absolutas de longitud. Entre los exploradores y cartógrafos animados del interés por la prospección minera y geológica, pueden mencionarse los nombres del ingeniero inglés Tyrrel Moore (127) y del Capitán de Ingenieros Carl von Greiff, exploradores y cartógrafos del territorio antioqueño (128). Las regiones del oriente colombiano fueron objeto de los trabajos por los geólogos Reiss y Stübel (129), quienes, además, visitaron el sur del país y recopilaron los trabajos y determinaciones astronómicas realizadas previamente a lo largo de la ruta de su exploración.

En el aspecto cartográfico la figura principal es indudablemente la del Coronel Agustín Codazzi, Director de la "Co-

misión Corográfica". Codazzi, quien había realizado un extraordinario trabajo cartográfico y geográfico en Venezuela, recorrió gran parte del territorio colombiano durante cerca de diez años. Su trabajo, lamentablemente inconcluso, fue completado y hecho público por algunos integrantes de la Comisión, no siempre a la misma altura de su desaparecido jefe. El trabajo astronómico fue de calidad inferior al de medio siglo atrás, como lo atestigua el persistente error en la localización de Bucaramanga, en más de un grado al sur de su verdadera posición, error que no hubiera pasado por la imaginación de un Fidalgo, un Caldas o un Humboldt. Habría de pasar otro medio siglo, hasta los días de la Oficina de Longitudes, para lograr una cartografía adecuada a las cada día más exigentes necesidades de la nación.

4.2 *El Observatorio y el Museo*

En el año de 1823 se creó el Museo de Ciencias Naturales al cual se vincularía el Observatorio. Don Benedicto Domínguez, a cuyo cargo había quedado, hubo de hacer entrega a don Joseph Lanz (130), con fecha 26 de noviembre anterior, del inmueble, y por inventario de los enseres, libros y pocos instrumentos de dotación que quedaron luego del saqueo del edificio por las tropas del insurgente Bolívar (131). En el inventario no aparecen ni el Cuarto de Círculo de John Bird, que Humboldt vendió a Caldas, ni el péndulo de Graham que Caldas adquirió en Ecuador. Sin embargo, el General Acosta indica que en 1840 estos instrumentos, reliquias del viaje Humboldtiano y de la medida del arco de meridiano por los académicos franceses, aún permanecían en el Museo; es la última referencia a ellos que existe. Quedó entonces el edificio del Observatorio con algunos pocos muebles solamente; quienes lo ocuparon en trabajos

y observaciones científicas, emplearon instrumentos de su propiedad privada.

Aunque una misión científica (132) fue contratada por Zea para trabajar en la nueva República, el alcance de sus tareas, el de las pocas cátedras que dictaron, no impidió que el Museo, más que centro para la investigación científica tomara más el carácter de institución para el recuerdo de la historia (133). De todas maneras tampoco era la astronomía campo de actividad que se hubiera asignado específicamente y en el que se hubiera trabajado en el Museo, aún con el edificio del Observatorio adscrito; aunque según reza el contrato firmado por Mariano Rivero, a cuyo cargo estaba la organización inicial del Museo de Historia Natural y de una Escuela de Minas, éste debía adquirir instrumentos de física y de astronomía. De todos modos es ésta para la astronomía más bien una época de desinstitucionalización y de ruptura con un pasado que ya desde ese momento era legítimamente ver como horrible noche (134).

Terminados los trabajos de la Comisión Científica en 1827 se encomendó el Observatorio a Benito Osorio: su trabajo se concentró en el registro de observaciones meteorológicas; las de ese año aparecieron publicadas al año siguiente con el nombre de "Observaciones Atmosféricas (135)".

En el año de 1828 se anexó el Observatorio al Museo de Historia Natural; Benedicto Domínguez fue nombrado para dirigir ambas instituciones, por segunda vez se hizo cargo del Observatorio (136).

En el año de 1832 fue designado Joaquín Acosta Director del Museo Nacional, del Observatorio y del Laboratorio Químico. Nuevamente fue la meteorología el campo de la actividad de Acosta en el Observatorio, el que estaba localizado en el solar del fondo de la antigua casa de la

Expedición Botánica, en ese entonces sede del Museo. Acosta interrumpió estas labores en 1837 para hacerse cargo de la representación diplomática de la Nueva Granada en el Ecuador. Regresó dos años después para retomar sus cargos del Museo y el Observatorio. Durante esa ausencia lo había reemplazado Benedicto Domínguez, pero Acosta no permaneció mucho tiempo pues en 1840 se retiró definitivamente.

A partir de 1845 se ausentó Acosta del país con el fin de realizar trabajos históricos y científicos. En Europa tradujo las memorias de Boussingault y reeditó los trabajos de Caldas, del Semanario y otros, en el año de 1847.

Fue Francisco Javier Matiz quien tomó en sus manos el Observatorio en 1840, para dejarlo ocho años después cuando en 1848 el Observatorio fue anexado al Colegio Militar (137).

4.3 *El Colegio Militar y el Cuerpo de Ingenieros del Estado*

Dos años después de posesionado Tomás Cipriano de Mosquera de la Presidencia de la Nueva Granada estableció el Congreso, por ley de 1847, un Colegio Militar para formar, entre otros, oficiales ingenieros e ingenieros civiles, con énfasis en la aplicación de las matemáticas. Al Colegio se anexó el Observatorio que se usó como local para las clases. De aquí salieron varios personajes que habrían de vincularse al Observatorio en un futuro: José Cornelio Borda e Indalecio Liévano. El gobierno de Melo en 1854 interrumpió estas labores, las que no se lograron reactivar a pesar del empeño del gobierno siguiente. De todas maneras el resultado fue el abandono del local del Observatorio.

Borda fue designado director en 1859 pero al año siguiente una nueva guerra civil lo comprometió con las fuerzas gobiernistas del Alto Magdalena. Perdedoras éstas a manos de Mosquera, Borda entró a la guerrilla; preso luego del intento de toma de Bogotá, decidió viajar a Europa, pero no sin antes visitar países americanos. En el Perú se puso al servicio de ese gobierno en conflicto con España. Tomó parte en el combate de el Callao frente a la escuadra española; allí murió (138).

Reestablecida la normalidad en el año 1862, fue Indalecio Liévano quien hubo de reiniciar las tareas del Observatorio, esta vez como jefe de la Oficina Central del Cuerpo de Ingenieros Nacionales, creada en 1866, a la cual se había anexado el Observatorio Astronómico (139). Además de observaciones meteorológicas, e hipsométricas y barométricas—entre ellas una determinación simultánea en Bogotá y Cartagena para definir la altura sobre el nivel del mar del Observatorio— se registraron ocultaciones de estrellas por la Luna, una ocultación de Venus, y una lluvia de estrellas fugaces en noviembre 14 de 1866. Esta promisoría actividad no habría de durar mucho tiempo pues el 23 de mayo de 1867 nuevos acontecimientos políticos interrumpieron las labores del Observatorio (140). El destino hizo que en esta ocasión funcionara como prisión de Estado: el prisionero fue don Tomás Cipriano de Mosquera (141).

Como resultado del triunfo radical, vientos renovadores impulsarán la educación y el trabajo científico por otros rumbos, que marcarán la actividad del Observatorio durante las décadas siguientes.

5. Conclusión del Siglo XIX y Primera Mitad del XX

La astronomía, como un medio para fijar la posición de los lugares en el globo

terráqueo y para orientar a los navegantes y exploradores, fue desde los comienzos del siglo XIX encaminándose decididamente hacia el estudio, primero descriptivo y luego físico, de los astros, además del avance que había logrado en la comprensión del movimiento de los cuerpos del sistema solar. Por otra parte las actividades astronómicas de exploración y reconocimiento, que en el siglo precedente estaban principalmente encomendadas a los hombres de armas, en especial de la marina, en nuestro país como en muchos otros, pasaron a manos de los ingenieros civiles, pues la independencia cruenta que entre nosotros había borrado la tradición militar española, y luego el golpe de estado de mayo de 1867, que anuló el intento de establecer un Colegio Militar, así lo determinaron.

Clausurado el Colegio Militar como tal, transferidos los estudios, alumnos, profesores y presupuesto a la Universidad Nacional de Colombia, creada en 1867 (142), como parte de ese proceso político, quedó adscrito a ella el Observatorio. Le cupo al Ingeniero José María González Benito, al encargarse de la dirección del mismo, dar los primeros pasos hacia las nuevas orientaciones aludidas, mediante la dotación de instrumental adecuado, a la observación física de los astros, la vinculación con astrónomos de renombre, y los estudios que por su cuenta realizó. La vinculación a la Universidad, con sus escuelas profesionales facilitó la participación del Observatorio con la Ingeniería Colombiana, por un proceso que tuvo la presión del gremio, pues, no bien creada la Sociedad Colombiana de Ingenieros, entendió la necesidad de incrementar los estudios de astronomía en la Escuela de Ingeniería para capacitar al cuerpo profesional en lo referente a la elaboración del mapa del país. Por otra parte la citada vinculación motivó un interés por la astronomía matemática y dinámica.

5.1 José María González Benito

La primera vinculación de González Benito al Observatorio había tenido lugar ya, en septiembre de 1866, como Ingeniero ayudante de Indalecio Liévano. Meses antes el Gobierno le había conferido el grado de Ingeniero, en unión de otros ilustres colegas con quienes integró el citado "Cuerpo de Ingenieros", pero el golpe de estado aludido interrumpió esta labor. Creada ya la Universidad Nacional, en ese año de 1867, fue entonces nombrado profesor de Astronomía y Meteorología en enero de 1868 y un mes más tarde Director del Observatorio, cargo que desempeñó por poco tiempo.

A comienzos de 1871 fue reintegrado como profesor de la Universidad y como director del Observatorio pero por reorganización de la Universidad se interrumpió nuevamente la marcha de este centro en agosto del año siguiente, para ser nuevamente nombrado Director en septiembre, a tiempo que se le confería una designación diplomática en el exterior.

Durante los años 1873, 1874 residió en Europa en donde desempeñó el cargo de cónsul en Southampton, años que aprovechó para establecer relaciones institucionales y personales con los medios científicos, y para adquirir valioso instrumental. Designó entonces el Gobierno, para reemplazarlo en la dirección del Observatorio a raíz de su ausencia, al Ingeniero Luis Lleras Triana, profesor de la Escuela de Ingeniería, pero esta vez la tarea fue interrumpida por la guerra de 1876; en ella Lleras Triana perdió la vida en el combate de la Humareda.

El 19 de abril de 1875 firmó González Benito con el Gobierno Nacional un contrato para la reorganización y dotación del Observatorio. El edificio fue arreglado, cambiada por la verja actual 'la original

pared que la encerraba, y construida una cúpula giratoria sobre la torre de la escalera. Los principales instrumentos adquiridos (143) fueron un refractor ecuatorial, un antejo de pasos meridianos, un teodolito altazimut y un espectroscopio. Las vicisitudes políticas de 1876 y 1877 lo apartaron entonces a otras actividades. Luego de su matrimonio en el año siguiente y habiendo recibido nuevo instrumental de Europa, se consagró a la tarea de erigir su propio Observatorio.

En septiembre de 1880 fue nombrado Director del Observatorio Astronómico Nacional, iniciándose un período de intensa actividad y colaboración con los centros internacionales, y naturalmente con su observatorio privado, cuya historia se relatará luego.

Apareció entonces la publicación de los Anales del Observatorio Astronómico Nacional de Bogotá, de los que se imprimieron seis entregas (144). Por esta época fue su colaborador en el Observatorio el Dr. Ruperto Ferreira, pero en ocasiones su antecesor Liévano y los señores Francisco Montoya (145), Justiniano Cañón y otros colaboraban en uno u otro observatorio. La aceptación por Colombia de las Convenciones Internacionales sobre la Hora fue obra del interés de González Benito (146).

En 1886 fue prorrogada por otros seis años su designación como Director del Observatorio Nacional, cargo que ocupó hasta el año de 1892, interesándose inmediatamente por la erección de un Observatorio al Oriente de Bogotá a una altura de 3.300 metros.

5.2 El Observatorio Flammarion

González Benito, como se dijo atrás, instaló primero en Zipaquirá en 1879 y 1880, y luego en Bogotá, un observatorio

particular al que denominó Observatorio Flammarion en homenaje a su amigo y padrino de matrimonio. Instalado en la casa de la Plaza de los Mártires, en Bogotá, fue inaugurado el 31 de mayo de 1881, siendo su principal instrumento un refractor ecuatorial de 95 mm. de abertura. Tres años más tarde fue trasladado a la carrera 7a. y finalmente, en 1896, trasladado a la calle 16 arriba del Parque de Santander. Los principales trabajos realizados fueron la observación del paso de Mercurio de noviembre de 1881, del paso de Venus frente al disco solar, el 6 de diciembre de 1881, observado conjuntamente con el Observatorio Nacional, la observación de cometas en julio de 1881, junio de 1881, septiembre de 1881, julio de 1893 y septiembre de 1898; observaciones planetarias, de estrellas fugaces, y de actividad solar. Muchos de estos trabajos, así como informaciones sobre el Observatorio oficial y privado, fueron publicados en *L'Astronomie*, órgano de la Sociedad Astronómica de Francia (147). Las gestiones para dotar su observatorio de un ecuatorial fotográfico no alcanzaron a cristalizar por dificultades inherentes a la guerra civil en 1899. Habiéndose apartado en 1893, del cargo de Director del Observatorio Nacional, realizó en los diez últimos años de vida labor astronómica en su Observatorio particular, el que años más tarde revivió y dotó con más poderoso instrumental, su yerno Manuel Laverde Liévano, en la misma sede de la calle 16. Lo que quedó de esta instalación está siendo demolido en estos días.

González Benito fue miembro de numerosas sociedades científicas nacionales y extranjeras las que a continuación se indican: Academia de Ciencias Naturales, 1871; Instituto de Artes y Oficios, 1872; Sociedad Politécnica, 1876; Royal Astronomical Society, 1875; Ateneo de Bogotá, 1884; Sociedad Astronómica de Francia, 1893; Sociedad de Estudios Geográficos e

Históricos del Salvador, 1892; Academia Universal de Ciencias y Artes de Bruselas, 1892; Oficial de Academia, de Francia, 1898; Sociedad Astronómica de Bélgica, 1898; Oficial de Instrucción Pública de Francia, 1903; y finalmente miembro fundador y primer Presidente del Instituto de Colombia, el que declaró inaugurado en discurso póstumo pues falleció el 28 de julio de 1903 luego de un ataque sufrido la víspera, que era el día previsto para la inauguración.

5.3 *La Astronomía y la Ingeniería Nacional*

El desarrollo de las vías de comunicación, en especial el trazado de los ferrocarriles mostró ya hacia el último cuarto del siglo XIX, la necesidad de disponer de una Carta Geográfica de mayor exactitud que la que había resultado de la Comisión Corográfica.

No bien acababa de establecerse la Sociedad Colombiana de Ingenieros, en 1887, cuando un nuevo plan de estudios de la Escuela de Ingeniería mereció la atención del primer Presidente de la Sociedad, Abelardo Ramos, quien objetó una asignatura denominada "Elementos de Astronomía y Geodesia". Alegó en nota editorial encendidamente que... "lo que nos parece error capital es la reducción de los estudios de Astronomía y Geodesia a elementos". Luego de indicar cómo en el orden de lo preciso sólo la constitución política puede precederle en una nación a la formación de las cartas de su territorio, advirtió que el ingeniero debe ser capaz de tomar la posición geográfica de cualquier lugar con exactitud y ciencia, que debe saber astronomía práctica, y que es necesario que una generación de jóvenes instruidos resuelva lo que en tiempo de Codazzi sólo él podía ejecutar (148). Mientras tanto la sociedad en sus Anales ya venía publicando efemérides astronómicas

micas, para atender también las demandas de la ley colombiana en lo relativo a adjudicación de baldíos (149). La verdadera respuesta de la Escuela de Ingeniería al reto de don Abelardo no tardó en aparecer: En el número 57 de los Anales de Ingeniería, de abril del año 1892, se inició una serie de artículos por Julio Garavito Armero, titulada "Determinación Astronómica de Coordenadas Geográficas". En ellos se exponían los métodos más convenientes para el trabajo en estas bajas latitudes vecinas al ecuador terrestre, pero lo más interesante es la modificación que introdujo en uno de esos métodos, el llamado de Talcontt, para obtener la latitud, que exige que el instrumento tenga en el ocular un hilo horizontal desplazable y un tornillo micrométrico para medir tal desplazamiento; al reemplazar esa medida por la toma de la diferencia de tiempo entre los dos instantes de paso de cada estrella, por el hilo horizontal, antes y después de la culminación, y mediante la fórmula de D'Alembert de reducción al meridiano, pudo obviar el uso del micrómetro, y, si el teodolito tiene, como es usual, varios hilos horizontales en su retículo, obtener datos adicionales para mejorar el resultado al promediarlos. Logró así sacar el máximo rendimiento del instrumental de uso del ingeniero, adaptando los métodos de observación y los cálculos a los elementos disponibles (150). Los resultados de esta acción no se hicieron esperar mucho: pronto aparecieron publicados en los "Anales" las más lúcidas tesis de grado, como la de Pedro María Silva (151).

5.3.1 La Oficina de Longitudes

Sin embargo, el hecho más significativo fue la institucionalización de todo ese empeño, al establecerse la "Oficina de Longitudes, por el Decreto 930 de 1902 que creó un centro científico para el per-

feccionamiento de la carta general de la República, mediante la determinación de las coordenadas geográficas de las principales poblaciones, refiriéndolas todas al meridiano del Observatorio Astronómico, como red base para pormenorizar la carta (152). A la oficina se incorporaron los ingenieros del cuerpo de cartógrafos del Ministerio de Guerra; la dirección científica estaba encomendada al Observatorio Astronómico Nacional. La resolución 118 del 11 de junio de 1902 reglamentó el decreto inicial y en ella se lee que las longitudes de puntos principales se fijarán por telégrafo y con relación a Bogotá. El intercambio de señales horarias, emitidas por el Observatorio, y transmitidas a los lugares donde estaban las comisiones de ingenieros por medio de los hilos de la red telegráfica, condujo a que el meridiano del Observatorio en Bogotá fuera el origen de las longitudes, y así apareció en los mapas de la Oficina de Longitudes. Indicaba también la mencionada resolución que las latitudes se tomarían por diferencias de distancias cenitales de estrellas que culminen a diferentes lados del cenit, es decir el método que Garavito modificó, y anotó además la resolución, la exactitud exigida de los trabajos, como no conducente a error mayor que 0.3 de segundo de tiempo en longitud y 0.5 de segundo de arco en latitud, y que el salón bajo del Observatorio sería destinado para local de la Oficina de Longitudes. Un nuevo decreto de 1903 creó secciones de Astronomía y Geodesia, Topografía y Nivelación, y una oficina de Historia Natural con secciones de Biología y Mineralogía: el espíritu de la Expedición Botánica y el de la Comisión Corográfica, rondando por aquí. La oficina publicaría además el Boletín del Observatorio Nacional (153). Aparte del trabajo de los ingenieros de planta de la oficina, se invitó a los profesionales a que, aprovechando sus excursiones, coadyuven a los fines de la misma, con observaciones hechas en

coordinación con el Observatorio. Naturalmente que el esquema exigía que la latitud del Observatorio estuviera bien determinada; esta tarea ya la había realizado Garavito previamente en 1897, empleando un teodolito Troughton y Sims, con hilos micrométricos que le incorporó Rafael Nieto París. Los resultados de la latitud, publicados en 1797 dieron el dato $4^{\circ}35'55,19$ al norte del ecuador (154), y los de la longitud, pero como se había tomado el Observatorio como origen, se le asignó el valor cero en los mapas.

A la oficina de Longitudes se le encomendó la demarcación de los límites de la nación. Eran nutridas las comisiones de ingenieros civiles, pues la Facultad de Ingeniería proveía de bien preparadas promociones; mencionemos la que terminó en 1905, y que había iniciado estudios de ingeniería en el Observatorio, durante el cierre de actividades académicas por la guerra de los mil días, y de la que salieron Tomás Aparicio, Belisario Ruiz Wilches y Jorge Alvarez Lleras. Por esa Oficina se demarcaron astronómicamente los hitos de la larga frontera con el Brasil, los de aquella con el Perú y los de la deslindadora del territorio panameño. Marcando el diferente desarrollo histórico colombiano con el de otros países, a las listas de ingenieros civiles se oponían las de los ingenieros militares, coroneles, capitanes, etc., de las comisiones que el Brasil o el Perú, por ejemplo, designaban para realizar la tarea demarcadora. De la nómina de profesionales que integraron las comisiones merecen destacarse, entre muchos, los nombres de Darío Rozo, Julio Garzón Nieto, Daniel Ortega Ricaurte, Belisario Arjona, Francisco Andrade, Luis Ignacio Soriano, Ernesto Morales Bárcenas.

Es interesante notar el paralelismo con lo que por estos mismos tiempos ocurrió

en México y Venezuela, en donde fue la ingeniería la heredera de los trabajos de geodesia astronómica. En realidad el mencionado método de Garavito es un perfeccionamiento de uno ideado por Díaz Covarrubias en México (155), en el que el paso de la estrella por el hilo horizontal se trataba aisladamente, exigiéndose para ello el dato de la hora de observación; en la modificación de Garavito sólo es necesario conocer la diferencia de tiempo entre los dos pasos de la estrella por el hilo; a su vez F. J. Duarte, en Venezuela mejoró el procedimiento del cálculo de las observaciones, facilitando el uso del método de Garavito (156).

5.4 *El Instituto Geográfico*

En el año de 1934 y por iniciativa del Dr. Belisario Ruiz Wilches, fue establecido el Instituto Geográfico Militar, con la finalidad de realizar la cartografía total de Colombia utilizando los modernos recursos de la aerofotogrametría. Fue Colombia uno de los primeros países en adoptar este sistema, con bastante anticipación a muchas de las grandes naciones, Estados Unidos, por ejemplo. Los servicios de fotografía aérea de la SCADTA, el asocio con la firma encargada del estudio del Magdalena (Julio Berger), abrieron el camino del avanzado punto de partida del Instituto Geográfico. Es claro que en estos tiempos Colombia no había entrado aún en el proceso de subdesarrollo (157). Muchos otros aspectos de la vida nacional muestran la seriedad, y solidez y audaz visión del desarrollo empresarial. La citada compañía de aviación comercial es un ejemplo.

Es ahora la Geodesia el verdadero pedestal sobre el cual se ha de basar la tarea. Los trabajos de geodesia astronómica se limitan entonces a la fijación con alta precisión de las coordenadas astronómicas de unas cuantas estaciones a lo largo

de la red geodésica, como punto de control llamados de Laplace. El "datum astronómico" es una de las dos pilastras de la azotea del Observatorio, ligado está materializado en la pilastra sur de la azotea del Observatorio, ligada a la triangulación geodésica, uno de cuyos vértices está materializado en la otra pilastra. Una nueva determinación de las coordenadas del Observatorio fue llevada a cabo por Alvarez Lleras (158), usando el anteojo de pasos Gustav Heyde, con micrómetro modificado por la casa "La Filotecnia" de Milán, con resultados, latitud $4^{\circ}35'56''57$ y longitud $74^{\circ}04'51,30''$. Se cumplieron a cabalidad los fines para los que fue erigida la torre del Observatorio: apoyo astronómico a la Cargografía. La Corona, Mutis, Caldas y Julio Garavito, pueden descansar tranquilos.

Los variados métodos empleados por la geodesia astronómica, y que habían sido en nuestro país refinados y adaptados a las necesidades de las regiones equinociales y a las circunstancias determinadas por los equipos existentes, habían llevado a un alto nivel esta actividad. Desafortunadamente subsiguientes acuerdos y convenios con entidades foráneas condujeron a la estandarización de procedimientos y equipos, con mayor eficiencia posible, pero con menoscabo de las iniciativas propias, del elemento creativo, y de la no dependencia científica (159). De todas maneras el producto resultante ha sido una cartografía de alta calidad, sobre todo en los primeros tiempos. Y en cuanto a los tópicos de astronomía geodésica en la docencia, en las carreras de Ingeniería, estos fueron perdiendo importancia, limitándose a su utilización para trazado de vías o localizándose en las especialidades de catastro y geodesia.

5.4 Julio Garavito Armero

Garavito había nacido el 5 de enero de 1865. Bachiller de Filosofía y Letras del

Colegio de San Bartolomé, hubo de esperar tres años hasta que, pasada la revuelta política, pudo ingresar en 1887 a la Escuela de Ingeniería, en la que logró en junio y octubre de 1891, respectivamente los títulos de Profesor de Matemáticas e Ingeniero Civil. Al año siguiente fue nombrado director del Observatorio Astronómico (160); la Escuela de Ingeniería le confirió las asignaturas de cálculo Infinitesimal, Mecánica Racional y Astronomía. Ya se ha mencionado la participación de Garavito en relación con la geodesia astronómica; resta ahora tratar de sus trabajos observacionales astronómicos, de su contribución a la astronomía dinámica y en especial a la mecánica celeste, los que representan una contribución a aspectos más específicos de la astronomía, y los que por otra parte significan también una superación con respecto a lo que hasta ese momento se había dado. Muy lejos están entonces Mutis y Caldas, Humboldt y Codazzi.

Ya se ha mencionado la participación de Garavito en la geodesia astronómica, en lo referente a los trabajos de observación, que Garavito aprovechaba para desplegar sus dotes didácticas, vale la pena mencionar aquel referente al cometa de 1901 (161). La determinación de la órbita de este cometa, en base a una serie de medidas hechas con un modesto teodolito astronómico, le dio motivo para una detallada exposición del Método de Olbers, uno de los más útiles para lograr los elementos de una órbita cometaria. Otro tanto hizo en 1910 con la aparición del Cometa llamado de Halley, para el que elaboró una efemérides (162).

Dentro del mismo orden de ideas cabe aludir al eclipse de Sol de febrero de 1816. Garavito presidió la comisión que viajó a observar este eclipse total, que lo fue como tal en Quibdó, Medellín, Puerto Berrío y Bucaramanga, para citar sólo las

principales localidades. Con la colaboración de los Ingenieros Jorge Alvarez Lleras, Julio Garzón Nieto, Santiago Garavito y otros que permanecieron en Medellín y Bogotá para el intercambio de señales telegráficas, la comisión viajó a Puerto Berrío en donde realizaron importantes trabajos y determinaciones. La memoria y cálculos relativos a esta observación fue publicada en los Anales de Ingeniería, y en ella colaboró Alvarez Lleras, a la sazón ingeniero estudiante del Observatorio (163).

Los avances de la Astronomía dinámica que, como se indicó anteriormente, había sido desde un comienzo estimulada por la necesidad de elaborar tablas y efemérides útiles para marinos y exploradores, había llegado ya durante los siglos XVII y XVIII a ocupar posición destacada entre las más elevadas conquistas de la mente humana. Pero durante la primera mitad del siglo XIX había alcanzado aún más espectaculares logros. Encontró entonces Garavito la mecánica celeste cuando, por una parte, las teorías dinámicas de Jacobi y Hamilton habían llevado a Delaunay a establecer una teoría analítica del movimiento de la Luna que aún hoy sigue siendo uno de los máximos logros de la matemática y, por otra, los trabajos de Leverrier y Newcomb habían llegado a completas teorías del movimiento de los planetas, aún hoy día en vigencia.

Además de sus apuntes en Mecánica Celeste para los alumnos de la Facultad de Matemáticas e Ingeniería, entre los que se destacan la demostración original de algunos teoremas relativos a los cambios de variables canónicas, así como la presentación de otros aspectos empleando sus trabajos sobre el Método de Hamilton—Jacobi (164) aplicado a la puesta en evidencia de los elementos de la órbita elíptica y su exposición sobre el problema de los tres cuerpos. Con excepción del

Método de Hamilton-Jacobi y de la presentación ya citada del Método de Olbers, estos trabajos permanecen inéditos.

Sin embargo, el trabajo más importante que emprendiera Garavito, y que apenas quedó iniciado, fue el denominado “Fórmulas definitivas para el movimiento de la luna” (165). En efecto Garavito alcanzó únicamente a plantear, con todo detalle y hasta un orden elevado la expansión en términos de la relación entre el movimiento medio del Sol y la diferencia entre el de la Luna y el del Sol, la ecuación de la llamada órbita variacional por el Método de Hill, una de las soluciones periódicas de primer género como las llamó Poincaré, un óvulo simétrico con respecto a ejes ortogonales con centro en la Tierra y que giran de modo que uno de ellos está siempre dirigido al Sol. Esta órbita variacional es importante como primer paso para establecer una teoría lunar, pues de hecho incluye la parte más importante de las perturbaciones solares (166). Garavito había apenas esbozado la continuación del estudio, el movimiento del nodo de la órbita lunar, cuando murió en marzo de 1920. Hubiera concluido Garavito la tarea. a ésta le habría llegado su hora hacia 1950 cuando con el advenimiento de las ordenadoras electrónicas, se pudo prescindir del cálculo de efemérides basado en las llamadas “tablas de la Luna”, y se vio la necesidad de una “teoría” del movimiento de la Luna de más exactitud, la que realizó Eckerd. Por recomendación del Observatorio Astronómico Nacional, organismo por medio del cual Colombia adhirió a la Unión Astronómica Internacional en 1967, el nombre de Garavito fue asignado en 1970 a uno de los cráteres del lado de la Luna que no se deja ver desde la Tierra. El que esto escribe debe aquí mencionar que cometió con Caldas el error histórico de presentarlo ante la Unión Astronómica como un héroe de la independencia del país; luego

supo que no se otorgan tales homenajes a héroes militares, políticos, ni a filósofos con menos de doscientos años de muertos, y que, por repetir los lugares comunes de la historia oficial dejó a Caldas sin Cráter.

5.5 *La Reorganización del Observatorio*

Ya se mencionó la participación de Jorge Alvarez Lleras como ingeniero ayudante del Observatorio cuando colaboró con Garavito y tuvo la oportunidad de conocer las ideas y los trabajos de su maestro. Más tarde tendría la oportunidad de comentar y publicar la obra de Garavito desde la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. En los últimos meses de esta asociación hubo de atender sólo las tareas del Observatorio por la mala salud de Garavito, interesándose entonces en establecer el Servicio Meteorológico Nacional, logrando para ello el apoyo de la ley 74 de 1916. Organizado en 1918, le cupo a Alvarez Lleras impulsarlo durante el año en que estuvieron estas tareas a su cargo.

Viajó luego a Europa para establecer contactos y relaciones que permitieran al servicio incorporarse a los programas internacionales de meteorología, sólo para encontrar al regreso el abandono del Observatorio después del fallecimiento de Garavito (167).

Le cupo a Alvarez Lleras salvar esa situación cuando en 1930 fue designado director del Observatorio, y en asocio con la Facultad de Ingeniería, revivir sus actividades, empeño que se protocolizó con la presencia del presidente Olaya Herrera en el recinto del Observatorio, en memorable ocasión (168).

Ya se ha mencionado la participación en la fijación del "datum astronómico" en el Observatorio, hecha por Alvarez

Lleras. Cumplida esa tarea, se dedicó Alvarez Lleras a pensar en un instrumento, de instalación fija en Observatorios, que pudiera atender con gran exactitud la labor de determinar sistemática y permanentemente las coordenadas del Observatorio para detectar las variaciones, en la latitud y en la longitud debidas a los ya por esos días aceptados desplazamientos del polo, y a las ya sospechadas variaciones en la rata de rotación terrestre. La respuesta de Alvarez Lleras fue la concepción y diseño de un instrumento doble y llamado Bitelescopio de Reflexión (169), cuyos diseños aceptaron y perfeccionaron algunas casas europeas fabricantes de instrumental astronómico. La segunda guerra mundial interrumpió cualquier posible desarrollo inmediato de este proyecto y a la terminación de ella dos instrumentos aparecieron en el concierto internacional astronómico para esas labores: El Astrolabio impersonal Danjón y el tubo Zenital fotográfico. No le cupo a Jorge Alvarez Lleras participar en estas campañas del movimiento del polo o de la rotación terrestre, pues su salud decayó notablemente en 1947: falleció en 1952.

5.6 *El Observatorio en la Ciudad Universitaria.*

Reemplazó Belisario Ruiz Wilches en la dirección del Observatorio a Jorge Alvarez Lleras; no hacía mucho había dejado la dirección del Instituto Geográfico (hoy Agustín Codazzi) de cuya creación fue uno de los gestores principales y, retornado a la Facultad de Ingeniería, instaló en la Ciudad Universitaria un Observatorio geofísico en una pequeña construcción que para el fin se levantó. Al asumir la dirección del Observatorio Astronómico inició gestiones para erigir en la ciudad universitaria una estación astronómica, cuyo núcleo sería la pequeña construcción citada. Como instrumento principal se

adquirió de la casa Secretan de París un refractor Zeiss de 20 cm. de apertura y 3 m. de distancia focal, que había pertenecido al Observatorio de Marsella y que en París adaptaron para la latitud de Bogotá (170). Instrumentos de astronomía geodésica, cumplida su tarea en el Instituto Geográfico, retornaron a la Universidad para complementar la dotación. Si bien la apacible Ciudad Universitaria de ese año de 1952, rodeada de potreros, lecherías y sembrados, en casi todas direcciones —sólo el barrio Acevedo Tejada en su vecindario —pudo pensarse como una apropiada localización lejos del centro de la ciudad, el rápido proceso de ur-

banización, con el alumbrado público y demás incomodidades anuló rápidamente las posibilidades de la estación, cuyo equipo es por lo demás modesto.

Habiéndose cumplido la tarea que le había sido encomendada a la Ingeniería Nacional en el campo de la geodesia astronómica proliferado la especialización en la profesión, y requerido el tiempo para temas que lo necesitaban, los estudios de tales asignaturas pasaron a los programas de Ingeniería Geográfica y de Ingeniería Catastral, y el Observatorio Astronómico entró a integrar la Facultad de Ciencias en su creación en 1965 (171).

BIBLIOGRAFIA

1. Vilar, Pierre (1982). "La Historia después de Marx", en: *Economía, Derecho, Historia*. Barcelona: Ariel.
2. von Hildebrand, Martín (1983). "Vivienda Indígena, Amazonas", en: *Proa*, No. 323. Bogotá.
3. Informes de avance de esta investigación fueron presentados por sus autores en el 45 Congreso Internacional de Americanistas, Bogotá, julio de 1985 y están siendo publicados en el libro *Etnoastronomías Americanas*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. El libro contiene: von Hildebrand, Martín, "Datos etnográficos sobre el estudio de la Etnoastronomía Tanimuka". Reichel, Elizabeth, "Contribución al estudio de Etnoastronomía Yukuna-Matapí, Amazonas Colombia". Correa, François, "Tiempo y Espacio en la Cosmografía de los Cubeos". Triana Gloria, "Etnoastronomía Puinave". Ortiz, Francisco, "Etnoastronomía Puinave". Ortiz, Francisco, "Etnoastronomía de los grupos Arawak en los Llanos". Ibáñez, Rodrigo, "Etnoastronomía Siriano". Pardo, Mauricio, "Términos y conceptos cosmológicos de los Indígenas 'Embera'". Baquero, Alvaro, "Etnoastronomía Sikuaní".
4. Ver los siguientes trabajos:

Hugh-Jones, Stephen (1982). *The Pleiades and Scorpius in Barasana Cosmology*. Nueva York: New York Academy of Sciences.

Mayr, Juan (1986). "Contribución a la Astronomía de los Kogi", en: *Etnoastronomías Americanas*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Preuss, Konrad Theodoro (1926). *Forschungreise zu den Kagaba*. Modling: St. Gabriel.

Reichel-Dolmatoff, Gerardo (1950). "Los Kogi", en: *Revista del Instituto Etnológico Nacional*, Vol. IV, No. 1-2. Bogotá.

Reichel-Dolmatoff, Gerardo (1971). *Amazonian Cosmos*. Chicago: The University of Chicago Press.

Reichel-Dolmatoff, Gerardo (1975). "Templos Kogi. Introducción al Simbolismo y a la astronomía del espacio sagrado", en: *Revista Colombiana de Antropología*, Vol. 19. Bogotá.

Reichel-Dolmatoff, Gerardo (1978). "The loom of life. A Kogi principle of integration", en: *Journal of Latin American Lore*. Los Angeles.

Reichel-Dolmatoff, Gerardo (1982). "Astronomical Models of Social Behaviors Among Some Indians of Colombia", en: *Annals of the New York Academ of Sciences*, Vol. 385. New York.

von Hildebrand, Martín (1983). *Op. Cit.*
5. Feuillée, Luis (1735). *Journal des Observations Physiques, Mathématiques et Botaniques, faites sur les cotes Orientales de l'Amérique Meridionales et clans un autre voyage fait a la Nouvelle Espagne et au illes d'Amérique*. Paris.
6. Marco Dorta, Enrique (1951). *Cartagena de Indias, la ciudad y sus monumentos*. Sevilla: Escuela de Estudios Hispanoamericanos.
7. Cassini, Jaime (1729). *Memoirs de l'Academie Royale des Sciences de Paris*. Paris.

8. Halley, Edmond (1722 y 1723). **Phylosophical Transactions of the Royal Society**. Londres.
9. Oltmanns, Jacobo (1808-1810). **Recueil des Observations astronomiques, d'operations trigonometriques et de mesures barometriques, faites pendant le cours d'un voyage aux régions equinoxiales**. París.
10. Juan, Jorge y Ulloa, A. (1748). **Observaciones Astronómicas y Physicas hechas de orden de S. Mag. en los Reynos del Perú**. Madrid: Juan de Zúñiga.
11. Oltmanns, J. (1808-1810). **Op. Cit.**
12. Lafuente, Antonio (1984). **La Geometrización de la Tierra**. Madrid.
13. Bouguer, Pedro (1749). **Théorie de la figure de la Terre**. París.
14. Pedro Loeffling, discípulo de Linneo, murió en territorio venezolano; una reproducción facsimilar de las plantas americanas en la obra "Reise nach des Spanischen Landern in Europa und Amerika", aparición en: **Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales**, Vol. XII. Bogotá, 1863.
15. Caulín, Antonio (1779). **Historia corográfica, natural y evangélica de la Nueva Andalucía, provincias de Cumará, Guayana y vertientes del río Orinoco**. Madrid.
16. Alejandro de Humboldt, en carta a Manuel de Guevara Vasconcelos, Capitán General en Caracas, Nueva Barcelona, 20 de agosto de 1800.
17. Humboldt, Alejandro de (1942). "Sobre algunos puntos interesantes de la Geografía de la Guayana", suplemento al libro 9o de viaje a las regiones equinocciales del nuevo continente. Caracas.
18. Alvarado, Eugenio de (1893). "Informe reservado sobre el manejo y conducta que tuvieron los padres Jesuítas con la Expedición de la Línea Divisoria entre España y Portugal en la Península Austral y orillas del Orinoco", en: Cervo, A. B. **Colección de Documentos Históricos sobre la Geografía y la Historia de Colombia**. Bogotá.
19. Uno de los personajes que más empeño puso en estas labores fue José de Espinosa y Tello, vinculado al Observatorio de Marina de Cádiz, a la comisión hidrográfica de Tofiño, a la expedición de Malaspina y sobre todo a la organización del "Depósito Hidrográfico" en donde se centralizó la información proveniente de las expediciones y se publicaron los mapas y Atlas. De sus obras se destacan "Relación del Viaje hecho por las goletas Sutil y Mejicana al estrecho de Juan de Fuca", Madrid, 1802, un clásico entre los relatos de navegación y "Memoria sobre las observaciones astronómicas hechas por los navegantes españoles..." Madrid, 1809.
20. Arias de Greiff (1985). "La Expedición Hidrográfica de Fidalgo", en: **La Ciencia Moderna y el Nuevo Mundo**. Madrid: C.S.I.C.
21. La indicación de entrega de los instrumentos de la expedición a Fidalgo y a Manuel del Castillo, así como las constancias de retorno de los mismos en julio de 1810, se encuentra en la Biblioteca del Observatorio de San Fernando, Cádiz.
22. Entendieron estos marinos ilustrados y racionales que la América Septentrional era aquella situada al norte del ecuador terrestre; el Caribe, y buena parte del territorio colombiano, quedan cubiertos bajo esa denominación. La publicación aludida se titula "Portulano de la América Septentrional, construido en la Dirección de Trabajos Hidrográficos, Madrid, 1809.
23. Cervo, Antonio B. (1891). **Colección de Documentos inéditos sobre la Geografía y la Historia de Colombia**. Tomo 1: Costa Atlántica. Bogotá.
24. La carta de Godoy se encuentra en el Archivo Nacional, en Bogotá.
25. Arias de Greiff, Jorge (1984). "La exploración hidrográfica de San Andrés y Providencia 1804-5", en: **Boletín de Historia y Antigüedades**, No. 744. Bogotá.
26. Los pocos datos que hay sobre la formación de Rafael del Castillo en España, y sobre los primeros años de su carrera de oficial de la Real Armada, se encuentran en el expediente personal de del Castillo, en el Archivo Bazán, Viso del Marqués, España.
27. La expedición para estudiar la flora de Perú fue creada en 1777, la realizaron los botánicos Hipólito Ruiz y José Pavón y otros colaboradores. La de la Nueva España fue creada en 1785 y realizada bajo la dirección de Martín Sessé.
28. El informe de Mutis al Virrey, del 27 de marzo de 1783, y la Real Cédula del 1 de noviembre de 1783, se encuentran en: Gredilla, Federico (1911). **Biografía de José Celestino Mutis con la**

relación de su viaje y estudios practicados en el Nuevo Reino de Granada. Madrid.

29. En Gredilla, F. (1911). **Op. Cit.**, se encuentran estas listas, pág. 177.
30. Véase más adelante (IV. 5) lo referente a la construcción del Observatorio.
31. Véase Gredilla, F. (1911). **Op. Cit.**, pág. 45.
32. Este asunto de los trabajos barométricos de Mutis es uno que requiere estudiarse, a juzgar por un desobligante comentario de Humboldt en su "Diario Inédito".
33. Juan y Santacilia, Jorge (1773). "Estado de la Astronomía en Europa y Juicio de los fundamentos sobre que se erigieron los sistemas del mundo para que sirva de guía al método en que debe recibirlos la nación sin riesgo de su religiosidad", en: segunda edición de **Observaciones Astronómicas**. Madrid.
34. Hoskin, Michael (1982). "Astronomy in Ancient Grece", en: **Highlights of Astronomy**, Vol. 6. Dordrech: D. Reidel.
35. Véase la nota No. 10 de: Neugebauer, Otto (1956). "The transmission of Planetary Theories in Ancient and Medieval Astronomy", en: **Scripta Mathematica**, 22.
36. Neugebauer, Otto (1968). "On the Planetary of Copernicus", en: **Vistas in Astronomy**, Vol. 10, págs. 89-103.
37. Sternberg, Shlomo (1969). **Celestial Mechanics**, part 1, pág. 94. New York: W.A. Benjamin.
38. Neugebauer, Otto (1961). "Notes on Kepler", en: **Communications on pure and applied mathematics**, Vol. XIV, págs. 593-597.
39. Batemán, Alfredo D. (1953). **Caldas, el hombre y el Sabio**. Bogotá.
40. En la recopilación de las cartas de Caldas, preparada por la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales ("Cartas de Caldas", Bogotá, 1978) aparece con el No. 1 la petición de Caldas para obtener la certificación de hidalguía.
41. **Cartas de Caldas**, número 1.
42. **Cartas de Caldas**, números 2 y 3.
43. Carta a Camilo Torres, Julio 24 de 1795. **Cartas de Caldas**, número 4.
44. Arias de Greiff, Jorge (1980). "Aspectos Inéditos de Francisco José de Caldas" (Primera Conferencia Francisco José de Caldas), en: **Las bases biológicas de la vida y la enfermedad**. Bogotá: Fundación OFA.
45. Carta A Santiago Arroyo, noviembre de 1796. **Cartas de Caldas**, número 9.
46. Carta a Santiago Arroyo, noviembre de 1796. **Cartas de Caldas**, número 8.
47. Carta a Santiago Arroyo, enero 5 de 1799. **Cartas de Caldas**, número 24.
48. Carta a Santiago Arroyo, diciembre 9 de 1795. **Cartas de Caldas**, número 7.
49. Publicado en el "Correo Curioso", 21 y 28 de julio, agosto 4, Santafé, 1801.
50. Carta a Santiago Arroyo, diciembre 9 de 1795. **Cartas de Caldas**, número 7.
51. Carta a Santiago Arroyo, enero 5 de 1799. **Cartas de Caldas**, número 24.
52. Carta a Antonio Arboleda, agosto 28 de 1800. **Cartas de Caldas**, número 27.
53. **Cartas de Caldas**, números 20 y 22.
54. **Cartas de Caldas**, números 20 y 21.
55. Oltmanns, J. (1808-1810). **Op. Cit.**
56. Carta a Santiago Arroyo, diciembre 3 de 1798. **Cartas de Caldas**, número 23.
57. **Ibid.**
58. "Alexander von Humboldt en Colombia, extractos de sus diarios". Publicación de la Academia de Ciencias de la República Democrática Alemana y de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Bogotá, 1982.
59. Carta a Santiago Arroyo, enero 5 de 1799. **Cartas de Caldas**, número 24.
60. El "Atlas Géographique et Physique", Paris, forma parte de la "Relación Histórica Humboldtiana".
61. Oltmanns, J. (1808-1810). **Op. Cit.**
62. Carta a Santiago Arroyo, marzo 20 de 1801. **Cartas de Caldas**, número 26.

63. Publicado en el "Correo Curioso", 21 y 28 de julio, agosto 4, Santafé, 1801.
64. Carta a Santiago Arroyo, marzo 20 de 1801. **Cartas de Caldas**, número 32.
65. Carta a Santiago Arroyo, junio 20 de 1801. **Cartas de Caldas**, número 37.
66. Caldas, Francisco José (1819). **Ensayo de una memoria sobre un nuevo método de medir las montañas**. Burdeos: Imprenta de Lavalle, Joven y sobrino.
67. Humboldt, Alejandro de (1941). **Viaje a las Regiones Equinociales del Nuevo Continente**. Libro 1. Capítulo I. Caracas: Biblioteca Venezolana de Cultura.
68. Humboldt hizo observaciones de longitud y latitud en muchos lugares de la costa trabajada por Fidalgo, incluso Puerto España, en la Trinidad, origen en longitud de los trabajos astronómicos de los españoles. Véase correspondencia de Humboldt a Lalande, desde Cumaná 19 de noviembre de 1799 y Caracas, 14 de diciembre siguiente.
69. Humboldt, Alejandro de (1942). **Viaje a las Regiones Equinociales del Nuevo Continente**. Libro 9. Caracas:
70. Humboldt, Alejandro de (1942). "Sobre algunos puntos interesantes de la Geografía de la Guayana". Suplemento 6 al tomo V.
71. José Joaquín Ferrer (1763-1818) fue un notable astrónomo español que trabajó principalmente en América, tanto en México, como en Cuba y en los Estados Unidos de Norteamérica.
72. La continuación del viaje Humboldtiano, hasta ahora inédita, incluyendo la llegada a costas colombianas se encuentra en: "Alexander von Humboldt en Colombia - Extractos de sus diarios". Bogotá, 1982.
73. Arias de Greiff, Jorge (1968).
74. El famoso elogio a Caldas se encuentra en el diario de observaciones astronómicas del Barón, fue publicado en forma facsimilar en: **Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales**, No. 51, Bogotá, 1969
75. Arias de Greiff, Jorge (1968). **Op. Cit.**
76. Véase nota 74.
77. Por la respuesta de Caldas a Mutis, el 6 de julio de 1802, desde Quito, se infiere que la agregación a la Expedición Botánica data de una fecha anterior, no muy lejana. **Cartas de Caldas**, número 69.
78. Mutis en carta (número 390) a Cabanilles del 19 de julio de 1802, en: Hernández de Alba, G. (1983). **Archivo Epistolar del Sabio Naturalista don José Celestino Mutis**. Bogotá: Instituto de Cultura Hispánica, da cuenta de la agregación de Caldas, de la frustración de un anterior candidato, y de la construcción del Observatorio.
79. ¿Quién es "este joven con la suficiente práctica", que por fortuna se halla en la secretaría del señor Virrey?
80. La primera construcción de Greenwich, la "Camara Stellata", debida a Christopher Wren, data de 1675; la construcción inicial de París remata en dos torres octogonales en sus extremos norte y sur; el arquitecto fue Claude Perrault hermano del cuentista.
81. Una construcción octogonal similar, con torre lateral adosada para escalera, se construyó en Mannheim hacia mediados del siglo XVIII.
82. Caldas, Francisco José de (1966). "Descripción del Observatorio Astronómico de Santafé de Bogotá, **Francisco José de Caldas**. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
83. Como sí lo hizo Domingo Esquiaqui al presentar a la Academia de San Fernando el proyecto del palacio del Virrey en Santafé.
84. Los Observatorios de Madrid (inaugurado en 1790) y de San Fernando (1793) fueron obra de Juan Villanueva y de Gaspar de Molina y Saldíva respectivamente.
85. Carta a José Celestino Mutis, junio 21 de 1802. **Cartas de Caldas**, número 68.
86. Caldas, Francisco José de (1966). **Op. Cit.**
87. Gredilla, F. (1911). **Op. Cit.**
88. Por la respuesta a Santiago Arroyo, **Cartas de Caldas**, número 35, se ve que la idea fue de Arroyo.
89. Arias de Greiff, Jorge (1970).
90. Carta a José Celestino Mutis, junio 21 de 1802. **Cartas de Caldas**, número 68.

91. Carta a Jose Celestino Mutis, abril 21 de 1802. **Cartas de Caldas**, número 64.
92. Arias de Greiff, Jorge (1970). **Op. Cit.**
93. Carta a José Celestino Mutis, agosto 8 de 1802. **Cartas de Caldas**, número 71.
94. Caldas, Francisco José (1968). "Carta del Camino de Malbucho desde Ibarra hasta la embocadura del Río Santiago y Bahía de San Lorenzo", en: **Obras completas de Francisco José de Caldas**. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
95. Carta de Alejandro de Humboldt, 17 de noviembre de 1802. **Cartas de Caldas**, número 75.
96. Caldas, Francisco José (1968). "Viaje de Quito a las Costas de Océano Pacífico por Malbucho. hecho en julio y agosto de 1803", en: **Op. Cit.**
97. Caldas, Francisco José (1968). "Viaje al Corazón de Barnuevo", en: **Op. Cit.**
98. Carta a José Celestino Mutis, enero 3, 1805. **Cartas de Caldas**, número 97.
99. Caldas menciona este manuscrito en su comunicación al Virrey Amar y Borbón, fechada el 6 de junio de 1809. **Cartas de Caldas**, número 132.
100. Carta a José Celestino Mutis, marzo 21 de 1805. **Cartas de Caldas**, número 99.
101. Carta a Santiago Arroyo, 5 de septiembre de 1805. **Cartas de Caldas**, número 104.
102. Carta a Antonio Arboleda, febrero 28 de 1806. **Cartas de Caldas**, número 105.
103. Los manuscritos de estas observaciones astronómicas se encuentran en el Archivo nacional.
104. Arias de Greiff, Jorge (1969). "El Mapa de Humboldt del Río Magdalena", en: **Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales**, No. 51. Bogotá.
105. Carta a Santiago Arroyo, abril 6 de 1806. **Cartas de Caldas**, número 107.
106. Caldas, Francisco José (1968). "Elevación del Pavimento de Salón Principal del Observatorio de Santafé de Bogotá", en: **Op. Cit.**
107. Referencia a los trabajos astronómicos se encuentran en su correspondencia. **Cartas de Caldas**, números 115, 122 y 132.
108. Cartas a Santiago Arroyo del 6 de febrero y 6 de marzo de 1809. **Cartas de Caldas**, números 129 y 130.
109. Cartas al Virrey, julio 1 y noviembre 1 de 1809. **Cartas de Caldas**, números 132 y 134.
110. Caldas, Francisco José (1968). "Preliminares para el Almanaque de 1811. Prefación", en: **Op. Cit.**
111. El "Diario Político de Santafé", por José Joaquín Camacho y Francisco José de Caldas, fue reproducido en la **Biblioteca Popular**, Tomo II, Bogotá.
112. Reproducciones de algunos de estos mapas aparecieron en "Atlas de Mapas Antiguos de Colombia", preparado por Eduardo Acevedo Latorre.
113. Véanse las cartas de Caldas a sus amigos de Santafé. **Cartas de Caldas**, números 157, 160, 162, 163, 173, 174, 178 y 179.
114. Carta de Caldas a Manuela Barahona, 4 de febrero de 1813. **Cartas de Caldas**, número 183.
115. Carta a Juan del Corral, 28 de septiembre de 1813. **Cartas de Caldas**, número 185.
116. En comunicación a Alejandro Vélez, transcribe Caldas el decreto de convocatoria a los doce Cadetes del Cuerpo de Ingenieros para que se presenten en la Escuela de Rionegro. **Cartas de Caldas**, número 188.
117. Algunos esperaban embarcarse en Buenaventura, otros vislumbraban la posibilidad de escapar por el Caquetá hacia el Amazonas.
118. La carta, escrita de puño y letra por Caldas, firmada por Ordóñez, se encuentra en la Biblioteca "Espinosa Polit", Cotocollao, Ecuador.
119. Carta a Pascual Enrrile, octubre 27 de 1816. **Cartas de Caldas**, número 195.
120. Arias de Greiff, Jorge (1974). "Algunos documentos, desconocidos unos, y poco conocidos otros, pertinentes a don Francisco José de Caldas y Tenorio", en: **Boletín de Historia y Antigüedades**. No. 704. Bogotá.
121. Francisco Caldas, Manuel R. Torices, José María Dávila, a Toribio Montes, 21 de julio de 1817. **Cartas de Caldas**, número 192.

122. Caldas a Toribio Montes, agosto 21 y septiembre 5 de 1816. *Cartas de Caldas*, números 123 y 124.
123. Arias de Greiff, Jorge (1978). "Una Sociedad Democrática en 1816", en: *Boletín de Historia y Antigüedades*, No. 722. Bogotá.
124. Eran ellos Silvestre Ortiz, Francisco Montoya, Hermógenes Céspedes, José Gregorio Fernández, José María Pino, Liborio Mejía...
125. Arias de Greiff, Jorge (1980). *Op. Cit.*
126. Sámano fue nombrado Virrey por Real Orden del 7 de septiembre de 1817.
127. El interés por la explotación minera atrajo al territorio antioqueño el interés de empresarios, primero ingleses y más tarde franceses. Se establecieron entonces empresas a las que se vinculó en forma incipiente el capital local.
128. El mapa de la Provincia de Antioquia, grabado por Orgiazzi fue publicado en 1857 en París. Fue recientemente incluido en el "Atlas de Mapas Antiguos de Colombia", Editorial Arco. Bogotá.
129. Reiss, Guillermo y Stübel, Alfonso (1890). *Reisen in Sudamerika*. Berlin.
130. El manuscrito original del acta de entrega se conserva en el Archivo del Observatorio Astronómico Nacional.
131. Pérez Arbeláez, Enrique (1983). *José Celestino Mutis y la Real Expedición Botánica del Nuevo Reino de Granada*. Bogotá: Instituto Colombiano de Cultura Hispánica, pág. 193: informe de Juan Jurado Lainez. La referencia del General Acosta se encuentra en su edición de los trabajos de Caldas hecha en París.
132. Los miembros de la misión eran minerologistas, Rivero, Boussingault, Goudot y Bourdon, Zoólogos, Rivero, Médico.
133. Restrepo, Olga. El tránsito de la historia natural a la biología en Colombia 1784-1936. Tomo de esta colección.
134. *Ibid.*
135. Batemán, A.D. (1953). *Op. Cit.* pág. 68.
136. *Ibid.*, pág. 69.
137. El Colegio Militar fue creado por la Ley 6 del 1 de junio de 1847.
138. Borda abandonó el país e inició una visita a las repúblicas suramericanas; en Lima su visita coincidió con el conflicto con España y Borda se puso al servicio del gobierno peruano. Borda murió el 2 de mayo de 1866 en el combate del Callao.
139. A raíz de la expedición de la Ley 9 del 4 de julio de 1866 que concedió diplomas de idoneidad a distinguidas personas competentes en el desempeño de la Ingeniería, entre ellos Liévano y José María González Benito, se organizó una Oficina Central del Cuerpo de Ingenieros del Estado, a la que se adscribió el Observatorio.
140. La oposición al gobierno del ya para entonces Gran General Tomás Cipriano de Mosquera, adelantada por los Radicales, llevó a un conflicto entre el Ejecutivo y el poder Legislativo. Clausurado el Congreso el 29 de abril, se desató la Guerra Civil.
141. Preso Mosquera por la Guardia y encargado del poder el designado Santos Acosta, se hizo trasladar al Observatorio al depuesto General, en donde permaneció hasta noviembre de 1867, luego del juicio que le hizo el Congreso.
142. La Universidad Nacional de Colombia fue creada por Ley del 22 de septiembre de 1767, durante el gobierno de Santos Acosta.
143. El instrumental antiguo que posee el Observatorio Astronómico Nacional proviene de la renovación de equipo llevada a cabo durante los períodos en que estuvo bajo la dirección de González Benito.
144. Los "Anales del Observatorio Astronómico Nacional de Bogotá" incluían una sección astronómica, de índole informativa, una sección meteorológica que incluía los cuadros de mensuales de observaciones, una sección de variedades y una de la correspondencia de la dirección del Observatorio.
145. Francisco Montoya elaboró una carta celeste, hemisferios Norte y Sur, que fue reproducida numerosas veces y se empleó hasta bien avanzado el siglo XX.
146. Los acuerdos internacionales para unificación de la hora, aquellos que adoptaron el meridiano del Observatorio de Greenwich como meridiano de referencia datan de 1886.
147. Notables colombianos, además de González Benito, fueron miembros de dicha Sociedad; entre ellos Julio Garavito, el General Rafael Reyes y el doctor Luis Zea Uribe.

148. Ramos, Abelardo (1888). "Astronomía y Geodesia", en: *Anales de Ingeniería*, No. 8. Bogotá.
149. Comenzaron a aparecer estas efemérides en los números 3, 5 y 6 de *Anales de Ingeniería*, los dos primeros de 1887, el último de 1888.
150. Garavito Armero, Julio (1891, 1892, 1893). *Anales de Ingeniería*, Nos. 57, 58, 60, 62, 75.
151. Silva, Pedro María (1898). "Posición de Facativá - Aplicación del método de Garavito y ensayo de longitud por señales telegráficas", en: *Anales de Ingeniería*, Nos. 122, 123 y 124. Bogotá.
152. El texto del decreto citado, los detalles de la organización de la Oficina y primeros trabajos de la misma, aparecieron en el *Boletín del Observatorio Nacional*, serie I. No. 1, Bogotá, 1903.
153. La publicación "Coordenadas Geográficas Determinadas por la Oficina de Longitudes", Bogotá (1918), y una segunda edición de 1921, recopiló los cuadros de las coordenadas de las poblaciones y ciudades determinadas por la Oficina, e incluyó materiales referentes a la misma.
154. Garavito Armero, Julio (1897). "Latitud del Observatorio de Bogotá", en: *Anales de Ingeniería*, Nos. 106, 107 y 108. Bogotá.
155. Díaz Covarrubias (1867). *Nuevos Métodos Astronómicos*. Méjico.
156. Duarte, Francisco J. (1920). *Détermination des positions Géographiques par les Méthodes des Hauteurs Egales*. Paris. Herman & Fils.
157. "Voluntad de Subdesarrollo" dirá Rafael Gutiérrez Girardot, *Magazín El Espectador*, 17-X-85.
158. Alvarez Lleras, Jorge (1935). *Longitud latitud del Observatorio de Bogotá*. Bogotá.
159. Otros nombres que contribuyeron a esta tarea fueron los de Julio Garzón Nieto y Belisario Ruiz Wilches. El primero en una memoria presentó en forma sistemática los métodos aquí mencionados; el segundo contribuyó con aportes y publicaciones propias.
160. El nombramiento de Garavito y la vinculación del Observatorio al Instituto Central de Matemáticas fue anunciada en *Anales de Ingeniería*, No. 57, Bogotá, 1892.
161. Garavito Armero, Julio (1901). *El Cometa de 1901*. Bogotá: Imprenta Nacional.
162. Garavito Armero, Julio (1946a). "Cálculo de la Efemérides del Cometa Halley", en: *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, Vol. VII, No.25 y 26. Bogotá.
163. Garavito Armero, Julio y Alvarez Lleras, J. (1947). "Informe de la comisión observadora del eclipse total de sol del 3 de febrero de 1916, en: *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales*, Vol. VII, No. 27. Bogotá.
164. Garavito Armero, Julio (1944). "Mecánica Celeste. Movimiento elíptico (Método de Jacobí)", en: *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, Vol. V, No. 20. Bogotá.
165. Garavito Armero, Julio (1946b). "Fórmulas definitivas para el cálculo del movimiento de la Luna por el método Hill-Brown y con la notación usada por Henry y Poincaré en el Tomo III (sic) de su curso de mecánica celeste", en: *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, Vol. VI, No. 24. Bogotá.
166. Brouwer D. y Clemence C.M. (1961). *Celestial Mechanics*. New York: Academic Press. En las notas al capítulo XIII pág. 375, hay mención al trabajo de Garavito.
167. Una enojosa polémica se entabló entre el Gobierno de ese entonces y la Sociedad Colombiana de Ingenieros motivada por las determinaciones adoptadas con respecto al Observatorio.
168. *Boletín de la Sociedad Geográfica de Colombia*, No. 193.
169. Alvarez Lleras, Jorge (1939). "El Bitelescopio de Reflexión", en: *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, Vol. II, No. 8. Bogotá.
170. Manuel Laverde Liévano, yerno de José María González Benito y continuador de su observatorio privado, tuvo no poca parte en las gestiones para la adquisición de este instrumento.

171. Creada por acuerdo 60 de 1965, la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional está formada por los Departamentos de Matemáticas y Estadística, Biología, Física, Química, Cien-

cias de la Tierra, Farmacia, el Instituto de Ciencias Naturales y el Observatorio Astronómico Nacional.