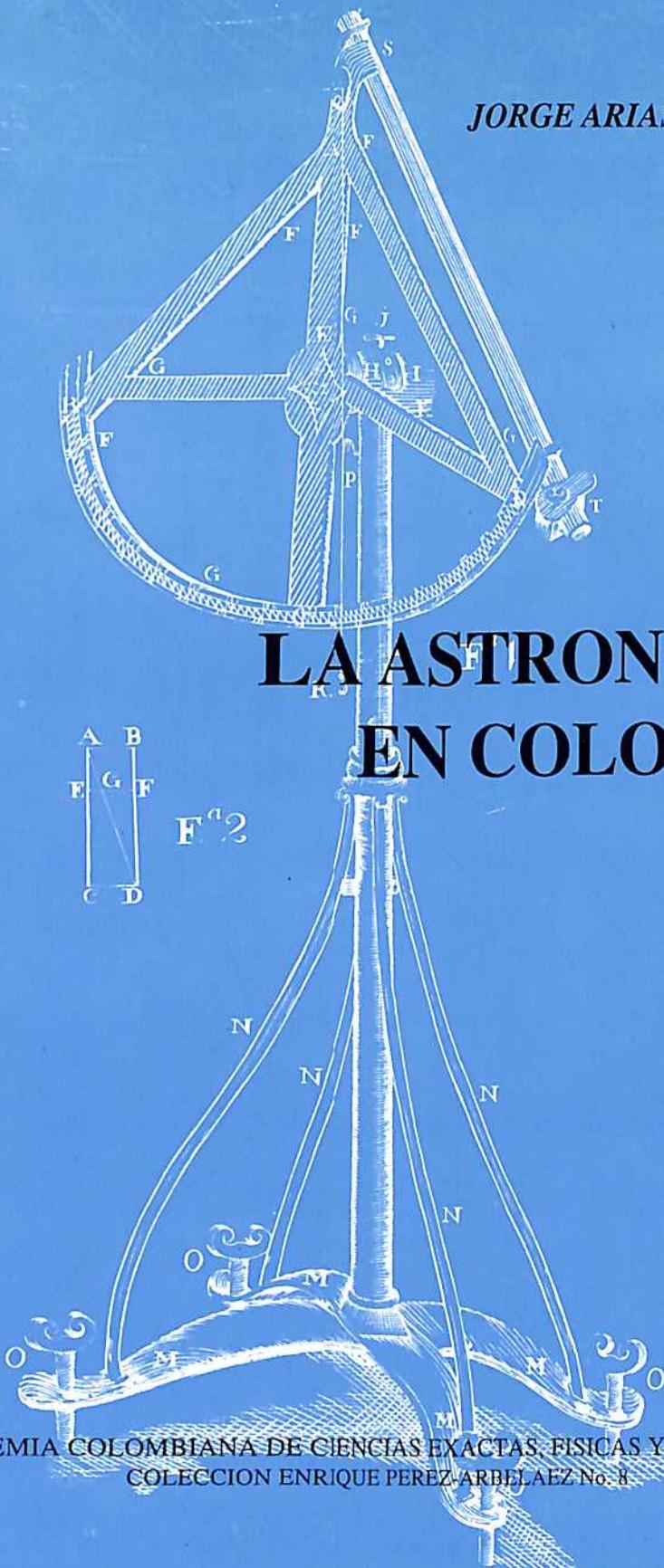


JORGE ARIAS DE GREIFF



# LA ASTRONOMIA EN COLOMBIA

ACADEMIA COLOMBIANA DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES  
COLECCION ENRIQUE PEREZ-ARBELAEZ No. 8

ACADEMIA COLOMBIANA DE CIENCIAS EXACTAS, FISICAS Y NATURALES  
COLECCION ENRIQUE PEREZ-ARBELAEZ No.8



# LA ASTRONOMIA EN COLOMBIA

**Jorge Arias de Greiff**  
Miembro de Número de las  
Academias Colombiana de Historia y Colombiana de Ciencias  
Exactas, Físicas y Naturales y  
Profesor Especial de la Universidad Nacional de Colombia

SANTAFE DE BOGOTA, D.C.  
1993

© Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales  
 Cra. 3A No. 17-34, Piso 3o. - Apartado 44743 - Fax (571) 2838552  
 Primera Edición, 1993 - Santafé de Bogotá, D.C. - Colombia

Reservados todos los derechos. Este libro no puede ser reproducido total o parcialmente sin autorización.

## Contenido

	Pág.
Introducción .....	7
Astronomía Precolombina .....	10
Astronomía, Navegación y Cartografía .....	19
El padre Feuillée .....	26
Don Juan de Herrera .....	27
La Modernización de las Españas .....	29
Don Antonio de Ulloa y Don Jorge Juan .....	33
Pierre Bouguer .....	34
La expedición de Límites de Iturriaga, Alvarado y Solano .....	34
La Creación del Observatorio de Cádiz .....	35
Las Expediciones Hidrográficas de la Armada Real .....	39
La Expedición de Malaspina .....	41
La Expedición de Fidalgo .....	41
La Expedición Botánica .....	44
Francisco José de Caldas .....	49
La Familia de Caldas .....	50
Los Estudios de Caldas .....	50
Los Trabajos iniciales y de Formación de Científicos .....	50
Alejandro de Humboldt .....	57
La Construcción del Observatorio .....	60
Caldas y Humboldt. Los Viajes por la Presidencia de Quito .....	66
Caldas en Santafé .....	71
La Horrorsa Borrasca .....	72
El Fin de Caldas .....	77
Joseph Lanz .....	84
Minería, Geografía y Cartografía en las Primeras Décadas de Independencia .....	90
El Observatorio y el Museo .....	91
El Colegio Militar y el Cuerpo de Ingenieros del Estado .....	92
Conclusión del Siglo XIX .....	94
José María González Benito .....	95
El Observatorio Flammarion .....	103
La Astronomía y la Ingeniería Nacional .....	105
La Oficina de Longitudes .....	106
El Instituto Geográfico .....	109
Julio Garavito Armero .....	110

ISBN 958-9205-00-3 Obra Completa

Clasificación Dewey: 520.9861  
 Materias: Astronomía, Colombia, Historia.

Autoedición e Impresión:  
 EDITORA GUADALUPE LTDA.  
 Apartado 29765 - Tel. 2690532  
 Printed in Colombia - Impreso en Colombia.

Garavito y la relatividad .....	117
La Reorganización del Observatorio .....	125
El Observatorio en la Ciudad Universitaria .....	127
Bibliografía .....	133

**Apéndice 1:**

Observaciones astronómicas hechas en Cartagena de Indias y lugares vecinos por don Juan de Herrera y Sotomayor. Incluye carta remitida a Edmund Halley .....	141
--	-----

**Apéndice 2:**

Observaciones astronómicas hechas en Timaná y en Popayán, 1795 a 1799, por Francisco José de Caldas. Manuscrito que Caldas entregó a Humboldt y que se encuentra en el legado de Humboldt .....	165
---	-----

**Apéndice 3:**

Lista de instrumentos y libros elaborada por Humboldt en Quito en 1802, para ser adquirida para Caldas por Colecta en Popayán. Copia hecha en Popayán en agosto de 1802. Archivo de la Universidad Javeriana .....	181
--	-----

**Apéndice 4:**

Nota de Benedicto Domínguez al ministro José Manuel Restrepo en la que indica que ha entregado el Observatorio a Joseph Lanz e inventario de los muebles y libros existentes. Archivo del Observatorio Astronómico Nacional .....	187
---	-----

Índice Onomástico .....	193
-------------------------	-----

## Introducción

En rigor de rigores la expresión "Historia Social" es un pleonismo; toda historia verdadera es total, es el progreso de las sociedades humanas, es entonces social y así lo fue entendido una vez. Por lo demás, Historia Social no es más que una "moda", una de tantas, que para despistar genera el academicismo conservador anglosajón;<sup>1</sup> sea como sea, de todos modos presupone la existencia de una historia previa ya escrita, de la cual será enriquecedora, contestataria, opositora o confirmadora -igual cosa ocurre con buena parte de la historia llamada "de Los Anales"- . Querer hacer "Historia Social de la Ciencia" sin que exista historia de la ciencia previa, no es más que aletear en el vacío. Se pensará entonces 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 arrojados 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 fue en relación con esa práctica, 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 innovación. Pero como el país que hoy se llama Colombia es el 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 mejor, un Reino de Ultramar. Por lo cual sería necio no intentar siquiera una integración con los procesos que en España ocurrieron, y de los que dependía lo que aquí se hiciese, y mucho que de ellos dependía. A su vez, la necesidad de trabajar la astronomía en América trajo exploradores de otras naciones, y con ellos vino la ciencia sin necesariamente haber pasado por España. Sólo entonces si España estaba en condiciones de recibirla, puede haber ocurrido que de América le llegara. Las categorías de "centro y periferia" parecen torpes engendros de los imperialismos de hoy. Y como la necesidad que la América trajo -navegación y cartografía- hizo imperiosa una demanda por astronomía, vale la pena asomarnos a la que se hacía antes del descubrimiento. Así como

<sup>1</sup> Al respecto es conveniente leer a Joseph Fontana, (1982) p. 171-176.

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 tampoco parece posible 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 será "el paradigma" de los capitanes -de navío o de fragata- de la Real Armada en los días de las expediciones hidrográficas y cartográficas, 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, más gremiales que científicos.

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 necesidades 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 un caso, la fórmula con la que se manifiesta la 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 o de categoría política.

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,<sup>2</sup> 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 del 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

<sup>2</sup> Y, para el día de hoy, resulta que esa "moda" de las revoluciones científicas ya pasó. Vendrán otras.

desarrollo histórico. Cada una de esas tesis fue en su origen, cuando los recitados autores que les dieron aparente valor absoluto al formularlas las 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 estas 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 separe nunca el estudio de los textos y las teorías del de las condiciones objetivas en que aparecieron".<sup>3</sup> En esta América tales textos y teorías se suelen recibir y manejar como universalizada escolástica. El manejo acrítico de tal escolástica como "marco teórico" absoluto, como indicadora única, suele llevar a la investigación a situaciones irrelevantes de paradoja, y al investigador a estados permanentes de perplejidad, de los que no se sale a menos que se sacuda su escolástica, cosa bien difícil para esta patria que todo, hasta la posmodernidad, lo asume con solemnidad pero como escolástica. Como este trabajo aspira a ser de historia, al menos se intentará que se aproxime a ella. Como la historia es a la vez "individualizante" y "generalizante", como lo individual se mueve dentro del todo accionando el continuo proceso del desarrollo histórico, que además lo arrastra, no se prescindirá aquí de lo particular, único e irrepetible, que fuera ya de la historia, suele tratarse sólo como componente de agregados cuantificables y contabilizables que, medibles por "indicadores", suelen confrontarse con los "modelos" y leyes estáticas de la "teoría", que no dan cuenta de las dinámicas del proceso histórico. En cuanto al carácter "generalizante" de la historia, se intentará verlo en la amplitud de cada momento y también a lo largo del tiempo de modo que el presente sea un punto de confrontación del entendimiento histórico, y la comprensión del pasado un elemento que ayude a explicar el presente.

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. Lo cual quiere decir que se llega a ella sin el compromiso con la beatería de personajes históricos, que es un estorbo a la investigación histórica; si todavía quedasen beaterías en la historia de la astronomía, estas son menos dañinas. Cuando algún personaje de la ciencia se ha implantado en la historia oficial, resultando de ello contradicciones inexplicables, como en el caso de Caldas, se intentará una visión más amplia de los hechos sin separarlos de los que ocurrían en esos días en España; visión que puede entonces mostrar cómo desaparecen las contradicciones.

<sup>3</sup> Vilar, Pierre (1982)

Este trabajo se deriva del informe final presentado a Colciencias en 1985 al concluir el proyecto de "Historia Social de la Ciencia en Colombia", que, como tal, apareció publicado en "Ciencia, Tecnología y Desarrollo".<sup>4</sup> Una primera ampliación había sido hecha en 1989 por solicitud del asesor cultural de la Presidencia don Jorge Eliécer Ruiz para una edición que no se realizó en ese entonces. Esa primera ampliación fue puesta a disposición de Colciencias para una edición destinada a celebrar el 12 de Octubre de 1992 el quinto centenario de la travesía atlántica. El texto que aquí se presenta, elaborado durante 1992, es una actualización, ampliación y revisión de las dos versiones previas con la inclusión de nuevos aspectos no tratados antes referentes a Julio Garavito Armero y a José María González Benito. Otra novedad de esta edición ilustrada la constituye la presentación de muchos documentos inéditos hasta el día de hoy, en especial los referentes a Caldas y a Juan de Herrera y Sotomayor.

### Astronomía Precolombina

Considerar la etnoastronomía como indicador histórico de lo que se practicaba hace 500 años y más, supone que esas etnias no han tenido historia, que su pensamiento y su actividad se congelaron, y que al estudiarlas hoy estamos viendo lo que hacían hace medio milenio. Aun si eso fuera correcto difícilmente sería historia, pues supone un desarrollo histórico igual a cero: o no se puede saber si lo hubo pues no quedó registro escrito que lo atestigüe, no quedó historia. Este es el peligro de tomar por "historia de la ciencia" la "ciencia precolombina", y de tomar por "ciencia precolombina", los resultados de la aproximación a la "etnociencia" del presente. Agréguese a todo ello que esa aproximación a la etnoastronomía de nuestras culturas vivas, muestra que en ellas más que de ciencia, de lo que trata es de vivencias. Aceptemos que sus vivencias de hoy algo nos sugieran de vivencias precolombinas; de todas maneras las de hoy y las de ayer son vivencias, de modo que no mencionaremos en este capítulo, ni por equivocación, ni la palabra ciencia ni la palabra historia.

Como son los fenómenos astronómicos naturales y la necesidad de utilizarlos los que llevan a desarrollar una cultura referente a ellos, y como estos aparecen determinados por la posición en el globo terráqueo de esa cultura, resulta conveniente para la comprensión de la astronomía de esas culturas aproximarse a las condiciones y lugares en que tales etnias observan esos astros. Es entonces necesario intentar verlos como a ellos aparecen y como ellos los usan; intentarlo podrá atenuar el que de todos modos los vemos ahora desde otra cultura que poco a poco hace uso de ellos para la vivencia cotidiana. En las regiones ecuatoriales el fenómeno anual de las estaciones apenas si se nota como tal:<sup>5</sup> 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

46 grados, bastante menor que en otras latitudes. Pero por las condiciones de la meteorología tropical con 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 con él en resonancia, en forma decisiva para la subsistencia de agricultores, pescadores y cazadores, ciclo anual que entonces está 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 las salidas y puestas durante el año, se agregan entonces los que resultan de la diferente posición del Sol, día a día, con respecto al fondo estrellado, que lo lleva a repasar anualmente su camino frente a las constelaciones zodiacales y que hace que este recorrido sea también un indicador de los cambios entre "estaciones" secas y lluviosas. 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. El modo como se manifiesta durante el año el desplazamiento de la Tierra en su órbita alrededor del Sol, es el cambio del aspecto del cielo estrellado en las noches, a lo largo del año; entonces también la observación de ese cielo nocturno, 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, representa otro indicador útil para señalar actividades específicas; todo esto 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, de lo que ocurre en las regiones andinas donde las circulaciones locales de las masas atmosféricas juegan importante papel y producen ciclos diarios 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 ciclo anual. De todas maneras quedan, o quedaban, los aspectos rituales relacionados con los movimientos del Sol, la Luna, y demás cuerpos celestes. Pero como estos cuerpos celestes son "fuerzas de la naturaleza", no ídolos, el ritual, la ofrenda y el pago, eran las maneras de "controlar", "activar" o "mitigar" esas fuerzas, no eran idolatría, al menos como concepto; ésta les llegó después, les llegó como resultado del proceso de sincretización y de imposición de otra cultura, de otra ideología, de otra dominación. Fue este el resultado de la conquista: fueron arrancados de la relación directa con la naturaleza, así fuera irracional, y esta relación reemplazada por la cultura de la vela delante del santo. Se superpuso a la

<sup>4</sup> Arias de Greiff, J. (1987a). (119-162).

<sup>5</sup> Véase también Reichel, E., Arias de Greiff, J. (1987) (7).

fuerza de la naturaleza, Sol, Luna, etc., una imagen; se logró que olvidaran el contacto con la naturaleza; se logró que no prescindieran de la imagen.

Producida la total, o casi total ruptura por la suplantación o superposición de la cultura foránea sobre la aborígen americana; suplantando en la selva el noble clangor de las trompetas ancestrales por el desabrido sonsonete del himno evangélico, avasallados ahora por la escoria de la 'civilización occidental' que les llega y se les vende en la vil cantina, borradas las tradiciones por un lavado de cerebro y una diferente educación, el conocimiento de la astronomía precolombina queda reducido a lo que resulte del estudio de la etnoastronomía de 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. También puede quedar algo escondido y latente en subfondos de aquellas comunidades campesinas en donde la culturización foránea suplantó prácticas sin apagar del todo rescoldos de cultura. Descubrir todo esto no es fácil tarea, no es sencillo lograr una comunicación verdadera entre informantes e investigadores, 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 aun aquellos aportados por el investigador mismo.

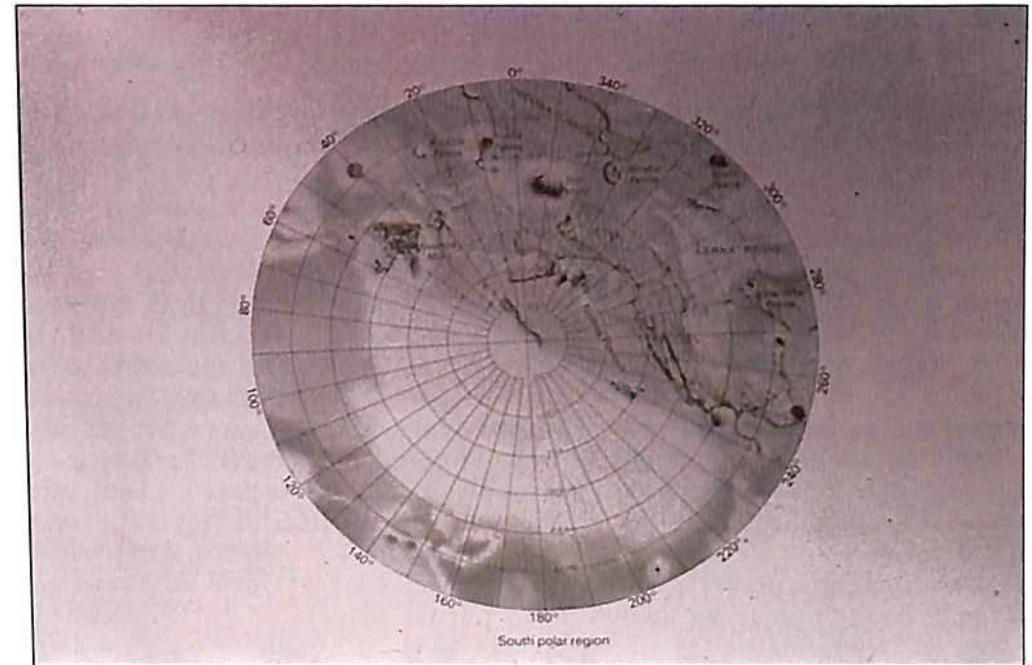
La evidencia por el momento muestra el uso que hace el grupo Kogui de ortos heliacales de estrellas o grupos de estrellas en el mismo punto del nítido perfil de las sierras vecinas por donde ha de salir el Sol minutos después, como indicador de en qué parte del zodiaco ha entrado el Sol y por consiguiente como indicador de "tiempos" o épocas dentro del ciclo anual. Vale la pena mencionar cómo el Sol marca, en su relación con las estrellas, estos períodos o tiempos en que se subdivide el año. Por ejemplo, tiempo de "Uyá", que se inicia con el primer amanecer del año en que "Uyá", las Pléyades, se hacen visibles antes de la salida del Sol por el horizonte oriental. El horizonte determina dos momentos del ciclo diurno, marcados por la salida y por la puesta del Sol, los ortos matutino y vespertino. Pero qué estrellas o grupos de estrellas se ven próximas al horizonte inmediatamente antes de la salida del Sol, o luego de su puesta, es un indicador de tiempos dentro del ciclo anual, tiempos relacionados con aquellas constelaciones o estrellas que estén entonces próximas al Sol. Como las estrellas salen por oriente o se ponen por occidente algo menos de cuatro minutos más temprano cada día, habrá cada año un primer amanecer en que cierta estrella, que le madrugó al Sol, alcance a verse sobre el borde oriental del horizonte inmediatamente antes de que la sonrosada aurora la borre con su resplandeciente claridad. Este es el orto heliacal de tal estrella; uno de estos, como se dijo, puede marcar el inicio de un nuevo ciclo anual, como lo hace "Uyá" para regular la vida de los koguis. Otros ortos heliacales marcarán la iniciación de otros "tiempos" durante el año, no todos de la misma duración, conformando una secuencia anual de "tiempos" que hay que diferenciar de la secuencia de meses lunares o lunaciones, el período real que va de nueva Luna a nueva Luna, que con la subdivisión de las "fases", suministra una escala continua cronológica para la

vida corriente, escala que se hace relacionar con los "tiempos" del ciclo anual, ya que sirve como definidora del día de la celebración ceremonial: usualmente el día del plenilunio. La semana pagano-cristiana de pascua señala la entrada del Sol al hemisferio celeste norte, a su paso por el equinoccio de primavera, la iniciación de la primavera y por consiguiente del ciclo anual nórdico de estaciones. Esta semana se celebra de modo que el domingo de pascua sea el domingo siguiente a la primera Luna llena, eclesiástica, que sigue al paso del Sol por ese equinoccio. Las cosas no han cambiado mucho desde cuando se celebraba el "rito de la primavera". También la fiesta de "Uyá" está regida por una Luna llena, siguiente al orto heliacal de las Pléyades; o sea que las cosas tienen sus similitudes en los centros ceremoniales de Popayán y Macotama. En lo referente a la astronomía, resulta claro que el horizonte es el gran círculo con respecto al cual se hace referencia a los astros. Este horizonte, el límite que separa el mundo que está del suelo para arriba de aquel otro misterioso que está del suelo para abajo, es de la esencia de la concepción del cosmos y por consiguiente espacial del aborígen. Es el límite visible del plano que separa dos mundos diferentes. Es por ello que el espacio del nativo debe dejar de verse como réplica o repetición de espacios cartesianos, estos sí de la esencia cultural del investigador y de su manera de entender el universo. El que el plano del suelo, el plano del horizonte sea un elemento básico de la comprensión aborígen del cosmos astronómico, no quiere decir que deba ser tratado a la manera de Urton, como componente de un referencial de coordenadas esféricas con un polo, el cenit, asociado. Sabiendo que la palabra kogui con la que ellos dan respuesta cuando se les indaga por el nombre del punto encima de la cabeza del investigador, significa "del suelo para arriba", debemos olvidar la idea de un polo en el cenit y concentrar la atención en el horizonte, no ya como plano fundamental de un sistema de coordenadas cartesianas espaciales, sino como uno fundamental en la concepción del cosmos: el que separa dos mundos: el de arriba y el de abajo, el de la vida y el de la muerte. Algo así ocurría para los griegos para quienes esa línea representaba la frontera entre el mundo de lo visible y de lo invisible. La palabra horizonte se deriva de aquella que significaba límite o frontera. Entonces ahora sí entiendo la pregunta que una vez me hizo el mama Domingo en Taminaca al desplegarle unas cartas celestes como un mosaico de las constelaciones zodiacales en el orden usual, como en la noche van saliendo por el horizonte: ¿Por qué no las pone una al lado de la otra?, es decir como se ve, a lo largo del año, que van saliendo desplazadas lateralmente en el horizonte. Con lo que me quedó el convencimiento que el conocimiento del cielo estrellado que ellos tienen no es el que tenemos, de una disposición cartesiana sobre una superficie esférica, y menos plana, como un mapa en el papel, sino una relación de una constelación a otra en términos de la función que representan como "casas" temporales del Sol, y colocadas tal como van apareciendo de orto heliacal en orto heliacal, a lo largo del año, a la izquierda o a la derecha unas de otras según una secuencia temporal, alineada sobre el horizonte. Esas etnias necesitan para la definición de los tiempos del ciclo anual de supervivencia, observar esas estrellas sobre el horizonte, en los ortos heliacales; así las ven, así las necesitan ver; así las entienden. Esto desvirtúa la tendencia a acomodar el

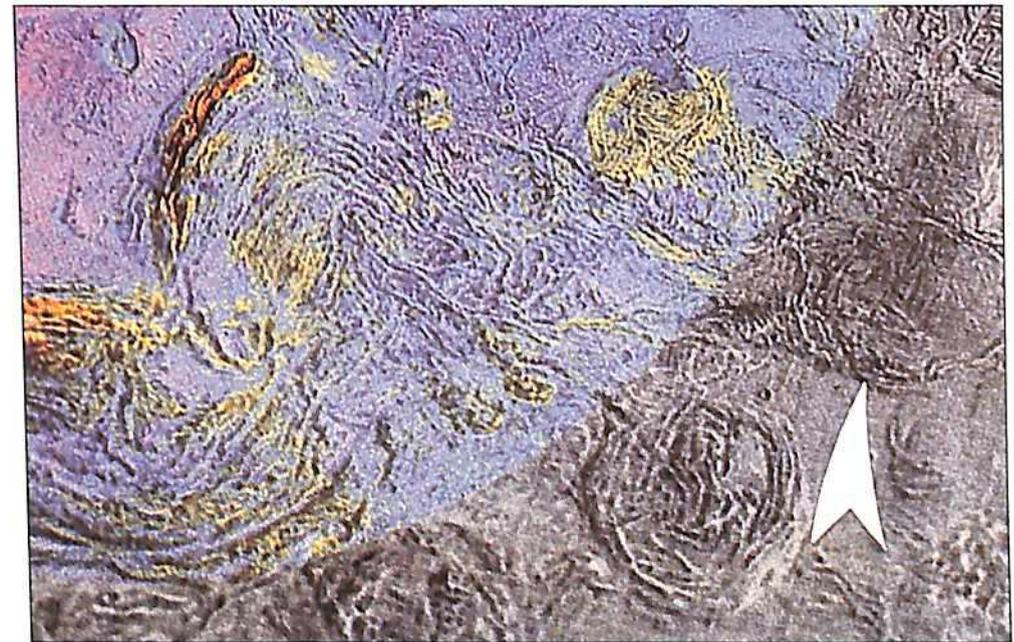
pensamiento aborigen a una visión cartesiana que viene del etnocentrismo europeo. Por este motivo me he abstenido de la tentadora idea de presentar mapas celestes con los nombres indígenas de las constelaciones. Evito así encarcelarles su cultura en las rejas de algún sistema de coordenadas de la cultura occidental.

En las regiones selváticas no aparece tan definido el horizonte, que ahora para efectos astronómicos 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 ortos heliacales rigurosos, 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 cómo Procyon, Sirio y Canopus, estrellas 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 puinaves 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. El fenómeno natural es el mismo, las estrellas indicadoras las mismas; cada una de esas etnias habita a la riba de un río diferente, que es el eje de su cosmos; la naturaleza es la misma; el mecanismo de manejo del mismo. Pero también hay fenómenos que caracterizan a una región más restringida del ámbito amazónico. Alguna etnia que habita exactamente en la línea ecuatorial tiene en su mito de origen la llegada de un hombre que lanzaba una lanza; en el lugar en que la lanza cayó en forma vertical, dejó establecida esa etnia. Este relato mítico indica que algo debe haber en los fenómenos celestes relacionado con la verticalidad y que sea exclusivo de ese lugar, pues así fue señalado. Desde luego es la salida y puesta de los astros en forma perpendicular al horizonte, es decir en forma vertical, a lo que se refiere ese mito, y esto ocurre sólo en la línea ecuatorial y ocurre todos los días del año y para todos los astros. El mito explica un fenómeno natural exclusivo de los asentamientos en la línea ecuatorial.

La Luna manifiesta una cambiante iluminación, -las fases-, y una alternante secuencia de oposiciones, -Luna llena-, y conjunciones, -Luna nueva-. Como el plano de la órbita de la Luna alrededor de la Tierra está poco inclinado, cerca de 5 grados, con respecto a la eclíptica, el camino del Sol, resulta que en la proximidad a los novilunios, Luna y Sol salen y se ponen en puntos vecinos del horizonte, en sumisa coincidencia. En la proximidad a las fechas de solsticios, en los plenilunios, la brillante Luna sale y se oculta lejos del lugar por donde lo hace el Sol, acentuando aún más, en ese momento, la oposición. En las fases de creciente la Luna, al ocultarse, se ve descender detrás del Sol; en los menguantes se la ve aparecer antes del alba como si viajara adelante del Sol. Este cambio de actitud de la Luna frente al Sol, este intercambio de funciones (posición), resultado de observar la marcha de esos astros desde la superficie terrestre y con relación al horizonte, a su vez se ve reflejado en los mitos, manera de explicar los fenómenos de la naturaleza, que



Detalle del Atlas de Io. En la zona austral de ese satélite de Júpiter se distingue un cráter pando (pátera) que lleva el nombre de Bochica.



Bachué, una "corona" en Venus. La flecha señala a Bachué, en la parte no coloreada de esta reproducción de la topografía de Venus, al occidente del "continente" Istar. El norte en la parte superior de la imagen.

lo interpretan de variada manera, pero siempre conservando para Sol y Luna la condición de pareja, pareja de hermanos, padre e hijo, esposo y esposa. Es la circunstancia de que vistos desde la Tierra los diámetros aparentes de Sol y Luna sean casi iguales, lo que conduce a que esos astros se tomen por todas las culturas como pareja; es el comportamiento aparente para el observador terrestre lo que determina cómo se comporte en el mito esa pareja. Para un observador extraterrestre, desde la distancia, la pareja obvia sería el planeta doble Tierra-Luna; el comportamiento de esos astros se vería distinto; los mitos serían otros cuentos, pero no los conocemos los mitos a los extraterrestres. La felicísima circunstancia de que desde nuestro planeta se ven aparentemente los discos del Sol y de la Luna casi iguales, a veces uno de ellos ligeramente mayor que el otro, a veces ligeramente menor, caracteriza el fenómeno de los eclipses de Sol, totales o anulares, suerte para los habitantes de la Tierra. No habiendo tenido estas etnias de la América tropical manera de llevar registros de días y años transcurridos entre eclipses, difícilmente pudieron llegar a predecirlos. Culturas con tales mecanismos de memoria y larga permanencia en un mismo lugar, pueden detectar el período llamado saros de repetición de las circunstancias de eclipses solares cada 54 años, máxime cuando las condiciones especiales de alguna de estas series hace que el desplazamiento hacia el sur o el norte de los eclipses sea pequeño. Ocurre en esos casos que desde una misma región se aprecian eclipses consecutivos con esa separación de 54 años, y si se tienen los registros se encuentra la periodicidad. Una circunstancia de esta naturaleza se está viviendo en estos días para los pueblos de Méjico y la América Central que han tenido y tendrán la ocasión de disfrutar los eclipses de los años 1970 (7 de marzo), 2024 (8 de abril) y 2078 (11 de mayo), distanciados entre sí por 19.756 días (54 años y 34 días). Perteneciente a esa misma serie fue el eclipse que Colombia disfrutó el 3 de febrero de 1916, al que se aludirá más adelante en este relato.

Con los planetas el asunto es diferente: sus posiciones aparentes en el firmamento, cambiantes por el continuo desplazamiento orbital alrededor del Sol de cada uno de ellos, se complican al verse desde una Tierra que también recorre una trayectoria heliocéntrica. La combinación de estos movimientos y la aparente perspectiva de verlos desde la Tierra viajera, el verlos desde las regiones equinociales, culminando bien altos hacia el cenit, bien brillantes entonces los planetas exteriores en las oposiciones al Sol, altos sobre el horizonte los planetas interiores en su momento de máximo brillo, los hace, todo ello, aptos para asociarlos a variados mitos de acción y movimiento. Marte, Júpiter y Saturno, en sus luminosas oposiciones y aparentes movimientos retrógrados, parecen perseguir o huir de las estrellas del fondo, como espectáculo a media noche. Este circunstancial comportamiento de Marte, que parece desafiar a Antares, -el rival de Marte, para los árabes-, en las oposiciones que ocurren hacia julio, suele asociarse a conflictos y luchas entre ambos. Que estas persecuciones y pugnas dominen el cielo nocturno desde lo alto, no lejos del cenit, son una particularidad de la zona tórrida; para pueblos de zonas

templadas la cosa puede no ser tan espectacular. Los planetas interiores, Venus y Mercurio, suelen verse unas veces como lucero matutino antes de la salida del Sol y otras como lucero vespertino, luego de la puesta. Las etnias pueden o no saber que se trata del mismo cuerpo celeste; cuando no lo saben los toman por dos personajes que no se pueden reunir nunca; lo dirán con algún mito que manifieste esa circunstancia. Cuentan los puinaves que dos muchachas, Nomera y Jumera, vieron lo que nunca debieron ver: al Yuruparí. Para que nunca comentaran lo que vieron fueron puestas en el cielo como los luceros matutino y vespertino que nunca se tropiezan el uno con el otro y que jamás lo harán. Dicen, sin embargo, que en tiempos de guerra se unen: entonces un planeta, posible que sea Marte, asume el papel de ambos personajes.<sup>6</sup>

Por otro lado, aberturas en el techo de las oscuras malocas de algunos grupos amazónicos, permiten seguir en las paredes y en el piso la marcha diurna del Sol manifestado en la proyección de la luz, y de día en día señalar el cambio de posición del Sol, oscilando hacia el sur o el norte en coincidencia con un ciclo anual; pero el interior de la maloca es otro cosmos al que no tiene por qué vérsese correspondencia con el cosmos de afuera. El proyecto de investigación "Etnoastronomía del Oriente Colombiano", concluido hace algunos años puso de manifiesto muchos aspectos al respecto.<sup>7</sup> Recuerdo de estas viejas culturas se perpetúa en la nueva toponimia del Sistema Solar. Entre los nombres de Venus, que la Unión Astronómica Internacional ha destinado a figuras femeninas de la mitología y de la historia, figura Bachué; es una inmensa formación circular, una "corona", como se designa en esa nomenclatura, localizada en una región llamada Metis, al occidente del "continente" Istar, -porque Venus tiene dos "continentes", el otro es Afrodita-. Bachué está, más exactamente, centrada en la latitud +73 grados y la longitud 258 grados, desde luego en coordenadas venusinas. Por su parte, el satélite galileano Io de Júpiter, cuyos accidentes recuerdan mitos y deidades volcánicos y tectónicos, tiene una "patera" (Un cráter pando) denominado Bochica; sus coordenadas en la cartografía de Io son: latitud -62 grados, longitud 24 grados.

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 prácticas 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 conjeturas que de evidencias, y con enormes dificultades por la eficiencia con la que

<sup>6</sup> Triana, Gloria (1987)

<sup>7</sup> Informes de avance de esta investigación fueron presentados por sus autores en el 45 congreso nacional de Americanistas, Bogotá, Julio de 1985. Como informes finales fueron publicados en *Etnoastronomías Americanas*. Véase Von Hildebrand, M. (1987); Reichel, E. (1987); Correa, F. (1987); Triana, G. (1987); Ortiz, F. (1987); Ibañez, R. (1987); Pardo M. (1987); Baquero, A. (1987). Ver también Hugh-Jones, S. (1982); Mayr, J. (1987); Reichel, G. (1950, 1971, 1975, 1978, 1982).

fueron destruidos los registros, o por el interés inicial de la investigación arqueológica, que sin tener por propósito investigar la posible función astronómica del objeto y sí el propósito de abastecer museos o inventar parques arqueológicos, borró, con ello, otras evidencias. A esto se agrega la actividad de gaaqueros y otros coleccionistas que hacen en ocasiones, imposible el análisis científico del posible empleo astronómico de esos elementos que ya no conservan su relación espacial, su orientación y posición originales. Es por consiguiente obligatorio, 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 especulación charlatana que tan fácilmente vicia las conjeturas astronómicas, y tanto entusiasmo. De repente todos estos saberes y vestigios se volvieron "precolombinos": don Cristóbal se apareció en persona por estas tierras.

### Astronomía, Navegación y Cartografía

Como este relato no se separará de ahora en adelante mucho de la astronomía como apoyo de navegantes y cartógrafos, como la hazaña de Colón representó un gran desafío para la ciencia náutica, pues las travesías del océano pasaron a ser rutina de ocurrencia diaria y no espectacular aventura del máximo navegante de su tiempo, conviene referirse algo a las prácticas de navegación previas al primer viaje transatlántico del que se conserva un relato diario de viaje. En el Mediterráneo se había generalizado una navegación por brújula, siguiendo los rumbos de un puerto a otro de la costa opuesta; como ese mar era bastante conocido, con mapas o portulanos cruzados de rumbos en todas direcciones, y los mapas trazados con los rumbos de la misma brújula<sup>8</sup>, resultaba obvio el empleo de esa brújula para navegarlo. Para la navegación entre lugares de una misma costa, se usaba no perder del todo contacto con ella, al menos en los salientes o cabos, frente a los cuales se pasa a la vista, es decir se practicaba el cabotaje. Los portugueses llevaban por esos tiempos bastante adelante la empresa de llegar al Asia con la buena esperanza de doblar pronto el cabo extremo sur de Africa y enrumbar hacia el oriente. Esta navegación de exploración hacia el sur de la costa atlántica del continente Africa, se parecía más a una de cabotaje que a otra cosa, pues no se apartó de ese continente. Esta era la experiencia de Colón como navegante. Su experiencia en el Mediterráneo era grande, había navegado desde muy joven entre los puertos de Génova, Marsella, Barcelona, Valencia, Málaga y los de la costa norte de Africa. Conocía Sicilia, Córcega, Cerdeña y las islas Baleares. Había viajado la parte oriental del Mediterráneo hasta Chias, frente a la actual Turquía. Su experiencia en lo que respecta al Atlántico era no menos importante: lo había recorrido hasta la Costa de Oro en el Africa ecuatorial y por el norte hasta Irlanda y posiblemente Islandia. Había visitado las islas de Cabo Verde, las Canarias, Madeira y puede que hasta las Azores. Sabía de dónde y para dónde se dirigían las corrientes oceánicas y qué clase de despojos arrojaban a las playas. Era la experiencia de un marino y de un empresario comercial.<sup>9</sup> Colón esperaba llegar al Asia antes que los portugueses, pero por otro camino; si los portugueses le ganaron fue porque se le atravesó en la ruta el continente americano. El marino genovés esperaba encontrar lo que hoy es el Japón navegando siempre al occidente desde las Islas Canarias; sabía que tanto las Canarias como el lugar a donde pensaba llegar, tenían la misma latitud, unos 28 grados al norte del ecuador, de modo que instruyó a los pilotos para que mantuvieran permanentemente las naves en un rumbo al occidente; desde luego que apreciaba por "estima" el camino navegado cada día, la distancia en leguas o millas y también estimaba por la fuerza y dirección de los vientos la deriva sufrida. De las corrientes alguna idea debía tener. Sabía que a unas 800 leguas de Canarias se toparía con un gran continente, Asia; no buscaba llegar a una localidad determinada de él, sólo encontrarlo, de modo que no rectificó la ruta para contrarrestar derivas. Cuando modificó el camino, hacia el día 26 de septiembre, por una falsa alarma de haber avistado tierra, volvió a retomar el que llevaba. Resultado de esto fue que llegó a tierra, una

<sup>8</sup> Como se aprecia en la famosa carta del Mediterráneo de Valseca de 1439. Véase García Franco, S. (1947) II, 33

<sup>9</sup> Lyon, E., (1992)

isla, unos cuatro grados más al sur de si hubiera seguido rigurosamente el paralelo del punto de partida en Las Canarias, La Gomera, ajustando la trayectoria, por ejemplo, por control permanente de la altura de la polar, con relación al horizonte, tomada todos los días antes del amanecer o luego de la puesta del Sol. Si eso hubiera hecho, hubiera llegado de una vez a la costa de La Florida, 10 leguas al sur del hoy llamado Centro Espacial J. F. Kennedy, lugar de salida del transbordador Columbia y del Discovery. Las rutas de Colón en esta primera travesía, recientemente divulgadas,<sup>10</sup> con o sin ajuste de derivas calculadas o asumidas, que apenas difieren en un grado de latitud en cuanto al punto de llegada, muestran, salvo por el desvío al suroeste y reajuste ya mencionados, que la flotilla navegó por la brújula y la estima de las leguas recorridas. Si comparó la dirección de la aguja magnética con la polar fue para tranquilizar a la marinería, dudosa de confiar en los rumbos de ese artefacto, estando ya tan lejos de las costas. Si dirigió la mirada a las estrellas fue para constatar que no andaba lejos de la latitud deseada; no tenía para qué "medir" la altura de la estrella Polar sobre el horizonte, le bastaba una apreciación del aspecto del cielo; su relación como marino con ese cielo estrellado era más una de vivencia que de "ciencia", como ahora se ha querido mostrar; no practicó "navegación astronómica", eso vino siglos después. En resumen, Colón navegó por el rumbo que le indicaba la brújula y la estima de las leguas recorridas. Mandó el almirante hacer confrontar la aguja con el rumbo de la estrella el 13 de septiembre; a la caída de la noche encontraron que la aguja nordesteaba y al amanecer siguiente notaron que noresteaba. Como en los días de ese viaje la Polar distaba del polo celeste algo más de tres y medio grados<sup>11</sup> y su ascensión recta era próxima a cero horas y el viaje se realizó en pleno equinoccio de otoño, la estrella al finalizar el crepúsculo estaba próxima a su máxima elongación este; cuando amanecía se hallaba cerca de la elongación oeste; si en el primer caso la aguja "noroestiaba" y en el segundo "norestiaba", estaba marcando una dirección muy próxima al norte verdadero y la estrella, durante la noche, se le había pasado de estar al este de la aguja a estarlo al oeste. Estaban navegando próximos a lugares con declinación magnética nula, luego de venir de las costas de Europa y África que en esos tiempos tenían declinación magnética al oriente. Cinco días después repitieron la observación y notaron que a la caída de la noche nordesteaba "una gran cuarta" y al amanecer estaba la aguja justa, lo que significó que habiendo avanzado en la ruta se encontraban en parajes con declinación magnética al oeste, unos tres grados, pues al amanecer la aguja estaba "justa", la estrella en elongación oeste. Al atardecer, la estrella en elongación este, estaba apartada casi unos 7 grados de la dirección de la brújula. Durante esa navegación, desde la iniciación del viaje habían pasado de declinación magnética este a oeste. Cayó Colón en cuenta que la discrepancia entre los resultados de atardecer y amanecer se debían a que la polar describía un círculo alrededor del polo, con lo que pudo tranquilizar a los pilotos. Pero también encontró Colón que de una confrontación a la otra, de una posición de las naves a otra, la declinación

<sup>10</sup> Marden, L. (1986). (572-577)

<sup>11</sup> Un valor más exacta de la distancia de la Polar al polo celeste en los días del descubrimiento es  $3^{\circ} 28'$ . Hoy se ha reducido a algo menos de un grado, a  $45'$ . Esa estrella pasará por una distancia mínima al polo norte celeste hacia marzo del año 2102, a unos 27 minutos de arco.

magnética había variado y que de declinación al este pasaba a declinación oeste. Colón lo anotó el primero, y fue el primer aporte de la América a la ciencia, aun antes de haber sido descubierta, pero sí habiendo hecho sentir su presencia al olfato del navegante para que viniera por ella. Tranquilizados los marineros, el almirante siguió su navegación manteniendo el rumbo con la brújula y estimando las leguas recorridas -lo que se llamaba navegación de estima o de "fantasía"- . No fue una navegación astronómica, fue un alarde de intuición, de saber que algo iba a encontrar, allí donde lo buscaba; puede que nunca supiera a dónde había llegado; no era un profesor de geografía para reconocer al instante a qué isleta había ido a parar. Su descubrimiento desató, por necesidad, una escalada general del saber científico. De inmediato apareció un gran interés por ese meridiano en que la declinación magnética era nula; se pensó en que por la medida de esa declinación podría saberse qué tan lejos se hallaba una embarcación de ese meridiano y aun de las costas. Aparecieron casi de inmediato los textos sobre el arte de navegar, se sistematizó y recopiló el saber disperso de los hombres del mar; tuvo entonces la astronomía que ponerse a la altura de las circunstancias; no fue ni inmediato ni fácil que lo lograra.

Ya que la "ciencia" de los descubrimientos irrumpió en forma abrupta en este relato, quizá convengan algunas anotaciones referentes a la ventaja que la astronomía europea le llevaba a la del nuevo mundo. Tanto las etnias más desarrolladas de este lado del Atlántico como las mediterráneas que se nos vinieron encima y como las que los precedieron en Babilonia y Grecia, estaban localizadas en paralelos no muy alejados del Ecuador terrestre. Como buena parte de los fenómenos astronómicos son reflejo de la rotación terrestre, resulta entonces que sólo en latitudes altas, australes o boreales, más cerca del polo que del ecuador de rotación, las cosas aparecen marcadamente diferentes. Los paralelos que limitan a incas, mayas, babilonios, griegos, chinos o egipcios; no se alejaban del ecuador más allá del paralelo 20 al Sur o 35 al Norte. Los fenómenos son en principio los mismos, las vivencias similares, y si la etnia sabe contar el transcurso de los días, si relaciona y registra lo que observa a lo largo de muchos años, de siglos, entonces esas etnias llegan a conocimientos parecidos, saben, por ejemplo que cada 8 años Venus se presenta en casi idéntica forma, en las mismas fechas del año, en la misma relación con el calendario anual que rige la vida y la subsistencia. Entonces no se necesita inventar misioneros de barba blanca y soñadores ojos azules, que debieron haber viajado en tiempos remotos de tribu en tribu, enseñándoles la ciencia y todo lo demás. Cada etnia, solita, llega a iguales conclusiones y cifras numéricas, siempre y cuando, sepa contar, lleve registros y permanezca largos años en esa misma latitud. No es de extrañar que mayas, chinos y babilonios, supieran cosas parecidas. Si la etnia, además de contar, registrar y leer los registros para deducir el número de días transcurridos entre repeticiones de un mismo período, maneja la geometría, puede llegar a una etapa más avanzada en la que agrega un modelo geométrico de movimientos circulares, entonces de los períodos sinódicos puede pasar a los períodos siderales de los planetas, y con ellos establecer un modelo del sistema solar. En Grecia se basaron en los datos numéricos de períodos sinódicos obtenidos por Babilonia. Si se desarrolla el álgebra, y la palabra es árabe, no española, pasa de los círculos geométricos a un manejo matemático que le permite

preparar efemérides de la posición de los planetas, y desde luego también, disponer de catálogos con las posiciones de las estrellas fijas. No es más que ésta la diferencia entre la ciencia de los tiempos anteriores a Colón y la de los mayas. Recordemos otra vez que cuando ocurrió el viaje de Colón, Tolomeo y Almagesto (la versión árabe de Tolomeo) representaban el máximo de los conocimientos. Copérnico era en esos días apenas un jovencuelo de 19 años. La ciencia astronómica era para la astrología y para orientar mezquitas, no para la navegación. Y si hubo algún progreso desde Tolomeo hasta Colón se le debe a la cultura islámica que necesitaba la astronomía. Después del descubrimiento de América se hizo imperiosa la astronomía para la "civilización occidental", que comenzó a necesitar algo más que astrología.

En los tiempos de la exploración geográfica sistemática de los nuevos mundos añadidos al ámbito de las naciones europeas, en los días del establecimiento de las empresas del mercantilismo marítimo, llegaría a ser 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 sería definitivo para la supervivencia de marinos y exploradores, y no una mera alternativa, con lo que se manifiesta demanda social por astronomía a nivel global, no local. Esa demanda global por conocimientos no era otra cosa que la oportunidad que se le presentó a las sociedades europeas, y luego a las demás, de palpar nada menos que la redondez del globo. Era un globo terráqueo para estudiar por todos aquellos que tuvieran la opción o el interés de hacerlo. De ello se derivan muchas particularidades del conocimiento que hoy parecen raras, dada la tendencia a la especialización, a encerrar la historia y la ciencia en corrales aisladas, y ver la sociedad de ayer como si fuera la industrial de hoy.

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 distancia al ecuador celeste (declinación) es conocida, permite encontrar ese dato; o también toman en las noches la altura de la estrella polar, la cual ajustada al tener en cuenta el pequeño círculo que describe alrededor del polo norte celeste, da también la latitud; pero aun así, esta no es tarea fácil desde el bamboleante puente de una nave en el mar; sólo hasta la invención del sextante, que con sus espejos permite llevar a coincidir la imagen del astro con la línea del horizonte, se pudo practicar esto estando en el mar, con facilidad; no así ocurría con la otra coordenada, la longitud: la posición de un astro con respecto al horizonte local, o al meridiano, 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 distinguible del que resulta del desplazamiento del observador hacia el oriente o el occidente.

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 referida 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 referida a la hora local del observatorio, que sería el punto de origen o de referencia para las longitudes. El navegante, al hallar la diferencia entre la hora local de su propia observación con la hora prevista en las efemérides, encontraba su longitud geográfica, referida al meridiano de origen previsto en las efemérides. Pero de mejor manera se determinaba esta 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 ésta era otra función del observatorio fijo: observar y registrar todo lo observable, analizar y calcular cuanta observación llegare a sus manos. Al comienzo esta determinación de longitud era practicable en tierra pero casi imposible en alta mar por el movimiento permanente del barco. Fue así como el problema de determinar la longitud en el mar, la gran necesidad científica de los siglos que siguieron al descubrimiento, se convirtió en la obsesión de la ciencia.

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 estas 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. Pero este no fue un proceso ni fácil ni inmediato. España tomó la delantera con la creación institucional de la Casa de Contratación de Sevilla, para unificar los asuntos pertinentes a la navegación y la náutica, seguida de la creación de los cargos de Piloto Mayor para el examen de los candidatos (1508), Cosmógrafo Mayor (1523), Catedrático de Cosmografía y Navegación (1552). Los grandes tratados aparecieron entonces: el de Pedro Medina en 1545 y el de Martín Cortés en 1551. Al finalizar ese siglo ocurrió un hecho importante: la corona española estableció un premio en contante y sonante a quien presentase un método confiable y practicable para la determinación de la longitud en el mar;<sup>12</sup> no conocerla hacía la navegación incierta y costosas las pérdidas de gentes, naves y tesoros. Los intentos se encaminaron en varias direcciones: desde luego se intentó llevar relojes que mantuvieran la hora del puerto de salida, lo que rápidamente condujo al fracaso por imperfecciones mecánicas; por ello quedaron descartados aquellos métodos en los que se debía comparar la hora indicada en una efeméride con la hora local en alta mar, pues no se podía mantener aquella; quedaban dos caminos: perfeccionar el arte de la relojería, o buscar un "reloj" en el cielo mismo; la confrontación de un cuerpo celeste contra el cielo estrellado, y este cuerpo celeste era la Luna, que, actuando como un "puntero" celeste, marcaría la hora frente a la "muestra" que serían las estrellas fijas del firmamento. Pero ... este puntero se mueve lentamente; da la vuelta en un mes sideral; su movimiento no es regular, al contrario es muy complejo, y para que la idea prosperara se requerían dos

12 Véase González González, F. (1989) (79,79)

cosas: primero, una "teoría" del movimiento de la Luna que permitiera producir unas efemérides muy exactas ya que la posición de ese puntero debería ser conocida con mucha exactitud, segundo, conocer la posición de esas estrellas igualmente con la mejor exactitud y, tercero, disponer de un instrumento capaz de medir con precisión y, sobre todo, con facilidad, esas distancias angulares entre Luna y alguna o algunas estrellas, desde ese oscilante puente de las naves.

Para realizar las dos primeras tareas se creó en 1675 el Observatorio Real en Greenwich. Flamsteed, el primer "astrónomo real", se dedicó a la confección del catálogo de estrellas; su sucesor, Edmund Halley dedicó 18 años de su vida, -comenzando a la edad de 64 años- a seguirle el camino a la Luna durante una vuelta completa del plano de su órbita con respecto a las estrellas, para así disponer de información empírica y observacional como apoyo a los teóricos. Ahora será necesario repasar brevemente el desarrollo de esas "teorías" del movimiento de la Luna, pues, por necesidad de esta historia, también a ellas se retornará casi al final.

Este movimiento de la Luna frente a las estrellas, como una manecilla de reloj, no es uniforme: en una época del mes alcanza unos 15 grados por día, en otra sólo 11 grados, la primera ocurre en las proximidades de su menor distancia a la Tierra, el perigeo, la segunda en los apogeos. Pero como no siempre apogeos y perigeos caen en el mismo momento del mes sinódico (de Luna nueva a Luna nueva) resulta que los meses sinódicos no son todos de igual duración; pueden variar unas 10 y media horas entre la máxima y la mínima, resultando una serie de meses en los que la duración va aumentando mes a mes, seguida de otra serie de meses en que la duración va disminuyendo, y esto lo sabían los babilonios,<sup>13</sup> que registraban los fenómenos celestes, su recurrencia y repetitividad, y que además podían conservar y almacenar esos registros, -una civilización numérica-. Hiparco y Tolomeo -de una civilización geométrica- interpretaron esta particularidad del movimiento de la Luna como combinación de movimientos circulares -los epiciclos de Tolomeo-. Todo esto era importante ya que la vida cotidiana se regía por la sucesión de lunaciones y se requería determinar con exactitud el día inicial de cada mes lunar; esto se lograba con la relativamente alta aproximación de las construcciones tolemaicas. Dos irregularidades del movimiento de la Luna, la "evección" y la "variación", producidas por la atracción del Sol a la Luna, eran ya conocidas: la primera desde los tiempos de Hiparco, notoria pues afecta la posición de la Luna en oposiciones y conjunciones y por lo tanto influye en la ocurrencia de los eclipses; la segunda hubo de esperar las mediciones de Ticho Brahe para que él la detectara. Después, la identificación por Kepler de las órbitas planetarias como elípticas con el Sol ocupando uno de los focos de la elipse, permitió a Horrocks mostrar cómo el movimiento de una podía representarse por una elipse de excentricidad variable y cuyo eje mayor daba la vuelta en nueve años. Este joven genio -murió a los 22 años- le abrió el camino a Newton.<sup>14</sup> Sin embargo, la aplicación directa de la gravitación

<sup>13</sup> Véase Sternberg, S. (1969). (27).

<sup>14</sup> Véase Cook, A. (1988) (4)

newtoniana al estudio de la trayectoria lunar no dio, y no podía dar resultados satisfactorios inmediatos. El problema de los tres cuerpos Sol, Tierra y Luna, es uno de los más complicados que existen, un problema que ha puesto a trabajar hasta hoy a las más altas mentes de las matemáticas y la astronomía; muchas de ellas, en los tiempos que siguieron, lo hicieron movidas por los premios ofrecidos para lograr la longitud de un navío en alta mar. Como el requerimiento aceptable para esa determinación era del orden de 10 kilómetros, unos seis minutos de arco en el ecuador, lo que exige conocer la posición angular de la Luna con unos 12 segundos de exactitud, exactitud que se le exigiría también a la posición de las estrellas en los catálogos y desde luego al instrumento con el que va a hacer la medida. Construir una teoría de la Luna de esa exactitud, no era tarea fácil. Entre quienes atacaron el problema se cuentan Clairaut (1752 y 1756), d'Alembert (1754 y 1756) y Euler (1753 y 1772). Especialmente notable es el segundo estudio de Euler: maneja el asunto partiendo de un sistema de coordenadas con centro en la Tierra, pero que gira con la velocidad media de la Luna alrededor de la Tierra. Sin embargo, no fueron los teóricos los que se llevaron el premio; un técnico les ganó, pues Harrison construyó un cronómetro marino de la exactitud requerida: ni adelantarse ni atrasarse más de 24 segundos durante la travesía marítima, por el que le otorgaron el premio en 1764. Con el cronómetro marino y el sextante, o el octante de reflexión (el de Hadley, por ejemplo), se pudo ya determinar la posición del navío por la comparación de la hora local obtenida desde el barco, con la hora marcada por el cronómetro.

Los astrónomos, cartógrafos y cosmógrafos de la corona respectiva perfeccionaban los métodos de observación, instrufan 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 las 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; y también para las necesidades del conocimiento de un objeto único, el globo terrestre, como ya se anotó. Cuando el espíritu de la Ilustración puso el interés por la ciencia muy en alto, y los propósitos de la corona española lo exigieron, ésta 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, principalmente por los jesuitas, 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 esta a la actividad institucional en una empresa estatal: Francisco José de Caldas.

### El padre Feuillée

Este religioso nació en 1660 en la provincia de Bajos Alpes, de humilde familia, ingresó en la orden de los Mñimos, destacándose por los conocimientos que en varias ciencias adquirió. En 1696 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 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 y 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 Bocachica, 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 el 1707 otro viaje a la América del Sur. Exploró en esa ocasión 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.<sup>15</sup>

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.

### 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<sup>16</sup> 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, como teniente de la Compañía de Caballos; allí recibió la patente de Capitán siete años más tarde. Regresó luego a España y Marco Dorta presume que llegó a Cartagena al mismo tiempo que el gobernador Díaz Pimienta, quien 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 anotar aquí cómo puede ser la práctica astronómica en los ámbitos de ultramar uno de los caminos de la entrada de la nueva ciencia en América: La necesidad estaba en América, allí se practicó, de allí pasó a España; "centro" y "periferia" se intercambian, no existe tal distinción; la intransigencia de tradicionalistas e inquisidores poco margen le dejaba a España en esos días para ser "centro"; de modo que por ahora tomémosla por "periferia".

<sup>15</sup> Para sus obras principales véase Feuillée, L. (1714-1725); (1735).

<sup>16</sup> Marco Dorta, E. (1951). (227)

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 es 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 inmersiones 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 necesario 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; de modo que se trabaja la ciencia nueva sin preocupación alguna ni interferencia de discursos ideológicos ni polémicas religiosas, con anterioridad a los grandes debates del siglo XVIII; que todo esto se hace cuando ¡Oh prodigio, Newton estaba aún entre los vivos!

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<sup>17</sup> 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. Tuvo oportunidad de estudiar el manuscrito y la carta remitida a Halley, firmada por Herrera el 12 de julio de 1723, 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 1722 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

<sup>17</sup> Cassini, J. (1729)

aberración de la luz, no será jamás olvidado. El análisis de Halley,<sup>18</sup> permitió calcular la diferencia de longitud entre Cartagena y Londres.

Como se desprende de lo anterior, actuaba ya una comunidad científica en un plano global, organizada para recibir las contribuciones de los observadores repartidos sobre el globo, analizarlas y retribuir con análisis también globales de cada evento, al conocimiento científico.

Don Juan de Herrera y Sotomayor murió en Cartagena el 25 de febrero de 1732, el mismo año que Feuillée. Tres años antes había recibido la patente de Brigadier y el cargo de Jefe de las fortificaciones del virreinato. En 1730 fundó Herrera en Cartagena de Indias una Academia de Matemáticas y fortificaciones, en la que José de Figueroa,<sup>19</sup> nombrado por la corona para ello en 1731, actuó como ayudante. Sus instrumentos, entre ellos el Anillo de Feuillée, 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 Churrua, y luego por Oltmanns<sup>20</sup> cuando calculó las que en Cartagena hizo el barón de Humboldt, al despuntar el siglo XIX.

#### La Modernización de las Españas

Buena parte de lo que sigue tendrá que ver con la Armada Real borbónica, y esta con la renovación del estado español en el siglo XVIII; ese estado incluía a la América española de modo que sólo hay una historia y así se intentará hacerla aquí. Al apuntar el siglo, España estaba en una situación crítica: su economía rota, políticamente deshecha, con su enorme Imperio casi intacto pero amenazado, y con la necesidad de mantener también sus posiciones mediterráneas. El enfermo rey Carlos II designó al nieto de Luis XIV, Felipe de Anjou, como sucesor a la corona; garantizaba así, con una alianza con Francia, contrarrestar la amenaza inglesa al Imperio y manejar sus intereses en Italia. Pero con esa designación desafió a las potencias europeas que con otros pretendientes anhelaban también el trono español, dando lugar a la Guerra de Sucesión (1700-1714). Expulsado de Cataluña el pretendiente e invasor archiduque Carlos -y no olvidemos aquí el apoyo americano a este Carlismo, instigado por los misioneros-, el rey Felipe aprovechó la victoriosa circunstancia para iniciar una reorganización y modernización del estado español, para abolir fueros y para lograr un estado unificado que, hasta ese momento, sólo había sido un agregado de reinos con fueros propios y de posesiones añadidas unas a otras, en donde los intereses locales eran siempre los dominantes. Por vez primera se hablará de un rey de España, y no de Castilla y Aragón, de este o aquel reino. Se restringieron fueros de la Iglesia para reducir sus diezmos y aumentar los impuestos centralizados por la corona. La América habría de jugar un papel importante en el esquema

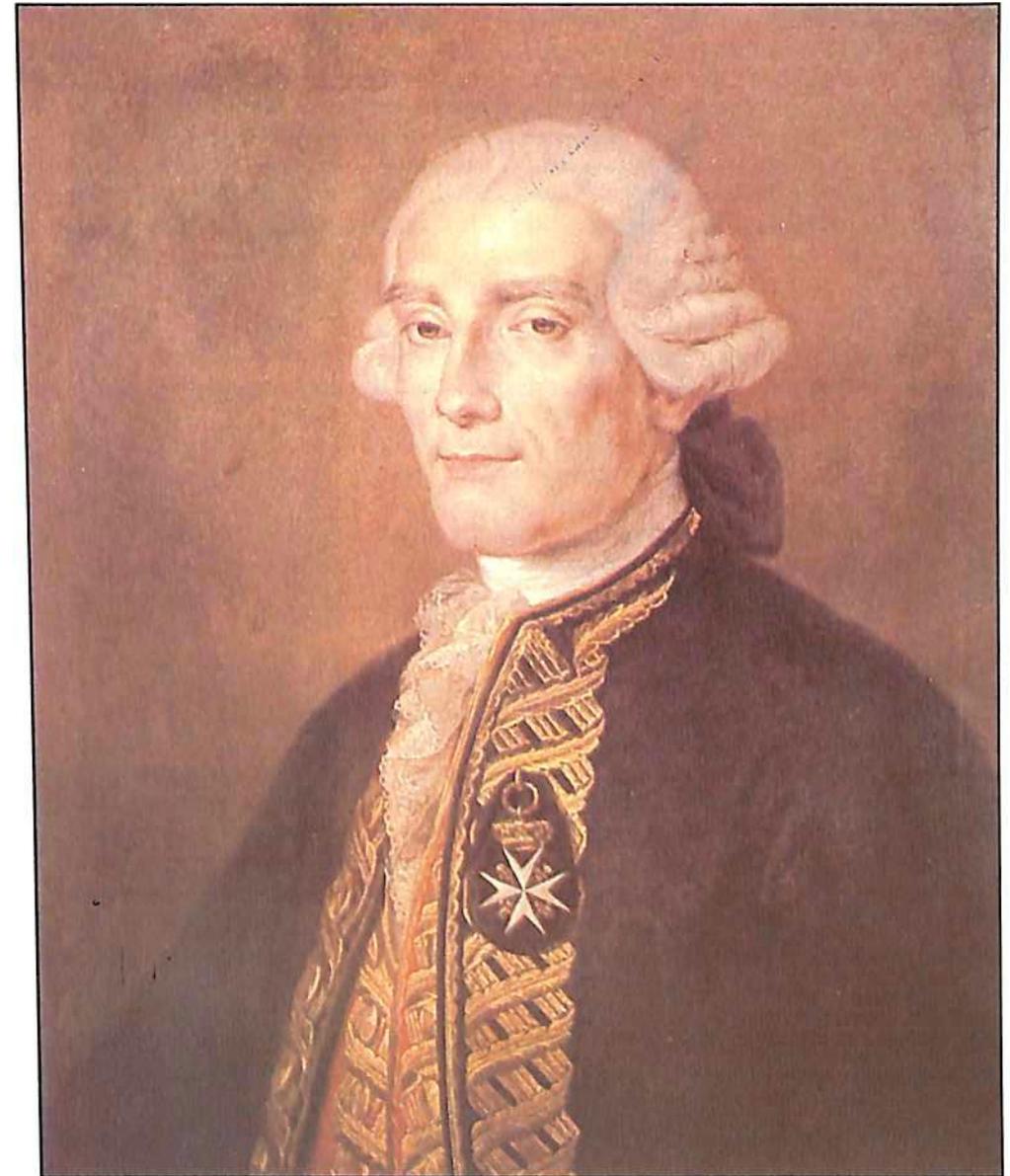
<sup>18</sup> Halley, E. (1722-1723)

<sup>19</sup> Marco Dorta, E. (1988). (227)

<sup>20</sup> Oltmanns, J. (1808-1810).

renovador; era necesario hacer el inventario de sus recursos para así propender a la comercialización de sus productos, fomentar la industria y su comercio para hacerla rentable y autosuficiente. La exploración y la cartografía, con su ciencia de apoyo, la astronomía, las ciencias naturales, la mineralogía, todas necesarias para este desarrollo, fueron fomentadas; la exploración fue realizada por expediciones científicas, y con empresas estatales e instituciones. Bajo Carlos III se acentuaron estas reformas; el predominio del centralismo se marcó aún más con la expulsión de los jesuitas, instigadores de las revueltas del populacho contra el Marqués de Esquilache, una actitud de política de estado y no una manifestación contra la fe. La Ilustración debía llevar la felicidad a los súbditos en términos de su prosperidad material y esta - mediante una administración eficiente y el rendimiento de los impuestos aplicados al fomento de la población, de la agricultura, del comercio y de las artes- debía llevar a un estado fuerte, capaz de defender y mantener la unidad de tan vasto imperio. Naturalmente en esta forma se modernizaba la nación española y, lo que es más importante, se remediaba en algo la infortunada decisión del emperador Carlos V que, al haber consolidado el feudalismo, abolido las libertades de la ciudades, y enfilado a España hacia la contrarreforma, negó la posibilidad de una evolución burguesa, como en la más progresiva Europa, y determinó el atraso de la nación. Claro que no todo este esquema renovador fue cabalmente realizado, pues, a titubeos, vacilaciones y contradicciones, se sumó la resistencia de muchos sectores provincianos y oligárquicos, que prevaleció sobre el racionalismo reformista, y ellos, del esquema general, sólo vieron los aspectos impositivos para desacreditarlo. El criollismo americano tampoco entendió esas modernidades; y el que menos, el criollismo de la Nueva Granada que logró frustrar la implantación de las "Intendencias". Antioquia, la excepción, con una élite débil, sin los patricios fuertes de Popayán, Cartagena o Santafé; con los obispos distantes, se benefició de Francisco Silvestre y Mon y Velarde, los dos funcionarios que el centralismo regalista envió a esos parajes. Aprovechó la enseñanza y estuvo mejor preparada, o menos resabiada, para entrar a la expansión de los siglos XIX y XX. "Las luces" sólo vinieron a beneficiar a una minoría de burócratas, a un puñado de nobles ilustrados y a unas élites mercantilistas; eso sí, "las luces" le abrieron futuro a los liberales hispanoamericanistas, de América y de España, para varios intentos de modernización, desde los albores del siguiente siglo. Es cierto que las sociedades económicas y de amigos del país buscaron el avance de la economía, pero no pasaron más allá de asegurar privilegios para la propia conveniencia, sin ningún aspecto de cambio social. Los grupos reaccionarios en España, acechantes detrás del resplandor de esas luces, esperaron y encontraron el momento oportuno de hacerlas sospechosas de herejía foránea y calificarlas luego como aborrecible afrancesamiento. Los grupos reaccionarios en América, que vieron aborrecible la siembra del "árbol de la libertad", calificaron esas "luces" como ideología foránea. Mucho más tarde en su reflexión hispanista esos grupos las verán como obstáculo en el empeño de volver a "lo fundamental"

Aspecto fundamental de este esquema nacional borbónico fue la creación de una Armada Real que reemplazara esa vetusta colección de armadas



Don Jorge Juan y Santacilia (1713-1773)  
Museo Naval, Madrid.

de los reinos -La Real del Océano, la de Galeras, la de las Cuatro Villas, la de Castilla-, en la metrópoli, cada una para una finalidad especial; y en América, la de Galeones, la de Tierra Firme y la de Barlovento; fue obra de Felipe V unificar los restos de la que había heredado. Más tarde, al crear los cargos de Intendentes y Secretario de Marina y también la Compañía de Caballeros Guardias Marinas, y al promulgar las primeras Ordenanzas de Marina, Fernando VII mostró que la Marina era el principal objetivo de su gobierno. Carlos III recobró para la Armada el dominio ofensivo del mar, resolvió los conflictos de organización, los de equipamiento con la Ordenanza de Arsenales, los de tripulación con las Matrículas de Mar y los de eficiencia y preparación para la acción con las llamadas Escuadras de Evoluciones. Carlos IV perfeccionó el andamiaje normativo pero vio cómo la Armada se le pierde en San Vicente y Trafalgar.

Suprimidas las antiguas escuadras en 1714, creada la Armada Real en 1719, se nombró a José Patiño Intendente General de Marina, quien tuvo a su cargo todo lo que no era estrictamente militar. Patiño y sus continuadores, Campillo y luego Ensenada, venían del servicio civil y del político. El cuerpo general de oficiales tenía en sus manos lo militar, y la navegación estaba en manos de los pilotos; los primeros se formaban en la escuela de Guardias Marinas, los segundos en la de Pilotos de San Telmo de Sevilla, que databa de 1681. Del Director General de la Armada dependía el mando de las fuerzas navales, divididas en tres departamentos: Cádiz, Ferrol y Cartagena del Levante. De el de Cádiz, el más importante, directamente bajo las órdenes del Capital General de la Armada, dependían los asuntos de América y de ultramar. El del Ferrol estaba para el dominio del Atlántico norte en el ámbito europeo, y el de Cartagena, naturalmente para el mediterráneo. Pero este sistema doble de una Intendencia para lo administrativo y una Dirección General para lo militar, desencadenó eternas polémicas, que se denominaron desde entonces de la "Pluma y la Espada". La dualidad de dirección dificultó lo relativo a las construcciones navales, a los pertrechos y al abastecimiento de las escuadras. El incidente de Las Malvinas desató la crisis que obligó a Carlos III a crear el Cuerpo de Ingenieros de Marina para dichos aspectos técnicos, y a dictar la Ordenanza de Arsenales en 1771. Pero el mencionado incidente motivó también otra reorganización: la de los apostaderos de América. Un documento del Museo Naval nos indica las bases funcionales que guiaron la organización de los apostaderos. Fueron establecidos primordialmente para evitar el comercio clandestino y para cuidar que los extranjeros no formaran establecimientos en las costas, y también para la conducción de situados fiscales de unos puntos a otros, aparte de que dictaron disposiciones específicas para cada uno de ellos: para el de La Habana, por ejemplo, que habría de encargarse de la construcción de naves; para el de Montevideo el mantener la vigilancia permanente sobre Las Malvinas con una corbeta en el puerto de Soledad y en el Río de La Plata con otra -en 1776 se ordenaría cumplir estas tareas con fragatas-. Para Cartagena de Indias quedaría cuidar que no prosperasen asentamientos extraños en el Darién o en la Costa de Mosquitos.

En lo que respecta al mando de los apostaderos se dispuso que podía recaer en un oficial de no necesariamente alta graduación, un capitán de fragata cuya ciencia es suficiente para mandar unos pocos barcos menores -y no en operaciones de guerra sino en crucero en contra de contrabandistas-, además, por ser de menor grado el oficial, resultaba una reducción de costos. Pero entonces este Comandante sería permanente y no entregaría el mando a la llegada ocasional al puerto de un oficial de mayor graduación. Si sus tareas navales eran simples, no lo serían tanto las de organización y administración del apostadero: para esto contaría con un individuo, el Ministro de Real Hacienda, asesorado por el contador. El Juzgado de Marina sería competencia del Comandante, en consulta con un asesor letrado y el Contramaestre de Construcción atendería lo pertinente a las reparaciones.

Para las tripulaciones se dispuso el establecimiento de una Matrícula de Mar, para que éstas se reclutasen en los puertos y vecindarios de cada apostadero; el Comandante sería Juez de Matrículas para los efectos disciplinarios. Cada apostadero, y en especial aquellos con capacidad para construcciones y con arsenal, como Cartagena de Indias, tendría acceso a bosques bajo su jurisdicción especial; las ordenanzas de Matrículas y Bosques, regularon estos asuntos. Finalmente habría una Junta de Marina, presidida por el Comandante, e integrada por los oficiales y el Ministro de Real Hacienda. Los presupuestos provenían del virreinato respectivo; las fuerzas navales a la orden del virrey:<sup>21</sup> eran las futuras marinas nacionales en embrión. Al final no pocos criollos se habían formado en España como oficiales de la Real Armada, como lo hicieron 27 del Nuevo Reino de Granada, la mayoría de Cartagena de Indias y de Popayán; muchas de sus carreras fueron brillantes como las de Miguel Gastón, comandante del San Justo en Trafalgar (de Cartagena de Indias) y Pedro de Valencia de Popayán, quienes alcanzaron el grado de Tenientes Generales; otro fue Pedro Antonio Agar y Bustillo, de Santafé, Brigadier General y regente de España en 1812. Parte de la carrera de algunos otros transcurrió en los apostaderos de América, como fue el caso de Rafael del Castillo y Rada en el de Cartagena de Indias. Y no faltó el héroe y mártir de las Españas: el payanés Andrés de Valencia (hermano de Pedro) cuya juventud tronchó una bala de cañón cuando comandaba una lancha cañonera en el bloqueo de Gibraltar de 1882, durante el famoso combate llamado "de las flotantes".

#### Don Antonio de Ulloa y Don Jorge Juan

Los oficiales españoles, jóvenes cadetes de 19 y 21 años, apenas unos sardinos, elevados antes de tiempo a tenientes de navío para presumir, - España, "periferia", frente a Francia, "centro"-, 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

<sup>21</sup> Más sobre el apostadero de Marina de Cartagena de Indias en, Arias de Greiff, J. (1983) (967)

de ellos databan de los días de la visita de Feuillée- 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"<sup>22</sup> los oficiales españoles dan cuenta de sus trabajos y presentan sus propios cálculos: incluyen también una explicación del uso y construcción del Cuarto de Círculo. Todo este cúmulo de observaciones fue posteriormente recalculado por Oltmanns;<sup>23</sup> Lafuente<sup>24</sup> acababa de analizar los problemas instrumentales. Y sea esta 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 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. Hoy, la desvergüenza del quinto centenario, llama esta expedición de la Academia de Ciencias de París "Expedición Hispano-Francesa"... etc, etc...

### 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 de precisión 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. A su regreso publicó Bouguer<sup>25</sup> las observaciones.

### 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.

<sup>22</sup> Juan, J. y Ulloa, A. (1748).

<sup>23</sup> Oltmanns, J. (1808-1810)

<sup>24</sup> Lafuente, A. (1984).

<sup>25</sup> Bouguer, P. (1749).

El botánico Sueco Loeffling<sup>26</sup> y el Padre Caulín,<sup>27</sup> el primero discípulo de Linneo que murió en territorio venezolano, 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 haber localizado sobre la línea equinoccial, próximos a la boca del Vaupés en el Río Negro, para establecer en el terreno el límite que se había definido entre las posesiones españolas y las portuguesas.<sup>28</sup> La posición de la boca de Atabapo, fijada en 1756 tenía un error de 1 grado 38 minutos; los fortines de demarcadores quedaron colocados 1 grado 27 minutos más al norte de lo que debería haber sido; esta incompetencia, negligencia<sup>29</sup> o debilidad ante intereses de las mismas misiones, según el alegato de Alvarado,<sup>30</sup> 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. Se conservan aún las ruinas del fuerte de San Felipe, a la orilla del Guainía. El antiquísimo cañón que hasta hace algún tiempo conservaba, obvio, está ahora en la orilla venezolana.

### La Creación del Observatorio de Cádiz

Ya desde 1717 había iniciado tareas esta academia (que paralelamente era una Compañía de Cadetes) para formar, tanto en los aspectos militares como científicos, a los futuros oficiales de la Armada Real. Era uno de los aspectos más interesantes en el esquema renovador de la Marina, que había iniciado el intendente José Patiño. Nuevo avance se logró a partir de 1750 con el ingreso de Jorge Juan y de Antonio Ulloa a la planta de oficiales de la Compañía, y al año siguiente este se consolidó con el nombramiento del propio Jorge Juan como comandante de la Academia y con la instalación de un observatorio adscrito,<sup>31</sup> entendido inicialmente como gabinete docente para la enseñanza de los mozos, sin necesidad de recurrir a becas como antes se había pensado. Pero por la dotación (un cuadrante mural de seis pies hecho por Bird y un heliómetro, adquiridos por Jorge Juan en Londres) y por el trabajo sistemático de observación emprendido por Vicente Tofiño y José Varela, el observatorio trascendió el papel docente para alinearse al lado de los centros astronómicos de Europa. A Godin, el académico francés que había tomado parte en la expedición de la Academia de Ciencias de París para la medida del

<sup>26</sup> Loeffling, P. (1963)

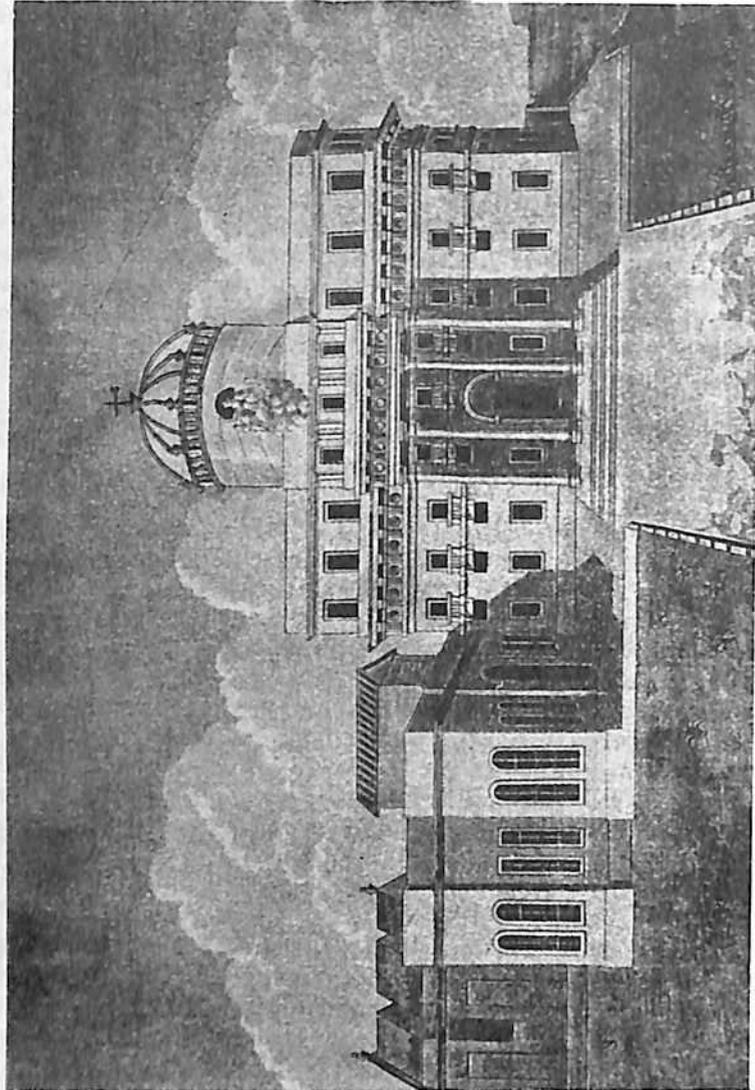
<sup>27</sup> Caulín, A. (1779).

<sup>28</sup> Alejandro de Humboldt en carta a Manuel Guevara Vasconcelos, Capitán General en Caracas, desde Nueva Barcelona, el 20 de agosto de 1800.

<sup>29</sup> Humboldt, A. (1941). "Sobre algunos puntos interesantes de la Geografía de la Guayana", Suplemento al libro IX.

<sup>30</sup> Alvarado, E. (1893).

<sup>31</sup> Para la historia del Observatorio de Cádiz, desde su fundación hasta 1831, véase La fuente, A. y Sellés, M. (1988).



El Observatorio de San Fernando, Cádiz, construido en 1792.

arco de meridiano en el ecuador, se le encargó la dirección del observatorio en su primera época.

Con el perfeccionamiento del cronómetro de marina y el uso generalizado del sextante de reflexión se hace de lleno una navegación astronómica, ahora más segura y precisa, con lo cual se requiere la mayor aplicación del oficial de marina al estudio de la astronomía y de la navegación; entonces se incorporaron este saber y estas prácticas en mayor grado a la formación profesional del oficial de marina. En 1776 se crearon dos nuevas compañías de Guardias Marinas, una para Cartagena del Levante y otra para El Ferrol; fueron sus primeros comandantes José Mazarredo y Francisco Gil y Lemos, respectivamente.<sup>32</sup> El comandante de la Compañía de Cádiz, sería pocos años más tarde Miguel Gastón, el padre del criollo del "San Justo". El nuevo arreglo de los programas de estudios en las tres compañías, así como la publicación de la obra de Mendoza y Rios,<sup>33</sup> motivó no pocas polémicas protagonizadas por los comandantes de las compañías y por otros oficiales como Manuel Antonio Flórez, quien se lamentó del olvido por muchos marinos de la ciencia aprendida en la academia, al no practicarla asiduamente.

Luego de un período de decadencia, tomó nuevos bríos el observatorio, primero con la reorganización de 1783, que condujo a la creación de un curso de estudios mayores, que vino a ser una Escuela de Astronomía con profesorado propio, que funcionó en el observatorio;<sup>34</sup> y luego con el traslado a San Fernando cerca de Cádiz, donde se inauguró en 1793 un edificio construido para ello, del que se hablará más adelante. Importante, definitivo, fue el aprovechamiento del potencial humano y científico formado en estas escuelas de ciencia (las tres academias) y experimentado en la práctica del observatorio, en empresas hidrográficas y cartográficas que, si bien se iniciaron en las costas peninsulares con la elaboración del Atlas Marítimo de España, habrían de seguir con los derroteros y mapas de las costas del norte de Africa, tanto las del Mediterráneo como las del Atlántico, para saltar luego al cubrimiento de la totalidad de las costas de la América Hispana, tarea que quedó cumplida a tiempo de la desintegración del imperio español.

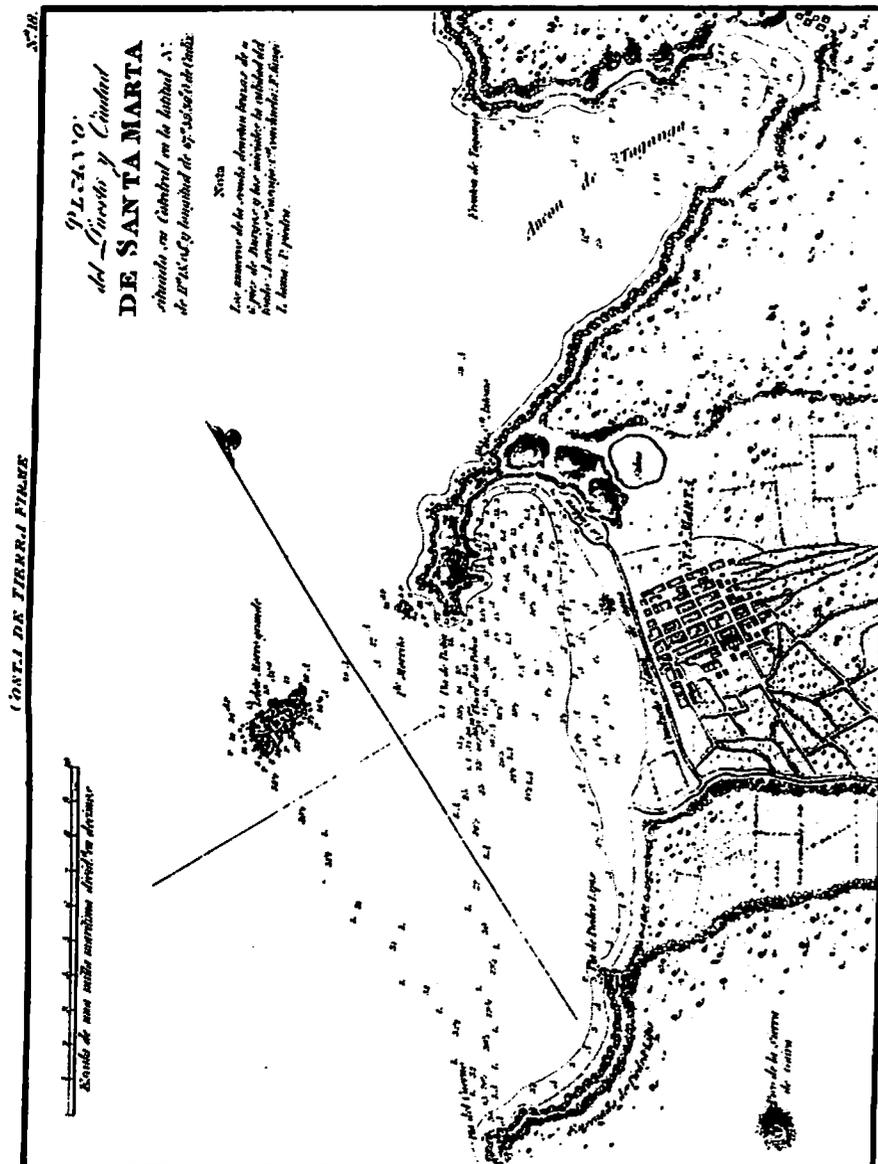
Vale la pena mencionar los personajes, que en algún lugar de este relato volverán a aparecer, y que estuvieron vinculados al Observatorio de Cádiz: Alejandro Belmonte y José de Espinosa y Tello (1783), luego adscrito a la comisión del Atlas Marítimo de España, comandada por Vicente Tofiño, Miguel Gastón, el criollo cartagenero, y Joseph Lanz, también ellos de la comisión del Atlas. Los hermanos Joaquín y Joaquín Francisco Fidalgo, voluntarios en el observatorio en 1783, sin dejar sus tareas en la compañía de Guardias Marinas.<sup>35</sup> Sebastian Páez de La Cadena, llegado en 1788. Cosme Churruca y Ciriaco Ceballos, venidos del Ferrol en el mismo año. Dionisio Alcalá Galiano y Joseph Lanz, de la comisión del Atlas, adscritos al observa-

<sup>32</sup> Véase Lafuente, A. y Sellés, M. (1988) (211-243)

<sup>33</sup> Mendoza y Rios (1787).

<sup>34</sup> Lafuente, A. y Sellés, M. (1988) (228-243 y 245-273)

<sup>35</sup> Lafuente, A. y Sellés, M. (1988) (230-246).



Portulano de la América Septentrional

torio al término de los trabajos. Alejandro Malaspina, Director del observatorio (1788), y Miguel Gastón, el criollo cartagenero, agregado en ese año. Alejo Gutiérrez de Ruvalcaba, quien llegó como agregado en 1790. Joaquín Francisco Fidalgo, quien retornó a instruir a los oficiales que lo acompañarían en su expedición hidrográfica a costas de Tierra Firme; hacía poco había publicado un texto de geometría;<sup>36</sup> volverá como director interino del observatorio mucho más tarde, a su regreso de Cartagena de Indias.<sup>37</sup>

#### Las Expediciones Hidrográficas de la Armada Real

Hacia el último tercio 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, una de ellas, la primera encomendada a Francisco Gil y Lemos en 1768 y 1769, para reconocer las Islas Malvinas y establecer derroteros entre el archipiélago y las costas australes.<sup>38</sup> Le siguió otra destinada al estudio de las costas australes de la América del Sur en el Océano Atlántico, encomendada a Antonio de Córdoba, Alejandro Belmonte y Dionisio Alcalá Galiano en 1785. En 1787, Alcalá Galiano, Espinosa y Tello y Joseph Lanz, presentaron un plan para la confección del Atlas Marítimo de la América Septentrional (la América Española al norte del ecuador terrestre, lo que en la denominación de esos tiempos incluía casi toda Colombia, la parte norte de Ecuador, Venezuela, el Caribe y las Antillas, algo que suele no tenerse en cuenta cuando hoy se lee ese título), pero se dió prelación al reconocimiento de la costa del Océano Pacífico a lo largo de todo el continente americano, a cargo de Malaspina y Espinosa y Tello en 1788. La exploración de la costa norte de Suramérica, las islas del Caribe y el Golfo de Méjico, por Fidalgo, Churruca y Ceballos, tuvo lugar más tarde, entre 1792 y 1810. El marino ilustrado que impulsó y organizó las expediciones hidrográficas que a nuestras costas atañen fue don José de Mazarredo;<sup>39</sup> se le hace por tal motivo una breve alusión en este texto. Ya en un viaje a Filipinas en la fragata *Venus* había experimentado el no fácil método de las distancias lunares para la determinación de la longitud en alta mar; luego como primer comandante de una Compañía de Guardias Marinas de Cartagena del Levante, y más tarde como comandante de todas las compañías de esa denominación, produjo textos para la enseñanza de la navegación astronómica.<sup>40</sup> También un importante período de su vida transcurrió en el mando de escuadras, destacándose durante el alivio con lanchas cañoneras del bloqueo de Cádiz, después del desastre español ante la escuadra de Jervis cerca del cabo de San Vicente. Al llegar al cargo de capitán general del Departamento de Cádiz impulsó la actividad del nuevo observatorio de San Fernando, cerca de Cádiz; propuso y organizó, como se dijo, las expediciones hidrográficas de la Real Armada, cuyo detalle vendrá más adelante; fue el autor de las "Ordenanzas Generales de la Armada" y al final de su carrera, se

36 Fidalgo, J.F. (1790)

37 Ver listas completas (1783-1795) en Lafuente, A. y Sellés, M. (1988) (282-284).

38 Del Pino, F. y Guirao, A. (1988), pg. 55.

39 Véase Cervera Pery, J. (1989) (93-103).

40 Mazarredo, J. (1779).



Durante 15 años trabajó Fidalgo con los bergantines **Empresa** y **Alerta** en el reconocimiento de estas costas, pero aunque esperaba terminar su labor en el Seno Mejicano, en donde habría de reunirse con Churruca, sólo logró llegar en su tarea hasta la boca del Chagres. Colaboradores de Fidalgo fueron Fernando Noguera, comandante del **Empresa**, Manuel del Castillo y Armenta, comandante del **Alerta**, Rafael Santibañez, Sebastián Páez de la Cadena, Juan de Tíscar, Torcuato Piédrola, un criollo: Rafael del Castillo y Rafael Tono, que llegó a Cartagena de Indias en calidad de piloto. En cuanto al 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 medio 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.<sup>43</sup> En treinta lugares de las actuales costas colombianas se hicieron determinaciones astronómicas de posición. Las de longitud, principalmente la de Cartagena de Indias, 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, observado por Noguera en Cartagena de Indias, como también lo fue por Humboldt en El Callao y Caldas en Otavalo. 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 en planos de fondeaderos, ensenadas, bahías y otros detalles sobresalientes, 16 en nuestras costas. Estos trabajos, más los de la División de Churruca y los adicionales de Ciriaco Cevallos en el Golfo de Méjico, fueron la base para la "Carta Esférica del Mar de la Antillas" elaborada por José Espinosa y Tello. Algunos de los planos de fondeaderos de la Expedición Fidalgo aparecieron publicados en el "Portulano de América Septentrional".<sup>44</sup>

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 dibujados por los marinos españoles. Desde luego ya sabemos lo que para estos racionales e ilustrados marinos significaba la denominación América Septentrional. 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.<sup>45</sup> 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 de Godoy, el "Príncipe de la Paz",<sup>46</sup> 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 ésta realizada a fines de 1804 y primeros días del año siguiente.<sup>47</sup> Una relación reciente de las exploraciones realizadas en este archipiélago y sus bajos, necesaria también para una segura navegación de Cartagena de Indias a Cuba, acaba de aparecer publicada en España.<sup>48</sup> Estas fueron las últimas labores hidrográficas desarrolladas por la expedición, que partió finalmente hacia España en mayo de 1810. Por otra parte, el Consulado de Comercio de Cartagena de Indias, (esa institución embrión de Ministerios de Desarrollo, de Obras y hasta de Educación, pues los consulados tenían que velar por los caminos y cauces navegables del interior, dentro del programa del desarrollismo borbónico, de la búsqueda de productos comercializables y su salida, en lo que debían invertir parte del impuesto que cobraban) encargó a Manuel del Castillo y Armenta tareas de exploración del Río Atrato, con especial atención a la comunicación con el Río San Juan,<sup>49</sup> y a un camino para unir la Provincia de Antioquia con el Río Atrato por Urrao,<sup>50</sup> todo ello con aprobación de Fidalgo pero que quedó en espera de la del virrey. Este consulado consiguió finalmente la aprobación de una "Escuela de Náutica y Matemáticas" por real cédula de 28 de Octubre de 1807; pudo ponerla en marcha tres años después siguiendo un plan de estudios elaborado por el piloto Manuel Alvarez de Eulate, que luego fue nombrado profesor. Libros y cartas geográficas salieron del Apostadero de Marina y de la Expedición Hidrográfica. Algunos instrumentos llegaron pedidos a Jamaica. La puesta en marcha de la escuela coincidió con la toma del poder local en Cartagena de Indias por una Junta de Gobierno, siguiendo las instrucciones que Antonio Villavicencio trajo de la regencia española en 1810.<sup>51</sup> Uno de los últimos oficiales de marina en vincularse a estas labores fue el joven Rafael del Castillo,<sup>52</sup> cartagenero que había hecho su carrera en la Academia de Guardias Marinas. Los jóvenes Del Castillo y Tono quedaron en Cartagena del lado de la junta suprema de 1810. Churruca, por otra parte, ya había sido llamado desde 1795 a desempeñar funciones de más heroica responsabilidad en la Armada Real las que tuvieron trágico fin en la tarde de Trafalgar. Conviene aquí indicar que Joaquín Francisco Fidalgo fue comandante interino del Apostadero de Marina de Cartagena de Indias, inicialmente por enfermedad del propietario, Vicente Escalante, luego para sortear una competencia de mando con Juan de Carranza,

46 La Carta se encuentra en el Archivo Nacional en Bogotá.

47 Arias de Greiff, J. (1984)

48 Lucena Giraldo, M. (1991).

49 Ver cartas de José Ignacio de Pombo a José Celestino Mutis, del 10 de octubre de 1806, abril 10 y junio 20 de 1807, en Hernández de Alba (1983). Tomo IV (Nº 375, 380 y 381).

50 Véanse las cartas del 30 de diciembre de 1806, 10 de febrero y 10 de abril de 1807, en Hernández de Alba (1983). (Nº 377, 378 y 380).

51 Para la aprobación de la escuela y su organización, ver: Lucena Giraldo, Manuel, 1990, pg. 31-35.

52 Los pocos datos que hay sobre la formación de Rafael Del Castillo y sobre los primeros años de su carrera de Oficial de la Real Armada, se encuentran en el expediente personal, en el Archivo y Bazan, Viso del Marqués, España.

43 La indicación de entrega de los instrumentos de la Expedición a Fidalgo y a Manuel del Castillo, así como las circunstancias del retorno de los mismos en 1810, se encuentra en el archivo del observatorio de San Fernando, Cádiz.

44 El título completo de la publicación aludida es: Portulano de la América Septentrional, Construído en la Dirección de Trabajos Hidrográfico, Madrid 1809

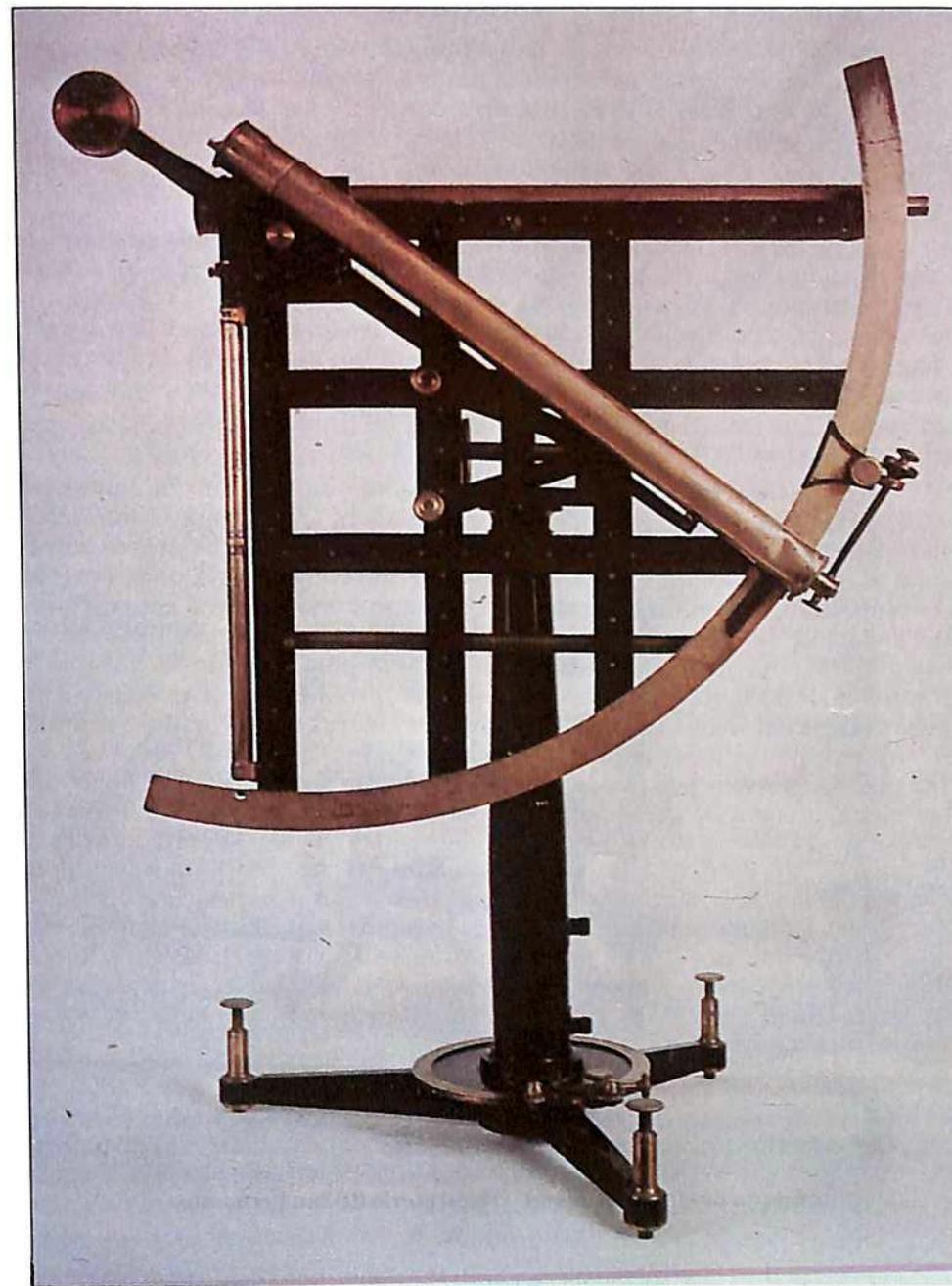
45 Cuervo, A. (1891).

de más alto rango, que había llegado de paso a Cartagena de Indias en la fragata **Helena**, trayendo al nuevo virrey Mendinueta y su contrabando de vinos. Fidalgo actuó en ese comando interino desde fines de 1796 hasta comienzos del 1801 cuando llegó en propiedad Cosme Carranza.<sup>53</sup> Ya en España, a partir de 1810, Fidalgo fue director interino del Depósito Hidrográfico durante la ausencia de José de Espinosa y Tello, luego comandante de pilotos del Departamento de Cádiz, y Comandante de la Compañía de Guardias Marinas, en 1812 Director del Colegio de Pilotos de San Telmo en Sevilla y en 1813 Director interino del Observatorio de San Fernando (Cádiz); al año siguiente retornó en propiedad a la dirección del Colegio de San Telmo. Fidalgo murió en Sevilla en 1820.<sup>54</sup> Cuando en 1814 se organizó la expedición de reconquista, la escuadra que trajo al ejército de Morillo, comandada por Pascual Enrile, incluía obviamente oficiales que habían sido de la expedición hidrográfica, que conocían las costas. Dos trabajaron con Fidalgo: Torcuato Piédrola, comandante del navío **San Pedro Alcántara** (que voló en La Guaira) y Rafael Santibañez. Ya en territorio colombiano, el primero fue comandante en Santa Marta, y el segundo capitán del puerto de Cartagena de Indias; ambos fueron más tarde comandantes de marina en esa plaza. Otro oficial de la escuadra de Enrile, el comandante de la fragata **Ifigenia**, era Alejo Gutiérrez de Rubalcava que había trabajado en las Antillas, en la División de Churruca. También retornaron a América en los días del proceso separatista los astrónomos Noguera (Veracruz) y Tíscar (Puerto Cabello), ambos de la expedición de Fidalgo.

#### 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 después: era pues necesario realizar este doble proceso de abrir el comercio y de intitucionalizar 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. La expedición para estudiar la flora del Perú fue creada en 1777; la realizaron los botánicos Hipólito Ruiz y José Pabón y otros colaboradores. La de la Nueva España fue creada en 1785 y realizada bajo la dirección de Martín Sessé.

La iniciativa de José Celestino Mutis, un espíritu que la Ilustración había traído a América, fue finalmente aceptada por el rey, por Real Cédula



Cuarto de círculo fabricado por Ramsden. La dotación de cada uno de los bergantines *Empresa* y *Alerta* incluía uno de estos instrumentos. Observatorio de San Fernando, Cádiz.

<sup>53</sup> Véase Arias de Greiff, J. (1983) (969-970)

<sup>54</sup> Para una cronología de la carrera de Fidalgo como oficial naval, véase Arias de Greiff. (1987b) (5).

de noviembre de 1883. 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 1778. 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 el libro de Gredilla.<sup>55</sup>

Las tareas geográficas y astronómicas están indicadas en la petición de Mutis; el rey las aceptó al indicar que no se omitirán "las que 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.<sup>56</sup>

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. Más adelante aparecerá lo referente a la construcción del observatorio. 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,<sup>57</sup> de sus extensas observaciones diurnas del barómetro,<sup>58</sup> de la participación en las polémicas religiosas, ideológicas, a las que fue llevado por la enseñanza del modelo formal heliocéntrico de Copérnico, polémicas irrelevantes para la astronomía en un provincia de ultramar que, como ya se vio, hacía tiempo trabajaba la astronomía nueva sin el estorbo de esas polémicas religiosas e ideológicas, que hoy sólo sirven para la demagogia, y la beatería de la ciencia. Los jesuitas habían enseñado la ciencia nueva, habían publicado textos y defensas del sistema heliocéntrico en el virreinato;<sup>59</sup> fue en aulas de los jesuitas donde Mutis aprendió esos temas y donde dio sus lecciones de matemáticas; los agustinos no dejaron nunca de enseñarla. Era el espíritu de la España ilustrada el 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 cosa tenía que haber detrás. Como el establecimiento virreinal ilustrado buscaba con la reforma a la educación propuesta por Moreno y Escandón quitarles a los

55 Gredilla, F. (1911)

56 Las listas de instrumentos se encuentran en Gredilla, F. (1911) (177).

57 Gredilla, F. (1911) (45)

58 Este asunto de los trabajos barométricos de Mutis es uno que requiere estudiarse a juzgar por un desobligante comentario de Humboldt en su diario.

59 Humboldt vio esta publicación en Quito como está consignado en partes inéditas de su diario.

dominicos la facultad de otorgar títulos que les había quedado en forma exclusiva desde la salida de los jesuitas, y pasarla a una universidad pública, los dominicos necesitaban desacreditar a los reformadores; para ello denunciaron a Mutis y propusieron el debate público. Mutis, un discípulo de los jesuitas en el colegio de Cádiz, que por ese solo motivo sabía de Copérnico y Newton lo suficiente para espantar dominicos, salió en defensa del establecimiento ilustrado a cuyo servicio estaba, pero los dominicos se salieron con la suya y lograron aplazar la reforma y llevar la denuncia hasta la corte, con el resultado que finalmente no se llevó a cabo la reforma, lo que era el objetivo buscado. Fue un gambito de los dominicos, que jugaban con las blancas; Mutis, con las negras, ensayó la defensa de don Jorge Juan.<sup>60</sup> El establecimiento ilustrado, con virrey amigo de Jorge Juan, creyó la partida ganada; pero el jaque, lo sabían los dominicos, era mate: el rey no se podía salir de su casilla: en asuntos de fe no podía entrar en controversia con Roma so pena de perder el derecho a nombrar los obispos de América. A eso se habían comprometido sus católicas majestades: a velar por la fe en América. Esa unificación del Estado y la Iglesia en América era un bastión hegemónico de la dominación española. Los dominicos, como las demás comunidades religiosas, no tenían para qué ser sumisas a la corona. El virrey Guirior, que había sido un condiscípulo de Jorge Juan en la Academia de Guardias Marinas de Cádiz y había recibido un ejemplar dedicado de su Examen Marítimo,<sup>61</sup> no por ello podía tampoco evitar el golpe. Ahora se ve la renombrada polémica, más que como gran debate de un "misionero de la ciencia" por traer al virreinato ideas revolucionarias, como obligada escaramuza defensiva para contrarrestar la oposición al proyecto de organización de una universidad pública, todo lo cual va ya para medio siglo que puso en claro John Tate Lanning<sup>62</sup> y había permanecido sepultado por la historia oficial, y que hace poco revivieron 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. Los virreyes -ilustrados en astronomía- a cuyo servicio estuvo Mutis, aparte de Guirior, fueron los tenientes generales de la Armada Pedro Messia de la Zerda, quien lo trajo como médico, Francisco Gil y Lemos y Manuel Antonio Flórez; a estos dos últimos ya los habíamos encontrado, cuando se habló del Observatorio de Cádiz y de expediciones científicas. Tampoco existió polémica de Mutis con los agustinos ¡Qué lástima!. Todo provino de la interpretación equivocada de un texto de Mutis, repetida por la beatería mutisiana convencional, convertida en lugar común, como lo demostraron Soto y Negrín<sup>63</sup> y lo corroboró Herr von Humboldt en páginas hasta hace poco inéditas de su diario.<sup>64</sup> El gobierno español tenía el propósito de extirpar la filosofía peripatética e implantar las ideas newtonianas a través del establecimiento virreinal ilustrado y a las

60 Juan, J. (1773)

61 Juan, J. (1769).

62 J. T. Lanning, 1944, citado por Olga Restrepo, 1993. Obvio que el asunto continuará sepultado por la beatería mutisiana acrítica.

63 Véase también Negrín, O. y Soto, D. (1985) (49-60).

64 Humboldt, A. von. (1982). Página 46a, un escrito titulado "Educación en Santafé".

personas a su servicio. En esto no fue menos que otros el Arzobispo Virrey Caballero y Góngora, no así otro arzobispo, Compañón, que actuando años más tarde dentro de los lineamientos de una política diferente motivada por el espanto de la Revolución Francesa, acabó por prohibir en 1794 mediante decreto de una junta la nueva filosofía a la que se achacaban los alborotos locales del contagio revolucionario. -Como esa Revolución Francesa le sirvió a los criollos para la independencia, estos aun en el día de hoy, necesitan de esa filosofía newtoniana y copernicana para el mito de origen de la república. En 1801 un agustino, el padre Rosas, que fue amigo de Humboldt en Santafé, defendió nuevamente las ideas heliocentristas con nuevo alboroto dominico y espanto del fiscal Blaya que quería aplicar el decreto de la citada junta. El virrey, ateniéndose a que la corona no había modificado las disposiciones con respecto a las nuevas ideas científicas dejó el asunto en manos de dos personas, una de ellas Mutis, que no tuvo entonces polémica con los agustinos. Ellos, como los jesuitas, hacía mucho tiempo que habían traído a la Nueva Granada esa ciencia nueva. Ya que se han mencionado virreyes ilustrados en astronomía, y que uno de ellos, Guirior, recibió un libro de su condiscípulo Jorge Juan, digamos que esta obra también introdujo en el virreinato la ciencia newtoniana. Si el segundo tomo está dedicado a la estabilidad y movimiento de las naves, el primero es un tratado de mecánica y dinámica newtonianas. En especial, el capítulo 1° del libro 1° (Tomo 1) que se denominó "De los Principios del Movimiento".<sup>65</sup> En otro trabajo escrito por Jorge Juan en 1765<sup>66</sup> y que se incluyó en siguientes ediciones de las "Observaciones Astronómicas y Físicas" (Juan, J. 1778), explica el autor las razones para aceptar las ideas de Copérnico y Newton en el reino "sin riesgo de su opinión y de su religiosidad", y pide al rey que vuelva por el honor de sus vasallos y los exima de que, luego de explicar los fenómenos que dependen del movimiento de la Tierra, haya que decir: "pero no se crea este que es contra las sagradas letras".

Hoy la historia de la astronomía ve a Copérnico como el último y más acabado exponente de la astronomía griega,<sup>67</sup> cuyo modelo formal heliocéntrico, con una teoría pseudo-heliocéntrica, no es 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.<sup>68</sup> Copérnico no supo lo rico que era, dijo Kepler. En su momento la comunidad científica vio la teoría copernicana como no convincente por no representar las medidas observacionales (Tycho Brahe), como de inferior calidad matemática con respecto a Tolomeo (Vieta),<sup>69</sup> lo que significaba un retroceso, en algunos puntos un paso atrás. Una contribución de Copérnico está en haber apuntado hacia el conocimiento a escala del sistema solar. El sistema Ticomónico apuntaba hacia la formulación "a escala" del

65 La primera edición fue publicada en Madrid en 1771. Una segunda edición apareció en 1793. En 1968 el Instituto de España realizó una edición facsimilar de la edición inicial.

66 El citado escrito fue incluido en la edición facsimilar de la obra de Juan, hecha en Madrid en 1978.

67 Hoskin, M. (1982)

68 Neugebauer, O. (1956) (Nota No. 10.)

69 Neugebauer, O. (1968). (889-103)

Tolomaico, lo que conduce a eliminar, por ejemplo, la contradicción con la observación de las fases de Venus, que no es un problema de los epiciclos de Tolomeo, sino que resulta de no estar a escala su sistema. El sistema de epiciclos de Tolomeo, se podría especular, hubiera llevado a traducirlo a series trigonométricas: Fourier hubiera aparecido entonces antes que Newton. Otra contribución de Copérnico es haber indicado que la Tierra era uno de los planetas, para que otros sacaran las consecuencias. La verdadera ruptura está en Tycho Brahe quien no traga entero, un astrónomo práctico que no se deja convencer por el modelo abstracto por bello que parezca, si no representa bien las mediciones y observaciones propias que, confía, lo llevarán a la verdad. Está la ruptura, naturalmente de Kepler,<sup>70</sup> quien analiza esas observaciones<sup>71</sup> 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 la fuerza es inversa al cuadrado de la distancia; y está la ruptura, finalmente en Galileo, quien inventó una ciencia nueva que no nos deja dudar de que la Tierra se mueve, sin que nos demos cuenta ni nos preocupemos por 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 el uso demagógico de la ciencia por los voceros de las sociedades dominantes, necesita de esas "revoluciones científicas" para escamotear otras, a lo que se acoge gustosa la charlatanería de la ciencia difusa (el producto de la difusión de la ciencia). Menos mal que ya comenzó a llegarle la hora a la "moda" de las "revoluciones científicas" y que la "historia de la ciencia" se comienza a tratar como si fuera historia, como análisis de lo que en cada tiempo significaron los hechos de ese tiempo, a quién se dirigieron los discursos y qué recibieron de ellos aquellos a quienes fueron dirigidos.<sup>72</sup> Desde luego la "Historia de la Ciencia", que en buena parte es historia de la física, ve la astronomía anterior a Galileo, no como astronomía anterior a Galileo, que ignora, sino como "prehistoria de la física", indispensable para el "Mito de Origen" de la física.

### Franciso José de Caldas

#### 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.<sup>73</sup> 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 criollos,

70 Sternberg, S. (1969). (94)

71 Neugebauer, O. (1961) (593-597)

72 Véase al respecto, Lindberg, D. C. y Westman, R. S. (Editores), 1990.

73 Véase Bateman, A. D. (1953).

completamente hecha al medio, con privilegios propios, se unía el vínculo con los venidos de España, por medio de quienes se ejercía el poder de la metrópoli en los cargos de gobierno que desempeñaban.

El padre de Caldas era español oriundo de Galicia; nació en 1738. En Santafé había ocupado el cargo de Alférez 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 criollas 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 los poderosos o empobrecidos patriciados del criollismo. Y para cerrar esta visión de su familia, las recientes pesquisas genealógicas remontan la ascendencia de Caldas a Iñigo Arista, rey de Navarra. El lejano descendiente de un rey habría de acogerse, al final de sus días, al indulto de otro rey

#### 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 de quien recibió instrucción básica y sólida pero muy elemental en matemática y en física; 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 documentos de hidalgía,<sup>74</sup> requisito para disfrutar de tal privilegio, como correspondía a un criollo de abolengo dispuesto a no desperdiciar lo que a su favor ya tenía; pero en la capital del virreinato sólo logró graduarse como Bachiller en Jurisprudencia, el día 26 de octubre de 1788,<sup>75</sup> pues por la mala salud, no alcanzó los siguientes de licenciado y doctor. Todo hubiera hecho pensar en un 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<sup>76</sup> 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

#### Los Trabajos iniciales y de Formación de 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.<sup>77</sup> Triste destino el de Caldas, se ha dicho siempre y lo seguirá diciendo la cultura del

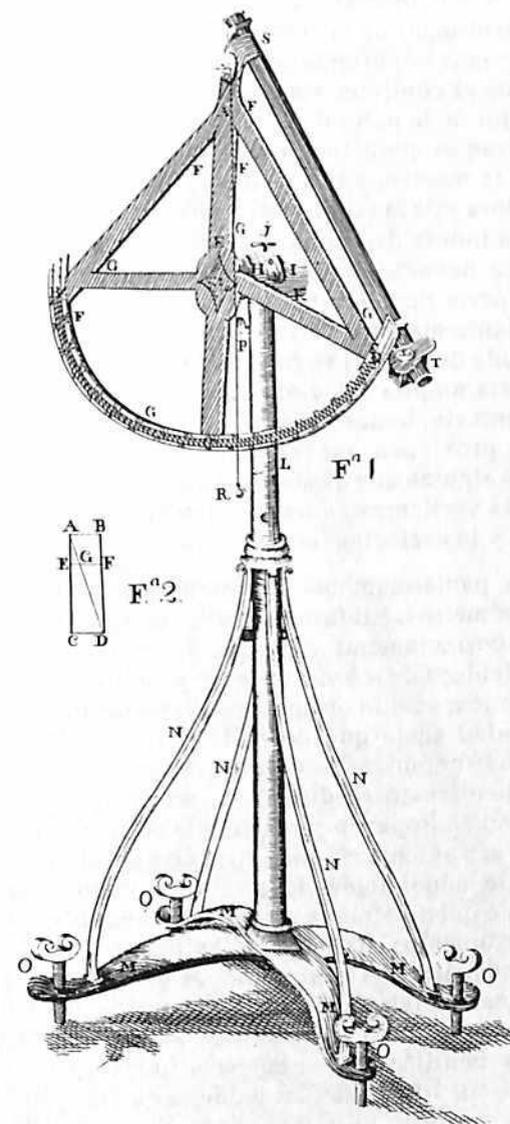
<sup>74</sup> En la recopilación de las Cartas de Caldas preparada por la Academia de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. Cartas de Caldas, aparece en la carta N<sup>o</sup> 1 la petición de Caldas para obtener la petición de hidalgía. Caldas, F. J. (1978) (N<sup>o</sup> 1).

<sup>75</sup> Schumacher, H. A. (1986), pg. 13.

<sup>76</sup> Caldas, F. J. (1978). (N<sup>o</sup> 2, N<sup>o</sup> 3)

<sup>77</sup> Carta a Camilo Torres, Julio 24 de 1795. En Caldas F.J. (1978) (N<sup>o</sup> 4)

LAMINA 2



Cuarto de Círculo. Grabado que acompaña la obra "Observaciones Astronómicas" por Juan y Ulloa. Fue el modelo que usó Caldas

lugar común; pero no, felicísima circunstancia esta, por el contrario.<sup>78</sup> Los negocios de comercio 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, se veía obligado a desplazarse de un lugar a otro de modo que 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 o los profundos valles 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<sup>79</sup> era un saliente hito que dominaba buena parte de sus rutas, era un jalón que lo indujo y le facilitó 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 la nivelación de plantas, planteamientos de alguien que durante más de cinco años subió y bajo, día tras día, las escarpadas vertientes andinas, simultáneamente inmerso en la cambiante naturaleza y las selectas lecturas.<sup>80</sup>

Fue Caldas paulatinamente haciéndose a unos pocos instrumentos, barómetros,<sup>81</sup> 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, aun 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 o hizo fabricar por artesanos bajo su dirección, un "Cuarto de Círculo";<sup>82</sup> con él determinó la latitud de Popayán. Se hizo a la Astronomía de Lalande y otros tratados y a tablas astronómicas, y adquirió en Santafé un octante de Hadley.<sup>83</sup> Debe destacarse la adquisición de este instrumento astronómico y otros aparatos con lo que quedó atrás la etapa muy laudable y formativa en la que construyó sus instrumentos. Esto último en forma aislada es siempre magnificado por sus panegiristas. La astronomía es un asunto observacional que ha requerido desde tiempos remotos el uso de aparatos de observación y medida. Algunos, como los gnomones y los anillos astronómicos para uso solar que Bouguer, Caldas y Feuillée usaron en estas tierras, son tan elementales que pueden construirse sin dificultad; desde luego que no son de mayor exactitud.

78 Véase Arias de Greiff, J. (1980)

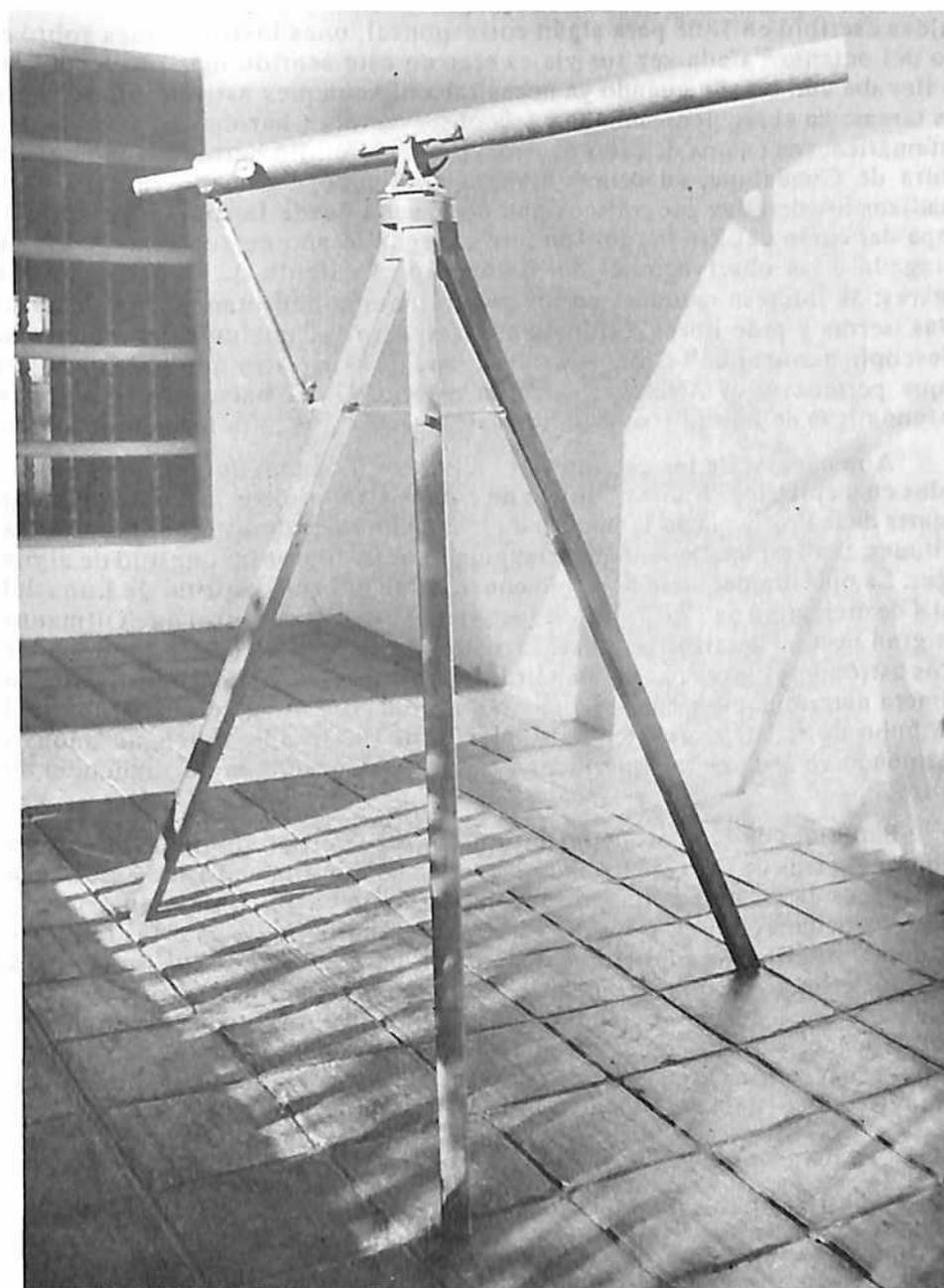
79 Carta a Santiago Arroyo, Noviembre de 1796. Caldas, F. J. (1978) (Nº 9).

80 Esta apreciación sobre la forma autodidacta en que se formó el hombre de ciencia que fue Caldas, y cómo el contacto con la realidad a que los viajes de mercader le llevaron, determinaron el carácter de su trabajo, fue expuesta por primera vez en Arias de Greiff, J., (1980).

81 Carta a Santiago Arroyo, Noviembre de 1796. Caldas, F. J. (1978) (Nº 8).

82 Carta a Santiago Arroyo, Enero 5 de 1799. Caldas, F. J. (1978) (Nº 24).

83 Del octante de Hadley que perteneció a Caldas se conservan fragmentos en el Museo Nacional de Bogotá; suele pasar por sextante y por haber pertenecido a la dotación de la Expedición Botánica.



Anteojo de Dollond que perteneció a Francisco José de Caldas. Museo Mosquera. Popayán

Caldas escribió en 1808 para algún corresponsal, unas instrucciones sobre el uso del octante.<sup>84</sup> Cada vez sus viajes eran en este sentido más provechosos: no llevaba aún un año cuando ya necesitaba almanaques astronómicos<sup>85</sup> 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;<sup>86</sup> 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.<sup>87</sup> Consiguió más tarde un telescopio acromático<sup>88</sup> e hizo gestiones para adquirir otro que había en Cali y que pertenecía al Alférez Real;<sup>89</sup> 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 empañados en un pleito de límites,<sup>90</sup> 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 triangulaciones 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 Gigante,<sup>91</sup> 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.<sup>92</sup> Esta, su primera determinación astronómica de longitud, fue un excelente trabajo al que hubo de recurrir otro geógrafo, Herr von Humboldt, quien no anduvo afortunado en asuntos de longitudes geográficas durante su permanencia en Quito.

Para fines de 1798 el acopio de datos lo hizo pensar ambiciosamente en elaborar el mapa de todo el virreinato<sup>93</sup> con lo cual amplía en forma ambiciosa los alcances de sus propósitos cartográficos 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.<sup>94</sup> 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 al comparar el resultado con el suyo propio, ganar confianza en la marcha del cronómetro, y en las determinaciones de longitud que venía realizando a lo largo del viaje.<sup>95</sup>

84 Caldas, F.J. (1967) (233).

85 Carta a Santiago Arroyo, Diciembre 9 de 1795. Caldas, F. J. (1978) (Nº 7).

86 Publicado en el Correo Curioso, 21 y 28 de julio y agosto 4, 1801. Santafé.

87 Carta a Santiago Arroyo, Diciembre 9 de 1795. Caldas, F. J. (1978) (Nº 7).

88 Carta a Santiago Arroyo, Enero 5 de 1799. Caldas, F. J. (1978) (Nº 24).

89 Carta a Antonio Arboleda, Agosto 20 de 1800. Caldas, F. J. (1978) (Nº 27).

90 Caldas, F. J. (1978) (Nº 20 y 22).

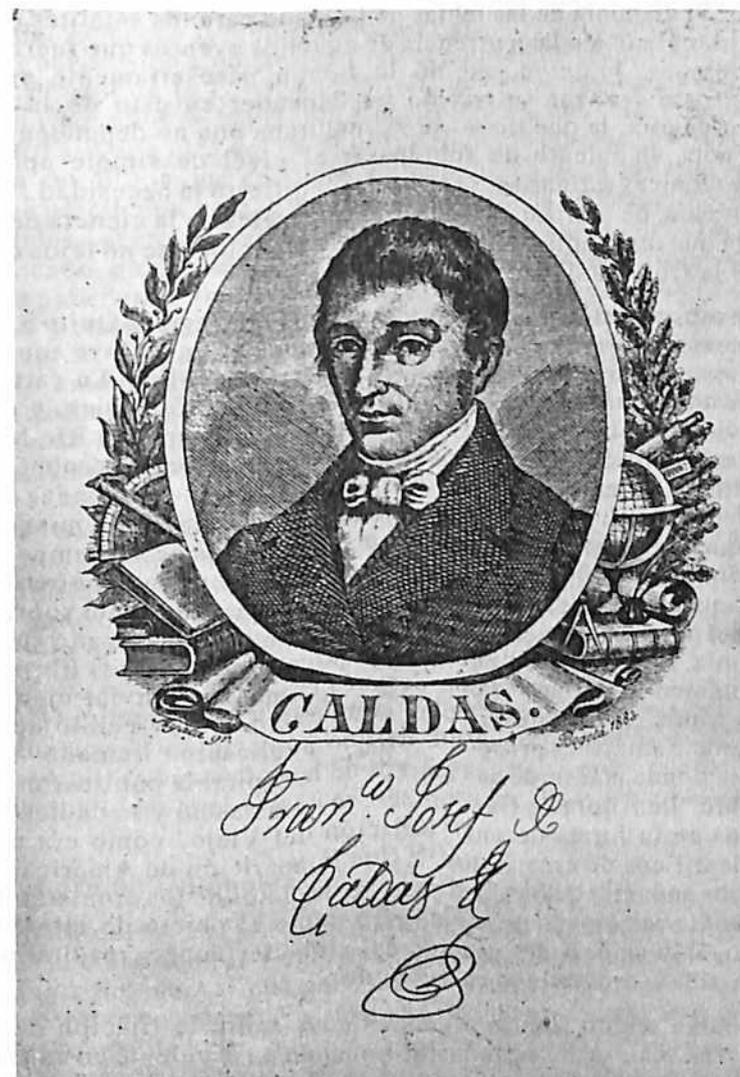
91 Caldas, F. J. (1978) (Nº 20 y 21).

92 Véase Oltmanns, J. (1808-1810).

93 Carta a Santiago Arroyo, Diciembre 5 de 1798. Caldas, F. J. (1978) (Nº 23).

94 Caldas, F. J. (1978) (Nº 23).

95 Humboldt, A. Von (1982).



Francisco José de Caldas y Tenorio  
Grabado de Ayala

Los rápidos progresos de Caldas le llevaron a pedir las tablas de Lalande; no podía limitarse a las ocultaciones de satélites de Júpiter visibles como simultáneas en el virreinato y en Cádiz, que eran las que le servían del almanaque. Si disponía de las tablas de Lalande para los satélites de Júpiter, podía calcular él mismo la ocurrencia de aquellos eventos que fueran visibles en su virreinato, su reino, así no lo fueran necesariamente en Europa. Necesitaba para realizar su trabajo no depender en esto de la metrópoli española, o de otra, la que fuera: se vislumbraba una no dependencia científica,<sup>96</sup> se nota un intento de sobrepasar el nivel de simple aplicador de prácticas y técnicas rutinarias; 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; si lo logra, va a colocarse no lejos de quienes trabajaban la frontera de las ciencias.

El manuscrito de estos trabajos que Caldas entregó en Quito a Humboldt fue recientemente localizado en el viejo continente. Se incluye aquí en forma facsimilar este documento que así hace aparición pública. La carta que con ayuda de estos trabajos realizados en Timaná elaboró Caldas, y de la cual también dejó copia a Humboldt, fue incorporada al mapa del Río Magdalena publicado en el Atlas<sup>97</sup> y las posiciones astronómicas calculadas por Oltmanns<sup>98</sup> con base en las observaciones de Caldas, aparecieron publicadas al lado de aquellas debidas a Humboldt. El trabajo de Caldas tiene ya la misma utilidad y destino que el de cualquiera de los demás geógrafos de su tiempo: aparecer incorporado al acervo de informaciones y conocimientos públicos sobre el globo terráqueo: satisfacer la demanda social global existente sobre el conocimiento del globo. 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 "furor" botánico le obligó.<sup>99</sup> 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", se entusiasmó y se dedicó a ordenar sus trabajos en la forma de una "Relación del Viaje" como era uso de los viajeros científicos de esos siglos.<sup>100</sup> Con la aparición de América los libros de caballeros andantes cedieron el paso a los relatos de los cronistas de indias. Ahora eran las relaciones de viaje, pero como el objeto de interés de esos viajeros era el mismo, la descripción del globo terráqueo, resultaron ellos, y con ellos Caldas, convertidos en geógrafos.

Ya había 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

96 Caldas, F. J. (1978) (Nº 24).

97 El "Atlas Géographique et Physique". París. Forma parte de la "Relación Histórica" humboldtiana

98 Oltmanns, J. (1808-1810)

99 Carta a Santiago Arroyo. Marzo 20 de 1801. Caldas, F. J. (1978) (Nº 26).

100 Carta a Santiago Arroyo. Marzo 20 de 1801. Caldas, F. J. (1978) (Nº 52).

ebullición del agua. La relación entre la altura de la columna de mercurio en el barómetro y la elevación de los lugares le era ya bien conocida; Caldas llevaba ya varios años practicando la nivelación barométrica, no simplemente conociéndola; sabía que la temperatura de ebullición del agua era la misma en lugares de igual presión atmosférica y por consiguiente igual altura. Supo, por el texto de Sigaud de la Fond, que la relación entre las variaciones de esa temperatura y aquellas de la presión atmosférica era una relación lineal, pero sólo encontró allí una idea del valor del coeficiente correspondiente, pero no encontró en sus libros que existiera un método, es decir un sistema que se usara, que se practicara, para la medida de la altura de la elevación del terreno basada en tales saberes. Esto es lo que se propuso hacer como idea propia, llevando a cabo numerosas experiencias en lugares de diferente presión barométrica para determinar un valor numérico servible de ese coeficiente, en forma exacta y comprobada en el terreno, con lo cual, de referencia bibliográfica para escolásticos y teóricos, se pasa a método para medir las montañas.<sup>101</sup> Caldas halló entonces un valor numérico de esa 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,<sup>102</sup> 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.<sup>103</sup> Desde luego no era mucho lo que Caldas podía esperar de ello, dado su bajo nivel matemático: el carácter demasiado elemental de los conocimientos que en ese campo había recibido en Popayán. Los tremendos desniveles de los Andes y otros factores no representables por una relación lineal le hubieran requerido un bagaje matemático que estaba fuera de su alcance.<sup>104</sup>

Fueron entonces fructíferos y útiles para Caldas estos viajes emprendidos para 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. Esta fue la formación de Caldas.

### 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,<sup>105</sup> 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 poco tiempo antes por los marinos españoles en aquellas costas, sus futuras labores. Humboldt hizo observacio-

101 Para una discusión del estado de los conocimientos al respecto en Europa en esos días y de lo que Caldas sabía, tenía que saber, o podía haber sabido, véase Albis, V. y Martínez, R. (1987).

102 Carta a Santiago Arroyo. Junio 20 de 1801. Caldas, F. J. (1978) (Nº 37).

103 Caldas, F. J. (1819).

104 Esta puede ser la causa del desencanto con su método hacia 1809 cuando conoció la fórmula de Laplace.

105 Humboldt, A. Von. (1942). Libro 1, Capítulo 1

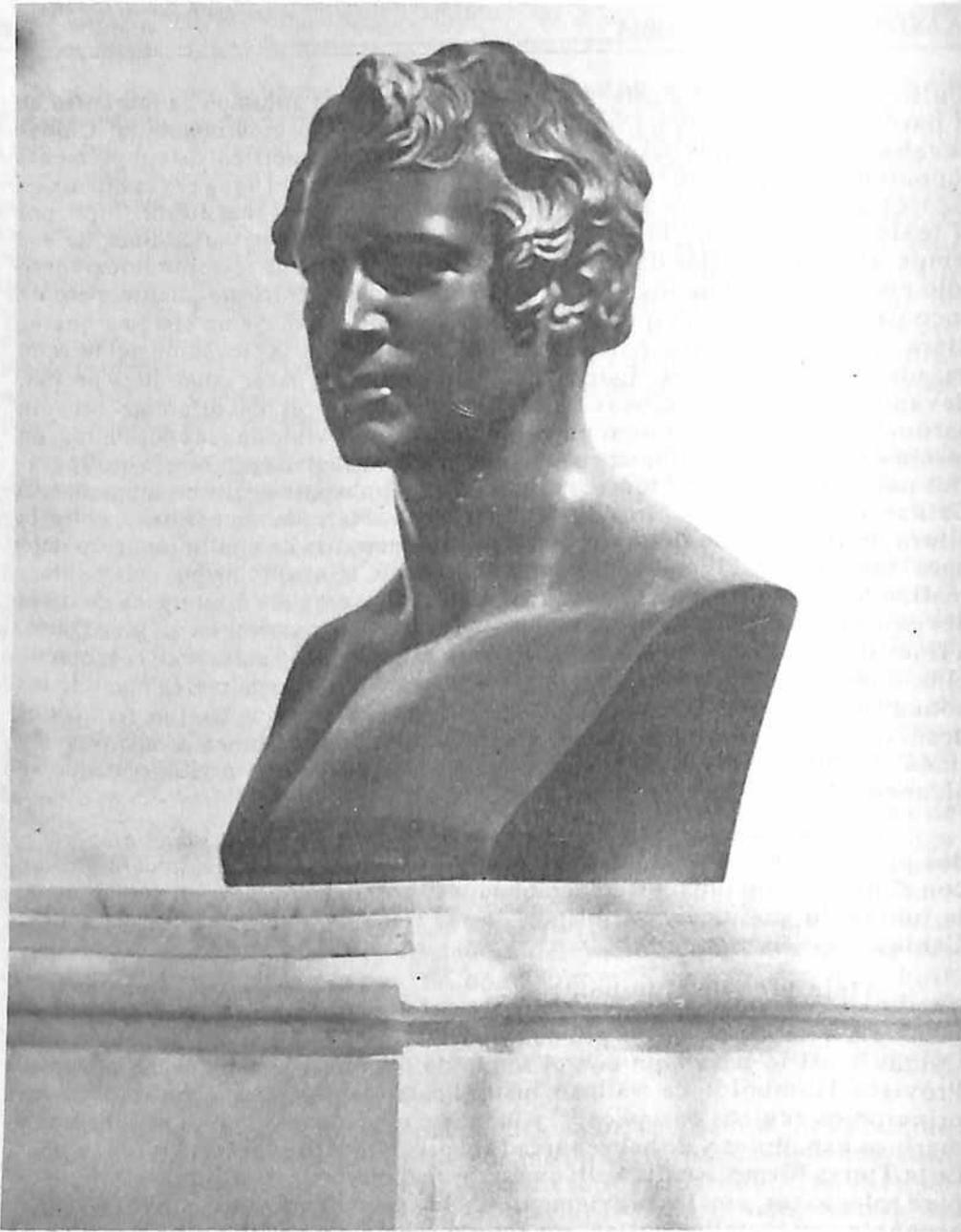


Foto J. A. de G.

Busto de Alexander von Humboldt en el Jardín del Observatorio, en Bogotá.

nes de longitud y latitud en muchos lugares de la costa trabajada por Fidalgo, incluso en Puerto España, en La Trinidad, origen en longitud de los trabajos astronómicos de los españoles.<sup>106</sup>

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 fantásticas conjeturas y falsedades. Los lugares aludidos fueron: Bocas del Meta, Isla de Panamá, Atures, Maipures, Piedra Ratón, San Fernando de Atabapo, San Baltasar, Javita y San Carlos.<sup>107</sup> De importancia fue el 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;<sup>108</sup> pero el mal ya había sido causado y el avance portugués por esta rectificación no 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 Alcalá Galiano. José Joaquín Ferrer (1763-1818) fue un notable astrónomo español que permaneció trabajando en América, tanto en México como en Cuba y en los Estados Unidos. Una aventurada y azarosa travesía por mar lo llevó a la boca del Sinú,<sup>109</sup> 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 desde Punta Gigantes en Barú 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, prefirió continuar por tierra el largo y penoso recorrido hacia Quito remontando el Magdalena hasta Honda y no sin dejar de pasar por Santafé. Las observaciones realizadas durante la navegación en las localidades de Isla de Cotorreo, Pinto, Mompo, El Regidor, Morales, Badillo, Paturria, 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. Se conservan dos dibujos originales de este mapa, uno en Bogotá, en la "Biblioteca Luis Angel Arango",<sup>110</sup> el otro en el "Museo Naval", en Madrid. El dibujo matritense está firmado por Miguel Pombo, en esos días al servicio de la Expedición Botánica. Una de las copias era para el virrey, quien encargó a Vicente Talledo la verificación del mapa, con gran enojo de Humboldt cuando de ello se enteró más tarde.<sup>111</sup> Otros lugares con coordenadas geográficas astronómicamente

<sup>106</sup> Véase la correspondencia de Humboldt a Lalande, desde Cumaná, el 19 de noviembre de 1799 y Caracas 14 de diciembre.

<sup>107</sup> Humboldt, A. Von. (1942). Libro IX.

<sup>108</sup> Humboldt, A. Von. (1942). Sobre algunos puntos interesantes de la Geografía de la Guayana.

<sup>109</sup> La continuación del viaje humboldtiano, desde la llegada a costas colombianas y hasta la salida hacia Quito se encuentra en: Humboldt, A. Von (1982).

<sup>110</sup> Este mapa en reproducción facsimilar apareció en "Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales", XIII, 51, 1969.

<sup>111</sup> Reproducción de los dibujos originales que Humboldt hizo desde el champán cuando remontaba el curso del Magdalena y detalles sobre el enojo del barón pueden verse en Arias de Greiff, J. 1969a. El Mapa de Humboldt del Río Magdalena. En: *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, XIII, 51, pg. 399-401, 1969.

determinados, aparte de los ya mencionados a lo largo del Magdalena, fueron: Isla Mucara, Isla Arenas, Punta Gigante, Cartagena, Turbaco, Mahates, Mariquita, Santa Ana, Guaduas y Santafé.<sup>112</sup>

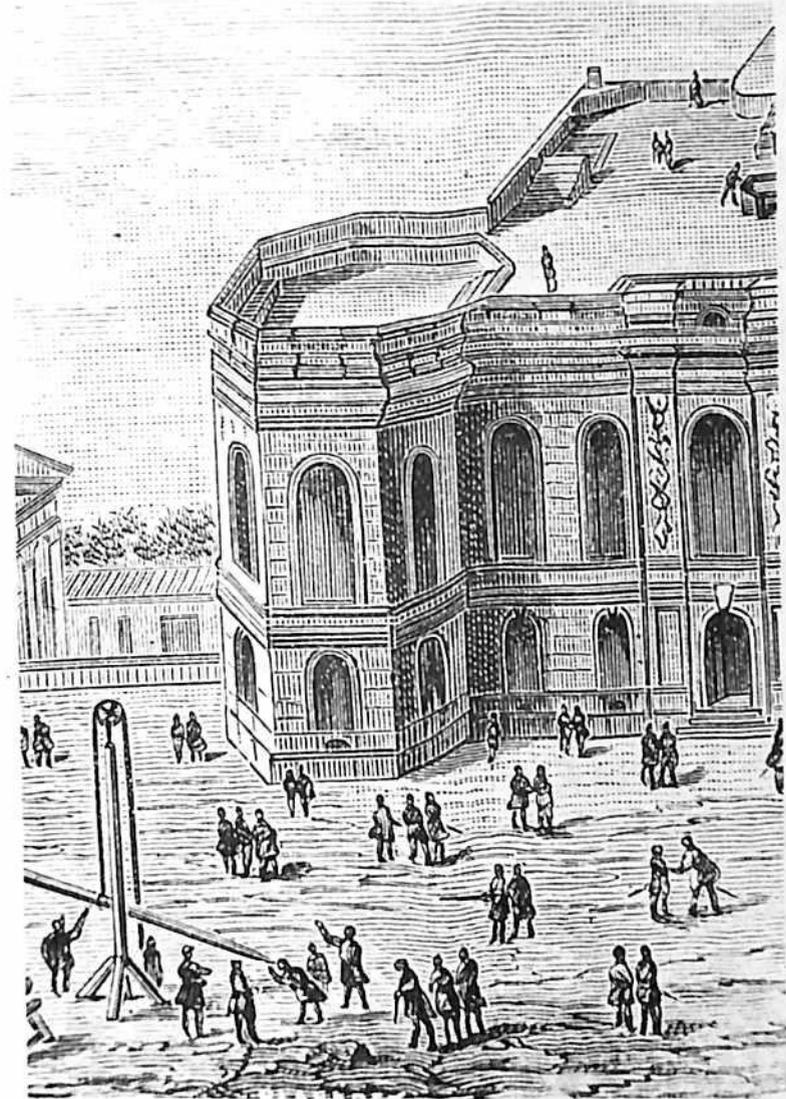
En las tertulias santafereñas contó el barón de los trabajos hidrográficos de unos puntillosos y exactos marinos, en una expedición que hacía planos: la de Joaquín Francisco Fidalgo y sus bergantines "planeros". El chisme le llegó a Caldas, quien entonces supo de ellos, se enteró así de lo que en Cartagena de Indias estaba ocurriendo en el ámbito de la ciencia hidrográfica y cartográfica. La sociedad de ese imperio, altamente centralizado en forma vertical, aparece localmente desarticulada; así funcionaba y no consideraba necesaria la existencia de eficientes mecanismos horizontales de información. Santafé, Cartagena, Popayán y Quito conocían mejor los chismes de la corte en Madrid que lo que se hacía en astronomía en puntos distantes del mismo virreinato o las provincias vecinas.

Reiniciada su marcha por la ruta de los llanos del Tolima, el Quindío y el Valle del Cauca, hizo trabajos astronómicos en Fusagasugá, Contreras, Ibagué, Pie de Cuesta, Volcancitos, Cartago, Buga, Guavas, Vilela y Popayán. Allí conoció trabajos, observaciones y cálculos de Caldas, los elogió, los confrontó con los suyos propios y el elogioso comentario no dejó de surtir efecto en los admiradores de Caldas.<sup>113</sup> También surtió efecto en José Celestino Mutis en Santafé. En noviembre de 1801 le envió Humboldt una misiva en la que certificaba la existencia del trabajo de Caldas en astronomía; ya se verá cómo Mutis la tuvo en cuenta, pero la carta no se conoce completa.<sup>114</sup>

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.<sup>115</sup>

### 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 avalada por Humboldt la calidad de sus trabajos, en la carta a Mutis citada atrás. No vaciló un momento Mutis en hacer caso del reconocimiento pues sin dilación alguna en los primeros meses de 1802, tenía a Caldas incorporado a la Expedición Botánica en calidad de meritorio,<sup>116</sup> y había iniciado la construcción del observatorio. Recordemos aquí cómo en el informe que Mutis envió al virrey, el 27 de marzo de 1783, menciona que un joven con capacidad para la cartografía y la astronomía trabaja en la secretaría del virreinato; recordemos también que al comunicarle a Cavanilles que ya tiene a Caldas para la



Uno de los torreones extremos de la primera construcción del Observatorio de París.

<sup>112</sup> Arias de Greiff, J. (1968b).

<sup>113</sup> El famoso elogio a Caldas se encuentra en el diario de observaciones astronómicas del varón, fue publicado en forma facsimilar en: Arias de Greiff, J. (1969a).

<sup>114</sup> Caldas la publicó en el "Semanario"; omitió por modestia la parte más interesante de ella: las palabras de elogio de Humboldt que Caldas dice contenía.

<sup>115</sup> Arias de Greiff, J. (1968b).

<sup>116</sup> Por la respuesta de Caldas a Mutis el 6 de julio de 1802, desde Quito, se infiere que la agregación data de una fecha anterior muy cercana. Caldas, F. J. (1978) (No 69).



Interior del Salón octagonal del Observatorio de Greenwich hacia 1675

astronomía,<sup>117</sup> Mutis espera que no le echen atrás esa designación, como ya en ocasión pasada lo había hecho Casimiro Gómez Ortega con un candidato anterior<sup>118</sup> Esta vez tuvo éxito. Lo anterior muestra cómo Mutis era astrónomo, cómo se hizo designar por la corona, en la medida en que tuviese alguien al lado con capacidad de serlo. Lo que ya Mutis en su avanzada ancianidad no podía aspirar era a conseguir colaboradores sobre los que pudiera ejercer completa jurisdicción -como la que creyó tener sobre sus sobrinos- que en algún momento consideró por ello como sus colaboradores ideales.

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. ¡Un observatorio en América, la primera construcción para tal fin en el nuevo continente! Esto representa no otra cosa que un acto de no dependencia, pues, si va a cumplir las funciones de los del otro lado del Atlántico, será el apoyo local para la astronomía y algún día será origen de las longitudes para la cartografía colombiana. En esto, sin que ellos lo supieran, coinciden Caldas y Mutis. Sólo que hay una diferencia: ni en la Expedición Botánica ni en Mutis aparece por ningún lado vestigio de proyecto cartográfico,<sup>119</sup> aparte de haber hecho mención al asunto en la carta en 1883, de haber intentado en dos ocasiones tener alguien a su lado para ese trabajo, de haber construido el edificio y de haber agregado a Caldas a su empresa y apoyarlo en los proyectos de exploración geográfica que le propuso desde Quito. El proyecto geográfico como ya se ha visto atrás es entonces de Caldas, quien llegó con realizaciones concretas conducentes a una Geografía del Virreinato, a una cartografía del reino, lo cual significa que estos dos personajes resultan complementándose. 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.<sup>120</sup> Consta el edificio de una "Camara Stellata", octagonal, 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 un azotea. Adicionó Petrés a la torre octagonal otra para albergar la escalera,<sup>121</sup> 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, aun 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, por las ventanas, la marcha de los cuerpos del sistema solar desde la salida al oriente, hasta la puesta por occidente, con su

117 Mutis, en carta a Cabanilles del 19 de Julio de 1802, da cuenta de la agregación de Caldas, de la frustración con un anterior candidato, y de la construcción del Observatorio. Hernández de Alba, G. (1983). (Nº 390).

118 ¿Fue Ignacio Caveró?

119 Véase Restrepo, O. 1993.

120 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.

121 Una construcción octogonal similar, con torre lateral adosada para escalera, se construyó en Mannheim hacia mediados del siglo XVIII.



El Observatorio Astronómico Nacional, hacia 1960,  
luego de remodelación del jardín de ese año.

Foto J.A. de G.

máxima altura o culminación, no en el cenit sino hacia el sur, momento en que se veían por la ventana de ese costado. Pero esto no ocurre así en las zonas ecuatoriales, donde estos astros culminan muy altos vecinos al cenit. Todavía más: Ni siquiera hay ventana al sur pues ese es el lugar de la escalera. Caldas objetó que hubieran hecho una construcción de estas en la vecindad del ecuador.<sup>122</sup> Una transferencia no adecuada de tecnología, se diría hoy, y Caldas, para quien se construyó la torre, no fue previamente consultado ni lo fue el resto de la comunidad científica: Cabrer, Del Castillo y Armenta, Fidalgo, Esquiaqui, Páez de la Cadena, Noguera, Talledo, Tíscar, etc. Caldas se enteró de la construcción del observatorio estando en Quito; aludió a la obra en un discurso que pronunció en un acto académico propuesto en honor de Mutis por José Mejía del Valle, catedrático de filosofía del Colegio Seminario de San Luis y más tarde agregado, como Caldas, a la Expedición Botánica de Santafé. En el discurso describió el salón principal, basado en información que pudo haber recibido de Mutis en la carta en la que le comunicó la construcción del edificio. Describe también el salón del herbario de la casa de la botánica indicando haber estado allí, cosa que sí ocurrió, fue una visita muy anterior a la obra del observatorio y en ausencia de Mutis, a quien Caldas dice haberlo visto en Santafé sólo en ceremonias públicas eclesiásticas. Pero tampoco el solitario Mutis buscó consejo en España:<sup>123</sup> el autodenominado "oráculo del reino", demasiado acostumbrado a que todo le fuese preguntado, no atinó a consultar; erigió un observatorio obsoleto, diez años después de que en Madrid y San Fernando se habfan 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. El origen del nuevo estilo de observatorio que predominaría de esa época en adelante hasta entrado el presente siglo, se originó en el Griffith de Oxford, modelo que sirvió para el del barón Zach en Gotha. Gaspar de Molina y Saldiva, el arquitecto del de San Fernando -el de Madrid de 1790 fue obra de Juan Villanueva- visitó los más célebres centros astronómicos de la Europa antes de acometer la obra de San Fernando, terminada en 1793. El que el Observatorio de Bogotá recuerde esas primeras construcciones de Greenwich y París lo hace una más interesante joya de la historia de la astronomía. Al continuar utilizándose hasta el fin de los tiempos para lo que fue erigido, la astronomía, 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,<sup>124</sup> instalado en la caseta con ranura meridiana sobre la torre de la escalera, y el Péndulo de Graham- 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

<sup>122</sup> Véase Caldas, F. J. (1966). Descripción del Observatorio de Santafé de Bogotá.

<sup>123</sup> Como sí lo hizo Domingo Esquiaqui al presentar a la Academia de San Fernando el proyecto del palacio del virrey en Santafé

<sup>124</sup> Carta a José Celestino Mutis, Junio 21 de 1802. Caldas, F. J. (1978) (Nº 68).

Cuarto de Círculo de Sisson, teodolitos de Adams, cronómetros de Nairne y de Emery, anteojos acromáticos de Dollond, agujas magnéticas, barómetros, termómetros, etc.<sup>125</sup>

#### 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 Bonpland fue originaria de Santiago Arroyo, quien la sugirió desde Santafé, en carta que Caldas recibió entre el 5 y 20 de mayo de 1801;<sup>126</sup> 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 tierras de la 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.<sup>127</sup>

Caldas viajó a Ibarra, al norte de Quito, al encuentro con los viajeros, quienes entraron en esa Presidencia al despuntar el año de 1802. Las relaciones entre Humboldt y Caldas se iniciaron en la euforia de las adulaciones y elogios de parte del prusiano, pasaron por dramáticos altibajos y furibundas reacciones del payanés, al verse suplantado por otra persona como compañero en la continuación del viaje y se estabilizaron, alternando situaciones de interés y desinterés. Las situaciones de esta relación fueron entonces: la euforia de Caldas luego del encuentro inicial en los primeros días del año 1802, alimentadas por la zalamería del adulador barón. El delirio siguiente del payanés a medida que se aproxima su proyecto de acompañar a Humboldt en el resto del viaje, añadido a esto la diligencia del barón en atender la elaboración de las listas de instrumentos para adquirir con la colecta de Popayán, fines de febrero y comienzos de marzo. El éxtasis de Caldas durante la convivencia en la hacienda de Chillo, el contacto con los libros y manuscritos de Humboldt, a los que tuvo acceso por compartir la habitación con Bonpland que se los facilitó y el papel de testigo personal de la maravilla humboldtiana. La gran, la tremenda desilusión, la sima de las relaciones, el 3

125 Véase Gredilla, F. (1911)

126 Por la respuesta de Caldas a esa carta se ve que la idea fue de Arroyo. Caldas, F. J. (1978) (No 35).

127 Arias de Greiff, J. (1970). (3-15).

de abril; las evasivas al respecto del viaje, las palabras engañosas y de mala fe referentes al estado de la hipsometría en Europa, de las que el barón se arrepintió pocos días después, el saber que Humboldt se va con otro, lo llevan a expresarse en los peores términos de la conducta personal del barón al que ya llevaba tres meses de conocerlo sin haber dejado traslucir el más mínimo reproche. La oferta consoladora del barón de venderle el Cuarto de Círculo, hecha a comienzos de mayo y el contentillo de aceptar a Caldas como compañero en la tercera ascensión del Pichincha, el 28 de ese mes; -en la segunda excursión lo había acompañado Pedro Urquinaona de Santafé-. Finalmente, la satisfacción de Caldas de no volver a verlo, el 8 de junio, día en que Humboldt partió para Lima.

En sus escritos el barón le da total crédito a los trabajos astronómicos de Caldas, como lo indica en su Diario; entregó a Oltmanns, para que los analice, aquellos manuscritos astronómicos que recibió de Caldas; incorporó la carta de la parte alta del Río Magdalena que Caldas le facilitó, al mapa del curso de ese río en su Atlas. En lo que respecta a los trabajos de hipsometría, el barón, si bien los incluye, lo hace en forma desinformadora, no dejando ninguna posibilidad de que se vislumbre mérito mayor en ellos. En cuanto a las relaciones personales Humboldt ignora en su diario completamente a Caldas, salvo por la mención, una sola vez, de haberlo tenido como compañero en la excursión al Pichincha; no ocurre lo mismo con Montúfar, de quien continuamente habla, ni con Juan Larrea, de quien se deshace en elogios de su talento, sabiduría y cultura, -lo mismo había dicho en Cartagena de Indias de Ignacio Caverro-; era su estilo zalamero: al llegar a cada localidad se deshacía, donde lo oyeran todos, en elogios de algún notable personaje local; lo colmaban entonces las invitaciones y atenciones de una sociedad parroquial henchida de orgullo por ese reconocimiento. Desde luego que en el Diario aparecen como notas marginales muchas citas de escritos de Caldas, agregadas con posterioridad en Europa, y tomadas del Semanario.

No me queda duda 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, que ambos practicaban como técnica de rutina a nivel profesional, en la que ninguno de los dos estaba "creando" nada, no se generó por ello ninguna rivalidad ni celo alguno. No ocurrió lo mismo con la hipsometría, que el barón no practicaba y que, seguro por infidencias en Santafé de los relacionados con Caldas a quienes este había recomendado sigilo, parece sólo comenzó a preocuparle en Santafé. Allí añadió al diario un escrito titulado "Eau bouillante" en el que se manifiesta la novedad del asunto, deja traslucir dudas sobre el efecto en la medida de usarse diversos tipos de vasijas; en las páginas del "Diario", a partir de la permanencia en Santafé, aparecen sistemáticamente las medidas de temperatura de ebullición del agua.<sup>128</sup> Aparte de una mención a Cumaná, hace referencia en nota marginal

128 Von Humboldt, A. (1982), pg. 69-70.

a medidas en México, Santafé, Monserrate, Guadalupe, Contreras, pueblo de Puracé, Popayán y Quito. Lo indicado atrás hace necesario puntualizar los hechos referentes a Caldas, Humboldt y la hipsometría. Si el prusiano sólo comenzó a practicar la toma de la temperatura del agua hirviendo a partir de su paso por Santafé, fue por algo que allí supo sobre ese asunto, tal vez no tanto como que fuera un asunto de Caldas. Cuando Caldas en Quito abiertamente le expuso sus ideas le responde con una desinformación: que Saussurre había querido medir las alturas por una relación lineal entre la temperatura de ebullición del agua y la altura y que esa idea había sido abandonada. Esto alentó a Caldas. En Europa no usan un método para medir elevaciones que use la temperatura del agua hirviendo para calcular primero la altura de la columna barométrica sin usar ese aparato. Su relación lineal es entre esa temperatura y la altura del barómetro; su coeficiente es exacto pues lo ha obtenido de muchas medidas experimentales a diferentes alturas. Lo que Humboldt le dijo que habían propuesto y luego descartado es otra cosa. El prusiano se arrepintió de lo que había hecho y más tarde le facilitó la información sobre otras fórmulas de nivelación barométrica, entre ellas la de Trembley y Tralles. Tanto se entusiasmó Caldas que decidió darle forma definitiva a una memoria sobre el tema, sacar copias en limpio de ella y enviarle a Mutis una copia. Tampoco ocurrió lo mismo en lo referente a la nivelación de las plantas, que Humboldt se apresuró a publicar inmediatamente al regreso a Europa. En estos dos casos había de por medio rivalidad por la creatividad científica, que Humboldt, como buen "americanista", no quería ver en un americano. El barón quería brillar en América sin mayor concesión a un criollo que le hiciera competencia; por eso viajó con otro: uno diferente que no le hiciera competencia. Caldas por su parte, como buen "americano", le publicó una traducción de la obra y le hizo una "prefación": no podía en el virreinato perder la "visibilidad" que le había significado la relación con Humboldt.

No es de extrañar entonces, que durante estos días haya tomado nuevamente cuerpo el proyecto del que se había hablado en Popayán, que hoy puede verse con claridad, y que condujo a que Caldas se hiciese a una dotación de instrumentos para astronomía 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. 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. De los dineros ofrecidos sólo se recibió el debido a la

magnanimidad de José Ignacio de Pombo. Humboldt ofreció entonces en venta algunos de los instrumentos de que disponía en Guayaquil, a donde 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; con esta alternativa quedó cancelado en Popayán el proyecto inicial. El hecho es que Caldas le compró el excelente Cuarto de Círculo de John Bird con fondos de José Ignacio de Pombo. Además Caldas adquirió de un relojero de Quito el péndulo de Graham que había sido de los académicos franceses.<sup>129</sup> ¡Qué joyas!. Con un telescopio Dollond, barómetros y termómetros que le envió Mutis desde Santafé, el octante de Hadley de su propiedad y estas nuevas adquisiciones 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, como se sigue diciendo, que Caldas tuvo que trabajar con instrumentos de su propia confección, sin indicar en qué época inicial de su actividad lo hizo, y sin indicar que en el resto de ella estuvo excelentemente equipado. Desde luego a la beatería caldasina no le gustan estas precisiones.

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;<sup>130</sup> Mutis acogió la idea y le vinculó a la Expedición Botánica como agregado en calidad de meritorio; esto a partir del mes de junio.<sup>131</sup> 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 instruirse en mis ramos".<sup>132</sup> El que Caldas, en el mejor estilo humboldtiano, 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 inéditos, 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 hicieran en varias ocasiones Héctor Carondelet, 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:

129 Carta a José Celestino Mutis, Junio 21 de 1802. Caldas, F. J. (1978) (Nº 68)

130 Carta a José Celestino Mutis, Abril 21 de 1802. Caldas, F. J. (1978) (Nº 64)

131 Arias de Greiff, J. (1970)

132 Carta a José Celestino Mutis, Agosto 8 de 1802. Caldas, F. J. (1978) (Nº 71).

Entre septiembre y diciembre de 1802: Viaje al norte de Quito, Ibarra y Otavalo. Observó en esta última localidad el paso de Mercurio frente al disco solar el 9 de noviembre;<sup>133</sup> el mismo evento que registraron Noguera en Cartagena de Indias y Humboldt en El Callao. En julio y Agosto de 1803, Caldas hizo el reconocimiento y exploración del camino de Malbucho,<sup>134</sup> una salida al mar en el norte del Quito, ocasión en la cual determinó astronómicamente los siguientes lugares: Ibarra, Salinas, Cuájara, Malbucho, Licta, San Miguel, Carondelet y la Boca de San Pedro.<sup>135</sup> Realizó esta tarea por encargo de Carondelet. La apertura del camino de Malbucho, que comunica a la provincia de Esmeraldas en esos días perteneciente a la gobernación de Popayán, con Ibarra y el norte de Quito, motivó el que los vecinos interesados en el comercio con Ibarra y Quito, solicitaran pasar de la jurisdicción de Popayán a la de Quito, cosa que todos aprobaron y la corona ratificó. Siguiendo esta idea, los de Tumaco, inmediatamente al norte de Esmeraldas, solicitaron igual tratamiento, pero la aprobación desde España no se alcanzó a hacer por los acontecimientos de los tiempos que siguieron, así que Esmeraldas quedó como parte del Ecuador y Tumaco no. En mayo de 1804, Caldas viajó a Barnuevo,<sup>136</sup> permaneció en Quito para el solsticio de fines de junio, y entre julio y diciembre viajó a Riobamba, Cuenca y Loja.

La larga lista de lugares astronómicamente determinados es la siguiente: Turabamba, Machache, Sasquisilí, Tagualó, Macuchí, Pitaló, Tigua, Ambato, Riobamba, Cuenca, Azogues, Paute, Oña y Loja. Es interesante anotar aquí el interés de Caldas por hallarse en Quito en los días finales de junio y diciembre, en las fechas de los solsticios, para determinar la latitud y la oblicuidad de la eclíptica; programó sus itinerarios de modo de poder hacerlo y emplear el flamante instrumento astronómico que había adquirido de Humboldt. Si bien el manuscrito de "Observaciones astronómicas comenzadas en Quito en 1802" se perdió,<sup>137</sup> 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 25 de diciembre de 1804 estaba ya Caldas de regreso en Quito<sup>138</sup> e inició los preparativos para efectuar el traslado definitivo a Santafé. El 28 de marzo de 1805 emprendió el viaje a Pasto y Popayán,<sup>139</sup> y luego, después de una visita a Cali,<sup>140</sup> llegó a Santafé el 10 de diciembre de 1805 con sus instrumentos, cuadernos de observaciones, ejemplares de herbario y coleccio-

133 Carta a Alejandro de Humboldt, 17 de noviembre de 1802. Caldas, F. J. (1978). (Nº 75). Véase también Arias de Greiff, J. (1968a). (141-146).

134 Carta del Camino de Malbucho desde Ibarra hasta la desembocadura del río Santiago y bahía de San Lorenzo. En Caldas, F. J. (1968)

135 "Viaje de Quito a las Costas del Océano Pacífico por Malbucho hecho en julio y agosto de 1803". En Caldas, F. J. (1968).

136 "Viaje al corazón de Barnuevo" En Caldas, F. J. (1968).

137 Caldas menciona este manuscrito en su comunicación al Virrey Amar y Borbón, fechada el 6 de junio de 1809. Caldas, F. J. (1978) (Nº 132).

138 Carta a José Celestino Mutis, enero 3 de 1805. Caldas, F. J. (1978) (Nº 97).

139 Carta a José Celestino Mutis, marzo 21 de 1805. Caldas, F. J. (1978) (Nº 99).

140 Carta a Santiago Arroyo, 5 de septiembre de 1805. Caldas, F. J. (1978) (Nº 104).

nes, todo lo cual depositó en el observatorio astronómico<sup>141</sup> 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,<sup>142</sup> que han venido siendo atribuídas a Caldas, quien estaba todavía en la Presidencia de Quito, indica que fue otro quien las hizo y que pudo haberlas hecho en el recién construido observatorio. ¿Lo estrenó Vicente Talledo, quien tenía el encargo del virrey de verificar las observaciones de Humboldt y de revisar el mapa del curso del Río de la Magdalena, que en Santafé había hecho dibujar el Barón, y del que dejó al Virrey copia?<sup>143</sup> En ese diciembre de 1805 Caldas conoció a Mutis. Caldas, ya completamente formado, con ideas muy diferentes a Mutis,<sup>144</sup> encontró un agotado y cansado personaje al que le quedaban menos de tres años de vida. Difícilmente puede tomarse a Caldas como formado por Mutis, cosa que la cultura del lugar común insiste en presentar. Es mejor atenerse a lo expuesto por Caldas en relación a lo poco comunicativo que con él fue el señor Mutis, cosa que es compatible con la salud del anciano así este hubiera deseado otra cosa y Caldas en su última carta hubiera declarado en forma diferente.

#### Caldas en Santafé

Cuando Caldas llegó a Santafé en diciembre de 1805 y conoció personalmente a Mutis, llevaba ya casi cuatro años como "agregado" a la Expedición Botánica en calidad de meritorio; su relación había sido epistolar. A Mutis le quedaban escasos tres años de vida; sólo en esta fase final el anciano Mutis tuvo a Caldas a su lado. Agregó Caldas a los instrumentos que allí se hallaban desde dos décadas atrás guardados en sus cajas, 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 Quito.

Trazó la meridiana sobre el piso del salón principal lo que puso de manifiesto la deficiente orientación del edificio.<sup>145</sup> Calculó la altitud del observatorio sobre el nivel del mar.<sup>146</sup> Observó numerosas alturas meridianas del Sol y de estrellas para determinar la latitud del observatorio, valor que fijó en 4 grados 36 minutos 06 segundos al norte. La observación del eclipse total de Luna el 9 de mayo de 1808, más algunas inmersiones y emersiones de satélites de Júpiter, en fechas diversas, le permitieron determinar la posición del observatorio en longitud.<sup>147</sup> Del eclipse de Luna citado sólo fue posible en Santafé tomar los tiempos de la terminación de la totalidad y el paso del borde de la sombra por tres accidentes de la topografía lunar. En la noche siguiente

141 Carta a Antonio Arboleda, febrero 28 de 1806. Caldas, F. J. (1978) (Nº 105).

142 Los manuscritos de esas observaciones astronómicas se encuentran en el Archivo Nacional en Bogotá.

143 Arias de Greiff, J. (1969b)

144 Para un análisis tanto de Caldas como de Mutis, que pone de manifiesto las diferentes actitudes de ambos con respecto a la ciencia, que también existían entre Lozano, Valenzuela y Zea con relación a Mutis, véase el reciente trabajo de Olga Restrepo, 1993.

145 Carta a Santiago Arroyo, abril 6 de 1806. Caldas, F. J. (1978) (Nº 107).

146 "Elevación del pavimento del salón principal del observatorio de Santafé de Bogotá. En Caldas, F. J. (1968)

147 Referencia a estos trabajos astronómicos se encuentra en su correspondencia. Caldas, F. J. (1978) (Nº 115, 122, 132).

practicó Caldas la observación de la inmersión del primer satélite. En esta tarea empleó el cuarto de círculo de Bird y el péndulo de Graham; los tiempos fueron referidos al meridiano de "nuestro observatorio". Estos trabajos fueron publicados en el *Semanario*.<sup>148</sup> También allí aparecieron cuadros con las observaciones meteorológicas para los meses de enero a junio de 1808<sup>149</sup> y 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.<sup>150</sup> En los informes al virrey, fechados el 1 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.<sup>151</sup> 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,<sup>152</sup> 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 Témperas, Fiestas Movibles, Oblividad aparente de la eclíptica, eclipses 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.

### La Horrorsa Borrasca

De pronto estallaron las tensiones latentes que en España y en América había generado el intento de modernización de los borbones ilustrados, a las que se añadieron las que iban apareciendo a medida que el proceso de las revoluciones burguesas avanzaba y dividía a las gentes en liberales constitucionalistas y absolutistas, tanto en España como en América. Invasión de la metrópoli y puesto en el trono José Bonaparte, España se resquebrajó en varias facciones: la que -más numerosa de lo que se cree- aceptó al nuevo rey y vio en José Bonaparte una opción de modernización<sup>153</sup> y renovación del Estado y la sociedad en las líneas de la Francia de revolucionaria, o simplemente vio

148 Caldas, F. J., (1849) (109-110).

149 Caldas, F. J., (1849) (35-40).

150 Cartas a Santiago Arroyo del 6 de febrero y 6 de marzo de 1809. Caldas, F. J. (1978) (Nº 129, 130)

151 Cartas al Virrey, julio 1 y noviembre 1 de 1809. Caldas, F. J. (1978) (p.º 132, 134).

152 "Preliminares para el almanaque de 1811. Prefación". En Caldas, F. J. (1968).

153 Antola, M. (1983). (16-21).

una continuidad burocrática; aquella otra opción -las fuerzas oscuras-, la acechante y agazapada reacción que estaba escondida a la sombra para escapar a "las luces", que vio la oportunidad, con el rechazo patriótico a los franceses intrusos, de deshacerse de lo que hubiera habido de modernidad en el experimento ilustrado, o fuera apareciendo como peligroso constitucionalismo y aborrecible idea de libertad personal; y finalmente aquella facción de los que buscaban ese constitucionalismo liberal, sin desprenderse de la legitimidad representada por Fernando VII, a cuyo nombre actuaban. En el virreinato algunas pocas burocracias actuaron adictas al rey intruso, otras permanecieron a la expectativa, pero cuando se generalizó la idea de crear Juntas Locales de Gobierno adictas a Fernando y no a José, siguiendo el ejemplo de las que se proclamaron en España, que comenzó con una "Junta Central" que se proclamó el 24 de septiembre de 1808 en Aranjuez, luego la de Sevilla que se autoproclamó como "suprema" a la cabeza, y más tarde fomentadas por la regencia establecida en Cádiz el 29 de enero de 1810 y ratificada por las cortes el 29 de octubre de ese año,<sup>154</sup> se despertó la ambición de los criollos, según sus intereses, de hacerse al control de las juntas, todas "supremas", e independientes -independientes significa unas independientes de otras- cada ciudad independiente de la villa vecina y de las demás. Cuando Antonio Villavicencio llegó a Cartagena de Indias, con la tarea de fomentar tales juntas, la propuesta le cayó muy bien al comercio local: se quitarían de encima al gobernador Francisco Montes, al parecer favorecedor de los franceses; se hicieron al mando de la marina del apostadero, adicta al rey legítimo y obediente a la regencia, que había propuesto la creación de las juntas, podían ahora comerciar libremente con cualquier nación, apoyadas por la marina local que ahora les protegía lo que hasta ayer les impedía, pues se llamaba contrabando; sólo tenían que evitar comerciar con la Francia. Pero las cosas en Santafé eran distintas pues el virrey mismo y los sectores del comercio y el artesanado -españoles recién llegados al virreinato, no del todo muy hechos al criollismo, es decir, todavía sin latifundio y sin una cauda de encomendados, esclavos y demás clientelas-, fácilmente apoyarían una Junta adicta a la regencia; recordemos que existió un partido en Santafé llamado de los regentistas y que un santafereño presidió la regencia. Esto desde luego no le habría de gustar al patriciado del criollismo santafereño, y éste se anticipó a la llegada de Villavicencio; aprovechó una pendencia, y tomó el poder local; obró en una forma hábil para deshacerse del virrey y movilizar las eternas clientelas en su apoyo, desde luego con ayuda de su clero de abolengo. Un relato aparecido mucho ha en el "Boletín de Historia y Antigüedades" da cuenta de cómo se originó el altercado por las ofensas que recibió un patricio santafereño, Morales, proferidas por un artesano, un simple sastrezuelo, Llorente. ¿Atrevidos e insolentes chapetones contra oprimidos y humillados criollos?. ¿No será mejor arrogantes patricios criollos del notablato de abolengo contra recién venidos artesanos y comerciantes españoles?. Cuando llegó a la escena

154 Vale la pena indicar las fluctuaciones de mando de la Real Armada en este período: Godoy, renovador también e impulsor de la marina, creó en 1807 el Consejo del Almirantazgo, que, luego de los sucesos de marzo de 1808 pasó a ser Consejo Supremo de Marina, el Ministro de Marina era nuestro don Francisco Gil y Lemos. Durante el reinado de José, el Ministro fue Mazarredo y la marina, adicta a Fernando, obedeció a la regencia con Antonio Escaño a la cabeza de ella.

el líder de esos comerciantes locales, hijo de español y todavía no un criollo esclavista, el más ilustre de todos esos comerciantes, Antonio Nariño, quien conocía los derechos humanos, las cosas cambiaron. Las polarizaciones de los grupos estaban dadas, los antagonismos declarados, las guerras civiles inevitables. Con lo que no hay tal "Patria Boba": sólo historia boba de la patria.

Involucrado en el movimiento del 20 de julio como codirector del "Diario Político",<sup>155</sup> disminuyó Caldas su actividad astronómica pero no el interés cartográfico a juzgar por la elaboración y dibujo de un Atlas general; tarea que el gobierno había apoyado mediante instrucciones dadas en abril de 1811 para que las cartas geográficas que se encontrasen en oficinas públicas le fueran remitidas para cumplir ese cometido, e indagando sobre las cartas que pudiesen existir procedentes de Talledo y también de Fidalgo.<sup>156</sup> Estos dibujos, horribles, fueron hechos por los pintores de la Expedición Botánica,<sup>157</sup> cuyas actividades fueron luego clausuradas por la constitución de Cundinamarca de 1812; un caso bastante insólito que muestra lo poco que realmente interesaba la ciencia, a aquellos que habían participado en la Expedición Botánica, y que recalca la naturaleza difusa de las relaciones de Mutis y la sociedad en que actuó;<sup>158</sup> o mejor que la ambición por hacerse a ese poder local era más significativa que la ciencia que pudo haberles enseñado Mutis. La relación de la sociedad con Caldas no era difusa: era concreta y útil a la patria, o sea al grupo dominante que necesitaba esa cartografía para la guerra con los "otros".

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,<sup>159</sup> indica que lo que estaba en juego eran los intereses de clase, antagónicos a los de los comerciantes, españoles y criollos, que apersonaba Nariño. Caldas, designado por Nariño para acompañar a Baraya en una campaña contra las provincias del norte de Santafé, que no aceptaban someterse al centralismo de Cundinamarca, cayó en cuenta que sus intereses, y los de su clase, eran los mismos de los federalistas: ellos necesitaban tener el poder a la mano para resolver sus problemas de tierras, minas, familia y esclavos, con sus abogados de familia -Caldas y su primo Camilo Torres, habían sido formados para ello-, les convenía el modelo federal. Nariño, sus comerciantes y artesanos necesitaban el poder central para manejar el comercio con el exterior desde Santafé, sin las aduanillas molestas de provincias interpuestas: les convenía por ello el modelo centralista. Los intereses se esconden tras el discurso retórico de las

155 "Diario Político de Santafé", por José Joaquín Camacho y Francisco José de Caldas. fue reproducido en la Biblioteca Popular, tomo 2. Bogotá.

156 Hernández de Alba, G. (1986) (219-222).

157 Reproducciones de algunos de estos mapas aparecieron en "Atlas de Mapas Antiguos de Colombia", preparado por Eduardo Acevedo Latorre.

158 Para el asunto de la relación difusa de Mutis con la sociedad y la persona de Mutis como difusor, véase Restrepo, Olga, 1986: "El tránsito de la Historia Natural a la Biología en Colombia". En: Ciencia, Tecnología y Desarrollo, (10), 3 y 4, Julio-Diciembre.

159 Véanse las cartas de Caldas a sus amigos de Santafé. Caldas, F. J. (1978) (Nº 157, 160, 162, 163, 173, 174, 178 y 179).

tribunas y la "teoría" constitucional. 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,<sup>160</sup> que prefiere alejarse de la patria a verla en manos de sus enemigos políticos, pero se quedó en Antioquia preparando la defensa contra los criollos realistas del sur.<sup>161</sup> Los fuertes de Bufú y La Cana que construyó, defendían la frontera sur de Antioquia. En Rionegro organizó una escuela militar que se inició en la maestranza de esa localidad,<sup>162</sup> y que posteriormente se trasladó a Medellín. Cuando Caldas huyó de Santafé, le dejó encomendado el observatorio a Benedicto Domínguez, al parecer con la aceptación del gobierno local, que en abril de 1813 le ordenó entregase un reloj de sol con brújula y niveles de agua, para una expedición militar destinada al norte.<sup>163</sup> Luego en agosto de ese año Nariño le ordenó a Sinforoso Mutis la entrega de unos mapas;<sup>164</sup> en septiembre siguiente le ordenó a Benedicto Domínguez la entrega del grafómetro (una plancheta, como las de topografía) y un antejo, esta vez con destino a una expedición dirigida al sur.<sup>165</sup> En ese mismo mes se hizo un inventario general de lo existente en el observatorio, todo lo cual quedó legalmente bajo custodia de Domínguez.<sup>166</sup> En octubre de 1814 se solicitó de manera pública la entrega de libros del observatorio en manos de particulares.<sup>167</sup> Algunos de estos libros, y algunos instrumentos los llevó en su exilio, que terminó en Antioquia, pero otros libros e instrumentos de propiedad de Caldas, como el octante, quedaron en el observatorio.

Un día de diciembre de 1814, dos caballeros atizaban, desde la terraza del observatorio en Santafé cómo se aproximaban las fuerzas del insurgente Bolívar, que, al servicio de las Provincias Unidas se acercaba para someter a Cundinamarca: eran Benedicto Domínguez y Francisco Urquinaona. Por la noche las tropas que habían tomado la ciudad la saquearon sin perdonar el observatorio. Domínguez y Urquinaona fueron tomados como rehenes por el insurgente, quien exigió entonces el consabido rescate. Con la capitulación de Santafé logró Bolívar lo que buscaba: dinero y gentes para liberar a Caracas. Caldas pudo entonces volver a Santafé, pero por poquito tiempo: ya Fernando VII había tomado la decisión de acatar el consejo que un santafereño que trabajaba en la corte le había hecho llegar y en el que le recomendó que la expedición solicitada por los criollos realistas de Montevideo para la reconquista de Buenos Aires y que se estaba preparando en esos días, fuera dirigida a Tierra Firme, Caracas y Santafé, cambio de destino que los ingleses, aliados de España apoyaron también, pues no querían perder el comercio de cueros que ya tenían con Buenos Aires, y que era el que los comerciantes de Cádiz

160 Carta de Caldas a Manuela Barahona, 4 de febrero de 1813. Caldas, F. J. (1978) (Nº 183).

161 Carta a Juan del Corral, 28 de septiembre de 1813. Caldas, F. J. (1978) (Nº 185).

162 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. Caldas, F. J. (1978) (Nº 188).

163 Hernández de Alba, G. (1986) (269).

164 Hernández de Alba, G. (1986) (270).

165 Hernández de Alba, G. (1986) (271).

166 Hernández de Alba, G. (1986) (272-279).

167 Hernández de Alba, G. (1986) (280-282).

aspiraban reconquistar, para lo cual estaban financiando la expedición. No era mucho lo que los ingleses perdían con una reconquista de Tierra Firme, cuyo comercio tarde o temprano caería, por la proximidad, en manos de los Estados Unidos, y sí mucho lo que ganaban con no perder el del Río de La Plata. Ya desde esa época parece claro que la zona del Río de La Plata, Malvinas incluidas, se reservaba a Inglaterra, y se ve claro cómo El Caribe, incluida Panamá, se les dejaría a los Estados Unidos. Esta actitud inglesa de favorecer el cambio de destino de Morillo hacia El Caribe, se refuerza con la decisión de no estorbar en sus acciones a Morillo, como ocurrió cuando Cartagena de Indias solicitó al almirante inglés de Jamaica<sup>168</sup> que, a nombre de su majestad inglesa, tomara bajo su dirección y amparo al Estado de Cartagena, para defenderlo de los españoles. Esta actitud, que a tantos deja perplejos, muestra cómo para las independencias porteñas lo que primaba era garantizar el comercio con Inglaterra; con lo que se ve aquí un caso similar al que ocurrió con Buenos Aires, que los ingleses sí ocuparon durante algún tiempo, cuyo comercio de cueros ya controlaban, y hacia donde quedó asegurada la actividad mercantil de la República Argentina.

Fue Caldas 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 recolección y envío 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. Significa ello la voluntad del gobierno, en terminar el atlas que Caldas había iniciado con los pintores de la botánica, trabajo que se había interrumpido por la guerra civil en que él se vio envuelto.<sup>169</sup> Pero nada de esto quiere decir que Caldas hubiera retornado como director del observatorio que siguió a cargo de Benedicto Domínguez.

El año siguiente fue fatal para los patriotas: el ejército de reconquista de Morillo tomó a Cartagena, a la que había sitiado; por poco le toca a Morillo sitiarse a Bolívar que tenía sitiada a Cartagena. En vez de haber sometido a la realista Santa Marta, había ido a Cartagena a buscar penderencias y el rescate que necesitaba para tomarse a Caracas. Amenazada Santafé, Caldas y algunos magistrados del gobierno se dirigieron al sur. A don Benedicto lo instruyó el presidente de las Provincias Unidas para que entregase a Caldas un cronómetro y recibiese de un relojero otro que este le dejó para reparar, y que también

168 Ignacio Cavero fue uno de los emisarios de Cartagena de Indias en tal negociación, como se ve en Lemaitre, E. (1983). Tomo III, (142-144).

169 Hernández de Alba, G. (1986) (302).

le entregase unos libros de la biblioteca del señor Mutis; de ellos Caldas escoge el viaje de La Condamine por el Amazonas y un libro de religión...<sup>170</sup> lo que Caldas imaginaba que iba a necesitar. Días después es el gobierno mismo quien pide le sea entregado un anteojito de larga vista; ellos también lo necesitaban para esa emigración.<sup>171</sup> Las circunstancias de este capítulo final de la vida de Francisco José de Caldas y Tenorio están tan llenas de vacíos, fábulas y contradicciones, que merecen tratarse con más detalle.

### El Fin de Caldas

Cuando Morillo entró a Santafé ya se había producido la desbandada de los magistrados del gobierno; rechazados por el invasor los intentos de entendimiento, buscaron unos refugio en el occidente y otros en los llanos del oriente. Pero para los primeros las cosas allí se complicaron por la entrada a Popayán de Sámano y sus fuerzas de criollos de Lima, Quito y Pasto; optaron entonces por escapar por el puerto de Buenaventura y, fallida esta posibilidad, buscaron la vía de Caquetá hacia el Amazonas. Caldas, que también había intentado esconderse en los altos valles al pie de los arenales de las cumbres nevadas de la Mesa de Herveo, en tierras del anciano José Ruiz, -más que por su olvidada trayectoria en la ciencia, recordado hoy por su volcán nevado-, al no encontrar la salida, optó por refugiarse en la finca de la familia en Paisbamba, no sin haber antes dejado poderes ante notario de Cali a Camilo Caldas, un hermano que vivía en Quito. En la finca fue capturado, pero con él no estaba Francisco Ulloa, que se había escondido en otro lugar desde el cual elevó por separado petición de clemencia a Toribio Montes quien le aconsejó que se entregara a Sámano. La fábula de que Caldas había rechazado una oferta de deserción por no ser extensiva a Ulloa, es entonces simplemente una fábula. Caldas fue llevado a Popayán y encerrado en el cuartel en donde quedó recluido en compañía de José María Rodríguez Torices, José María Dávila y el cura Ordóñez de la Plata, quien ya estaba allí encerrado.

Pero ahora resulta que es necesario repasar con cuidado cómo fue que semanas antes de la prisión de Caldas había caído la provincia de Popayán en manos de los criollos realistas que avanzaban desde el sur al mando de Sámano, cuyo superior en Quito era Toribio Montes. El 15 de marzo de 1816, ante la amenaza de las fuerzas, esas sí españolas europeas que traía Morillo y ante el peligro evidente de que los magistrados del Gobierno se entregasen sin presentar batalla, un grupo de oficiales jóvenes formó en Popayán una sociedad secreta cuyo fin era impedir la entrega a los españoles y luchar hasta la muerte por la independencia. Los oficiales que la constituyeron eran entre otros, Liborio Mejía, Silvestre Ortiz y Hermógenes Céspedes. Leamos lo que decía el juramento que se imponía a los iniciados al entrar a la sociedad: "¿Juran a Dios, o prometen bajo otra palabra de honor sostener a todo trance la independencia de la patria, destruir, implacablemente a sus enemigos interiores y exteriores, no entrar jamás en composición con ellos, aunque os inclinen al efecto otros magistrados o jefes, a cuyas órdenes están, cumplir fiel

170 Hernández de Alba, G. (1986) (303-304).

171 Hernández de Alba, G. (1986) (305).

y puntualmente todos y cada uno de los artículos del reglamento que hace la constitución de la sociedad, y guardar el más profundo silencio sobre sus designios. De la declaración que se le tomó el 6 de agosto en Santafé a Hermógenes Céspedes en la víspera de ser ajusticiado, salió a la luz la especial desconfianza que tenían ellos en su jefe José María Cabal; Estos fueron los motivos para la constitución de la sociedad secreta. Con lo cual los acontecimientos del 18 de julio, que llevaron a Liborio Mejía a la jefatura del ejército y al retiro de Cabal, se ven ahora claramente como golpe de estado dado por la oficialidad joven, que en una Junta de Guerra declaró abiertamente los propósitos de impedir cualquier capitulación frente a Sámano, ya en ese momento atrincherado en la Cuchilla del Tambo. Los textos de historia no están de acuerdo en cuál, si el de Cabal o el de Madrid, fue el pecho que se ofreció a la pistola de Silvestre Ortiz pero sí lo están en destacar con énfasis la decidida actitud del que fuere de estos dos jefes: el no hacer nada contra los realistas. Así quedó camuflado para la posteridad la osadía de los oficiales subalternos. Que estos párrafos sirvan para exaltarlos y para no olvidar la conveniencia de revisar de cuando en cuando la historia, que de otra manera, con el tiempo, se va convirtiendo en esterilizante sarta de lugares comunes cada día de menor credibilidad.

Sabemos cómo Liborio Mejía se lanzó impetuoso contra los realistas; era ya tarde, pues estas débiles fuerzas -así las consideraba Montes quien sabía también que a Popayán habían ido a parar los restos de muchas tropas de la insurrección en desbandada por la entrada de Morillo, y quien por lo tanto, cauteloso, había instruido a Sámano en ese sentido- estaban esperando en una posición firme y segura cualquier embate procedente de Popayán. Sámano atendió el consejo pues se atrincheró en sólida situación en la Cuchilla del Tambo, ya colocada la clientela patiana<sup>173</sup> en un flanco, lista a caerle por detrás a los patriotas y sorprenderlos. Vale la pena aclarar el por qué de la actividad de los patianos: estos grupos de fugitivos marginados por los criollos esclavistas de Popayán y establecidos en las profundas cañadas, no sólo estaban dispuestos de buena gana a lanzarse sobre las fuerzas que venían de Popayán, sino que, ardid contra los patriotas incendiarios de Cali, que hacía poco les habían quemado el pueblo de Patía, lo hicieron con denuedo. Podría pensarse aquí que esto toma visos de "guerra social", pero esa posibilidad hay que descartarla pues los patianos ya estaban en relación clientelista con los sectores dominantes de Pasto y Almaguer. Lo que los patianos no supieron es que los contendores que con tanto éxito contribuyeron a derrotar en la Cuchilla del Tambo, no eran propiamente los patricios de Popayán y el Valle del Cauca, sino los oficiales de la sociedad secreta. La batalla fue el 29 de junio y la élite criolla de Popayán celebró alborozada la entrada del general Sámano. Recordemos la felicitación a Montes que envió don Marcelino Pérez a nombre del arzobispado anunciándole el Te Deum que se oficiará en esa ciudad.

Los gobernantes locales de las Provincias Unidas se pusieron también a la orden del jefe realista: después de todo no habían sido ellos, los

172 Arias de Greiff, J. (1978).

173 Véase Zuluaga, F. (1986). (111-136).

magistrados ilustres, quienes habían dado la batalla, sino una especie de ejército intruso que se les había metido quien sabe de dónde y cómo a Popayán. Cuando se presentó la ocasión ayudaron a desenmascarar a los oficiales culpables de oponerse al entendimiento con los enemigos de la independencia; con esas delaciones se configuraron pruebas para los fusilamientos de unos y para la purificación de éste o aquel prohombre. No será extraño que Caldas que, como ya lo había demostrado contra Nariño era un representante de esos sectores del criollismo, buscara la rehabilitación como lo hicieron los demás, cada cual como las circunstancias y las influencias le permitieron, pero con una diferencia: acogiéndose al indulto ofrecido, basado en que podía demostrar que no había combatido a españoles, sólo a otros criollos, los realistas.

El 21 de julio de 1816 cuatro personajes reclusos en el cuartel de Popayán elevaron súplica ante Toribio Montes,<sup>174</sup> el jefe de quien dependía Sámano; tres lo hicieron conjuntamente: Francisco Caldas, Manuel Rodríguez Torices y José María Dávila;<sup>175</sup> el cuarto lo hizo en carta aparte: la súplica fue escrita por Caldas y firmada por Andrés Ordóñez,<sup>176</sup> el cura de La Plata. Otra súplica, de ese mismo 21 de julio, también llegó a manos de Toribio Montes en Quito: la que elevó, intercediendo por su hijo, doña Vicenta Tenorio. Se conoce la respuesta a esta última petición de clemencia; en ella comunica Montes que ha prevenido a Sámano para que envíe a Caldas a Quito, donde podrá vivir con entera tranquilidad al lado de su hermano, don Camilo Caldas. En otras palabras, el perdón para Caldas. Pero ese perdón no lo supo la madre, quien murió antes de recibir la contestación; Caldas sí lo conoció y en carta del 21 de agosto dirigida a Montes da cuenta del fallecimiento de doña Vicenta, agradece la clemencia que se le ha otorgado y espera que se cumpla;<sup>177</sup> no solicita que la clemencia se haga extensiva a los compañeros que con él firmaron la petición inicial de indulto.

Enterado Montes de los presos que estaban en poder de Sámano, solicitó le enviase a Caldas y a Ulloa, los de esa provincia; esto lo hizo reiteradamente en comunicaciones desde Quito del 6 y 21 de agosto, 6 de septiembre y 6 de octubre. En la última le advierte a Sámano que dichos presos "deben quedar separados del conocimiento del señor Morillo, porque tomó Usted posesión [de Popayán] con las tropas de mi mando." El jefe de Popayán, mañoso, fue ignorando en forma sistemática a Montes y poniéndose en permanente inteligencia con Morillo, con lo que de hecho fue pasando a la jurisdicción de Santafé. No olvidemos que Morillo traía facultades especiales para otorgar ascensos en América; el que Sámano tenía en trámite por el conducto regular de su jefe, que lo acababa de postular como merecedor, por su triunfo, al ascenso a Mariscal de Campo y a la Cruz de Isabel la Católica, debía aún esperar respuesta de España, de modo que le convenía desatender a Montes y dar gusto a Morillo que le había solicitado le fueran enviado todos los presos

174 Arias de Greiff, J. (1980).

175 Esta carta está reproducida en Arias de Greiff, J. (1974). También en Caldas, F. J. (1978) (Nº 192).

176 La carta se encuentra en la "Biblioteca Espinosa Polit", Cotacollao, Ecuador.

177 Caldas, F. J. (1978) (Nº 123).

a Santafé; no olvidemos que logró más ascensos de los que seguro esperaba, pues hasta virrey fue.<sup>178</sup> Agreguemos aquí que Sámano era un oficial adicto al absolutismo -Morillo también, desde luego- y que Montes estaba con las facciones constitucionalistas y liberalizantes del ejército español. Una primera consecuencia de este entendimiento fue la declaración juramentada que le fue tomada al preso el 19 de agosto por Antonio Carvajal Tenorio, de orden de Sámano sobre el paradero de sus trabajos geográficos, astronómicos, planos, libros e instrumentos, tanto pertenecientes al gobierno, es decir al rey, y a él mismo, Caldas. Que se le hubiese exigido a Caldas en Popayán, indica que fue solicitado por Morillo ya que es una extensión de las diligencias practicadas unos días antes cuando se hizo inventario del observatorio por orden de Morillo.<sup>179</sup> Caldas en esa declaración mencionó los hechos notorios y conocidos de todos del saqueo del observatorio y de Santafé por las gentes de Bolívar que "lo destrozaron y robaron todo", incluyendo "la bella y soberbia colección (de planos y mapas) que había el declarante acumulado en el observatorio", que lo que llevó a Antioquia lo había retornado al observatorio y que allí tomó otro cronómetro que consigna;<sup>180</sup> el devuelto, que dejó en reparación donde un relojero, fue a parar a manos de Enrile, que no parece lo hubiera devuelto nunca.<sup>181</sup>

Como no se han cumplido las órdenes de Montes, como además se ha enterado de que no se cumplirán y de que lo llevarán a Santafé, escribió Caldas otra carta a Montes el 6 de septiembre; en ella ruega que interponga sus oficios ante Morillo,<sup>182</sup> y como sabe que en esa ciudad está Enrile, menciona ya lo útil que puede ser como astrónomo y como geógrafo. El preso fue llevado de Popayán a Santafé; no lejos de su destino escribió su última súplica, a Enrile<sup>183</sup> esta vez; esta misiva es bien conocida y causa bastantes problemas a sus biógrafos y a mucha otra gente. Conocidos los documentos aquí mencionados y viendo con nueva perspectiva de hoy el desarrollo de los acontecimientos, resulta que la actitud de Caldas no le es exclusiva, que no estaba solo, que la suya era una actitud generalizada: la del resto de esa élite, que en fin de cuentas, mientras no perdieran sus privilegios que como terratenientes, esclavistas y mineros, ya tenían, más o menos lo mismo le daba seguir perteneciendo a España que lo contrario, siempre que las cosas no fueran por caminos demasiado liberales, tanto aquí como allá. Años más tarde, cuando el rey se vio obligado a jurar la constitución que habían preparado las Cortes Generales en Cádiz, los criollos realistas se decidieron por la independencia. Antes que depender de una España constitucionalista y "roja", preferible la independencia; cuando se presentó una opción contrarrevolucionaria,<sup>184</sup> optaron por ella: Bolívar. Para las familias de esos patricios, si ganaba el rey, contaban los tios y padres españoles, si ganaba "la revolución" estaban los

178 Sámano fue nombrado virrey por Real Orden del 7 de septiembre de 1817.

179 Hernández de Alba, G. (1986) (316-326).

180 Hernández de Alba, G. (1986) (333-335).

181 Hernández de Alba, G. (1986) (316).

182 Caldas, F. J. (1978) (Nº 124).

183 Carta a Pascual Enrile, octubre 22 de 1816. Caldas, F. J. (1978) (Nº 195).

184 Para Alvaro Gómez Hurtado Bolívar fue el primer contrarrevolucionario de la historia. Gómez Hurtado, A. (S.F.) pg. 118.

hijos y sobrinos "amigos de Bolívar" que aún mantienen el poder como lo vemos hoy. Lo que para estos criollos significaba la separación dependía, para los "federalistas" de aumentar los privilegios y en el futuro manejarlos localmente. Para los "centralistas" la ganancia estaba en conseguir el control total del comercio exterior, que les brindaba la emancipación, y sólo ella, por lo tanto, les era más significativa, más de vida o muerte. Pero no tenía para qué haber separación: el comercio con España no se podía tampoco perder. La élite de comerciantes del criollismo tenía demasiados vínculos comerciales y de familia con España como para prescindir de esa relación.<sup>185</sup>

El sacrificio de Caldas, el 28 de octubre de 1816, pone de manifiesto la torpeza de Morillo, el "absolutista"; el perdón otorgado por Toribio Montes, el "liberal", pone de manifiesto qué bien conocía ya a América; tan claro es que este oficial no confundía criollos realistas con españoles europeos, que siempre se refirió a las tropas que trajo Morillo como "tropas europeas", con lo que no queda duda que entendía que los realistas eran en gran número criollos. La actitud de este oficial español -que recriminó fuertemente a Morillo por la crueldad y la torpeza con que obraba- muestra también la división en el ejército español entre absolutistas y liberales constitucionalistas. Cuando estos últimos en España perdieron la Constitución Liberal por el golpe de estado absolutista de Fernando VII, Montes mantuvo en Quito los cuerpos colegiados de índole representativa de ese estatuto, durante todo el tiempo que le fue posible hacerlo.

Las especulaciones conjeturales sobre los motivos de la aparente claudicación a última hora de Caldas han sido muchas; no vale la pena ni siquiera citarlas aquí; en primer lugar no fue una actitud de última hora ante el inminente cadalso, fue una actitud mantenida durante tres meses; en segundo lugar no estaba solo: otros lo acompañaron en la solicitud de clemencia, los más salvaron la vida por otros caminos. Veamos, eso sí, algo que nos puede decir la historia de la ciencia: En ninguna de sus dos iniciales misivas de petición a Montes menciona Caldas su condición de creador científico cuya obra no puede quedar interrumpida. Sólo cuando sabe que va a ser indefectiblemente enviado a Santafé alude a su utilidad para la astronomía y geografía del virreinato, pues conoce la trayectoria científica de Enrile, un marino. En su cuarta comunicación dirigida ya a Enrile desde La Mesa, en víspera de llegar a Santafé, es más explícito en ofrecer sus servicios, que amplía hasta ofrecerse como piloto en la escuadra. En sus declaraciones finales alude a su utilidad con respecto a la ordenación de los materiales de la flora de la Expedición Botánica; apenas menciona en forma difusa aquellas aproximaciones a la creatividad científica que una vez tuvo: El método para medir las montañas y la nivelación de las plantas; ambas son ya asuntos del pasado de los que ha estado desvinculado aun antes de verse envuelto en el torbellino de las guerras civiles; asuntos que sólo ahora, de nuevo, le mueven su interés, los

185 Una página antológica de don Antonio Nariño puede leerse en la "Antología de la Literatura Colombiana", III, pg. 135-138. En ella Nariño trata de explicar las ventajas de una "emancipación", por la que él clama, sin separación, "que le parece no convenir", una página escrita en tiempos de una España liberal.

había olvidado, y tenía razones para ello. Con respecto a la hipsometría, Humboldt lo había confundido, además desde 1809 sabía que su fórmula era insegura para grandes diferencias de altura. Y en referencia al otro trabajo ya Humboldt se le había adelantado, como era de esperarse, en la publicación de esas ideas; fue lo primero que hizo el barón al llegar a su base en Francia: como buen "Americanista" que era, no dejarse coger ventaja de un americano. El papel de Caldas se redujo, como buen americano, a traducirlo, a hacerle una presentación para la publicación en el *Semanario*, lograr con ello alguna visibilidad local y no perder del todo la relación con el europeo. Ninguno de los dos temas podía, en estos días finales ser motivo de angustia como para que su actitud fuera la de un creador científico que no puede ver trunca su creación, que se aferra categóricamente a ello; menciona aquello en que puede ser útil a España.

¿Qué ocurrió entonces con la historia del fin de Caldas? ¿A qué se debe tanta discrepancia con la interpretación usual?. La culpa no es de la historia: Ella, debidamente encarcelada,<sup>186</sup> cumplió su tarea, cual era la de legitimar el acceso al poder del criollismo, convertida la historia en religión del estado,<sup>187</sup> y continuar legitimando luego los patriciados y notablatos a medida que se turnaban en el mando, o lo asumían conjuntamente en los sustos, como "frente nacional". Finalmente, las ideologías de las dos facciones era en el fondo la misma; en algún momento se distanciaron, cuando las guerras civiles a lo largo de todo el siglo XIX; al final acabaron por identificarse; no podía ser de otra forma si su origen había sido el mismo: liberalismo y absolutismo de origen español en trance de hacerse al poder en las patrias resultantes del proceso de la "revolución burguesa". Los primeros para mantenerla como revolución, los segundos para hacer en algún momento contrarrevolución, a veces con el nombre de "regeneración". Para todo ello desde luego se requería exaltar figuras para el "Mito de Origen" que la nueva dominación exigió y sigue exigiendo. Morillo al sacrificar a Caldas y convertirlo en "Mártir", creó la exaltación y alteró la apreciación de los hechos. Pero hoy la nación no necesita más de la historia boba de la patria para legitimar clases dominantes: necesita comprender el pasado, y con carácter urgente, para entender su presente.

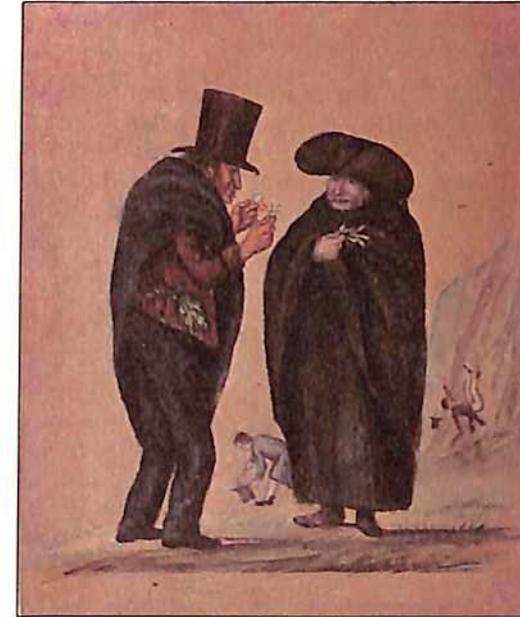
Mientras tanto don Benedicto Domínguez, que vio cómo de la vecina Casa de la Botánica habían salido las láminas de la Flora hacia España, que tuvo que hacer o enterarse de interminables inventarios hechos en el observatorio<sup>188</sup> de los libros, enseres e instrumentos que quedaban, permanecía allí desde cuando lo encargó Caldas,<sup>189</sup> esperando, algún día la llegada de Joseph Lanz, y otro inventario.

<sup>186</sup> Colmenares, G. (1986). (7-25).

<sup>187</sup> Hobssbawm, E. (1991).

<sup>188</sup> La relación de inventarios es la siguiente: 1814, septiembre 26 a octubre 8, inventario general en presencia de Benedicto Domínguez encargado del observatorio y alcalde ordinario de la ciudad, seguido de un aviso público de la lista de libros faltantes para que los entreguen al observatorio. Hernández de Alba, G. (1986) (272-282). 1816, mayo 22, inventario hecho por orden de Morillo de los libros que le fueron secuestrados a Caldas. Hernández de Alba, G. (1986) (306-308). 1816, junio 18, lista de nuevos libros secuestrados a Caldas. Hernández de Alba, G. (1986) (310-313). 1816, agosto 6 a 12, nuevo inventario del observatorio pedido por Morillo. Hernández de Alba, G. (1986) (316-326).

<sup>189</sup> Caldas lo había encargado en carta desde Cartago, 5 de mayo de 1813. Caldas, F. J. (1978) (N° 184).



Francisco Javier Matiz (1774-1851) y Juan María Céspedes (1776-1848)  
Caricatura de José Manuel Groot.



Baralt, el presidente del congreso, y Benedicto Domínguez (1783-1868)  
Caricatura de José Manuel Groot

### Joseph Lanz

José María Lanz Zaldivar era un americano, había nacido en 1764 en Campeche; muy joven fue llevado a España y luego enviado a Francia para el estudio de las ciencias naturales y de las matemáticas. De regreso a la península ingresó al seminario de nobles de Vergara con notable provecho en matemáticas; en 1781 se matriculó en la Academia de Guardias Marinas de Cádiz, de la Armada Real, centro de la formación científica y técnica de la marina ilustrada; allí descolló en las ciencias.<sup>190</sup> Embarcado en el navío **San Fernando** se halló en el combate contra la escuadra inglesa de octubre de 1782; a comienzos del año siguiente se le destinó a la fragata **Santa Lucía** comisionada a llevar la noticia de la paz a la Habana y a Veracruz; luego fue comisionado a Yucatán para indagar por unos productos cultivados en esa provincia y concluida en enero de 1784 presentó una memoria referente a ese encargo. Al retornar a España en la fragata **Santa Dorotea**, luego de contribuir a su carena y reacondicionamiento, tuvo a su cargo la tropa que viajó en dicho buque. Una vez desembarcado y ya enmendado en 1786 el ascenso a alférez de navío, que se había omitido su nombre entre los de su promoción durante la ausencia en América, se le destinó en septiembre del 84 a la comisión del Atlas Marítimo de España, bajo las órdenes del director de la Academia, don Vicente Tofiño, finalizada la cual en septiembre de 1788 estuvo un tiempo agregado a la Academia de Guardias Marinas y adscrito al observatorio de la marina en Cádiz,<sup>191</sup> lo que ocurrió hasta abril del año siguiente. Había propuesto previamente, como atrás se dijo, con Alcalá Galiano y Miguel Gastón, una expedición hidrográfica a las costas de la América en 1787<sup>192</sup> pero, luego de una corta permanencia en Madrid y ya como teniente de fragata, la marina lo envió en comisión de estudio a los astilleros del norte de Europa, a las órdenes de José de Mendoza y Ríos; en octubre del año 1792 regresó a Madrid por asuntos personales y para hacer imprimir unos elementos de cálculo diferencial e integral que había redactado en colaboración con N. Chaez, para lo que logró el permiso de impresión pero que nunca vieron la luz. Insistió ante la marina en su deseo de retornar a París, con el propósito de avanzar en el estudio de las "Tablas de la Luna", cosa que se le negó por la situación por la guerra entre España y la revolucionaria Francia de esos días. Lanz, ya un convencido partidario de la revolución francesa, decidió dejar que la Real Armada lo borrara de sus listas. Prefirió permanecer en París, en donde ya había contraído matrimonio sin permiso del rey, y sin importarle que de hacerlo interrumpiría una brillante carrera naval en la que había alcanzado el grado de teniente de navío, cosa que ocurrió en febrero de 1794, cuando fue separado del servicio de la armada, a pesar de los informes que le favorecían sobre sus conocimientos y méritos personales. En Francia se dedicó al estudio y enseñanza de las ciencias matemáticas en el París del "terror" (que no era mal lugar para trabajar la matemática): preparaba allí a los aspirantes a ingresar a la escuela politécnica. Publicó con Bethencourt un "ensayo sobre

190 Fuentes, J. F. (1989) (307-310)

191 Lafuente, A. y Sellés, M. (1988). (282).

192 Lafuente, A. y Sellés, M. (1988), (201).

la composición de las máquinas", en 1808.<sup>193</sup> En algo de política también participó, hasta que el repunte de la Ilustración que produjo Godoy, requirió de sus conocimientos y de su ciencia para una expedición científica a Cuba, conocida como del Conde de Mompo, personaje para quien Lanz era "uno de los mejores matemáticos y astrónomos de Europa", en la que finalmente no participó, pero que lo dejó anclado en la burocracia oficial; en ella, como Zea, continuó durante el reinado de José Bonaparte, ambos en el ministerio del interior: Lanz como jefe de sección y prefecto de Córdoba y Zea como prefecto de Málaga. Durante este tiempo recibió también Lanz el nombramiento de director del Depósito Hidrográfico, cargo que no desempeñó. El retorno de Fernando VII, o mejor el golpe de estado que el rey dio en Zaragoza contra el constitucionalismo, los arrojó, a Zea y a Lanz, como a todos los "afrancesados" al otro lado de los Pirineos; en París vivió con Boussingault, de quien recibió sendos barómetros de Fortin y cronómetros de Breguet, pues también Lanz tenía una tarea que cumplir en la citada comisión científica contratada para Colombia por Zea, a nombre del gobierno ejercido por el vicepresidente Santander: la confección de la carta geográfica de la nueva república, y es el momento de recordar la experiencia en esa clase de trabajos que tenía Lanz, adquirida al lado de Vicente Tofiño. Ya en Bogotá, un día de noviembre de 1822, se le presentó Lanz a don Benedicto Domínguez con una nota del ministro del interior, José Manuel Restrepo, con instrucciones de que le hiciera entrega del observatorio, previo inventario de lo existente, enseres, libros y los pocos instrumentos de dotación que quedaron luego del saqueo del edificio por las tropas del insurgente Bolívar. En ese 26 de noviembre comunicó Lanz al Secretario de Estado y del Despacho de Guerra y Marina, el coronel Pedro Briceño, que en esa fecha se había hecho cargo del observatorio y le adjuntó el inventario solicitado.<sup>194</sup> Si bien las tareas de nuevo director encajaban dentro del proyecto científico llamado en unas ocasiones misión Zea y en otras Boussingault pero haciendo raras veces alusión a su director Rivero, Joseph Lanz fue incorporado al ejército de la Gran Colombia; por ello la nota a Briceño y la omisión de su nombre en la lista de los miembros de la misión cuyos contratos con Zea fueron aprobados por el congreso el 28 de julio del año siguiente.<sup>195</sup> Ellos fueron Rivero, Boussingault, Roulin, Bourdon y Goudot. En el inventario que se incluye en este texto en forma facsimilar no aparecen el Cuarto de Círculo de John Bird, que Humboldt vendió a Caldas, ni el péndulo de Graham que Caldas adquirió en Ecuador; pero Boussingault dice haberlos visto allí en 1823, el péndulo destruido y el Cuarto de Círculo intacto, y también intactos los telescopios de reflexión que había donado el rey al observatorio.<sup>196</sup> En esa ocasión Boussingault instaló allí los dos barómetros de Fortin, patronados en París, que había traído a Bogotá. El General Acosta indicó que en 1840 los 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 que se tiene

193 Boussingault, J. (1985). Tomo I. (103-104)

194 Hernández de Alba, G. (1986) (466-469).

195 Gaceta de Colombia, 21 de septiembre de 1823.

196 Boussingault, J. (1985). Tomo III (64).

de ellos. Pocos días antes, en ese mismo mes, habían llegado a Bogotá los demás integrantes de la Comisión Científica contratados en mayo de ese año. Llegaron para integrarse al Museo de Historia Natural, con una escuela de minas anexa, todo pensado según el modelo francés. El museo sólo fue inaugurado el 4 de julio de 1824; se le asignó por local el que había servido como "Casa de la Botánica" a la empresa de Mutis y en cuyo solar se levantaba la obra del observatorio, que pasó entonces a formar parte del museo, con Joseph Lanz como responsable de sus actividades, con el propósito de encaminarlas ahora claramente hacia la confección de la Carta del país, tarea que realizó como compilador y dibujante del Atlas de la Gran Colombia. Publicado en 1827 en París, se conoce como Atlas de Restrepo, el ministro del interior, autor del prólogo fechado el 11 de octubre de 1825, consta de doce planchas, una para cada uno de los departamentos, Istmo, Magdalena, Zulia, Venezuela, Orinoco y Maturín, Cauca, Cundinamarca, Boyacá, Apure, Ecuador, Guayaquil y Aznay, de acuerdo con la división territorial de junio de 1824, complementados con un mapa general. Las fuentes principales fueron las publicaciones del Depósito Hidrográfico de Madrid, el Atlas de Humboldt, los mapas de Maldonado, Caldas, Talledo y Anguiano y los mapas publicados en Londres en 1811 y 1819 por Arrowsmith.<sup>197</sup>

Los propósitos renovadores de la educación en estos días de la vicepresidencia de Santander en la línea de ideologías nuevas, se vieron colmados de leyes y decretos: la creación de la Universidad Central (Ley del 18 de marzo de 1826) que tomaba las ideas del plan de una universidad pública de Moreno y Escandón y del estamento virreinal ilustrado; la organización de una Academia Nacional. En octubre de ese año designó Santander a los veintiún miembros de la Academia: Pedro Acevedo, Vicente Azuero, Andrés Bello, José María del Castillo y Rada, Benedicto Domínguez, José Fernández Madrid, Pedro Gual, Joseph Lanz, Cristóbal Mendoza, José Joaquín Olmedo, Santiago Pérez de Valencia y Arroyo, Manuel Benito Rebollo, José Félix de Restrepo, José Manuel Restrepo, José Rafael Revenga, José María Salazar, Francisco Soto, Mariano de Talavera, Jerónimo Torres, Estanislao Vergara y Francisco Javier Yanes.<sup>198</sup> Es de notar la presencia de distinguidos hispanoamericanistas, como Fernández Madrid, Gual y Revenga, notables personajes ecuatorianos y venezolanos; lo más granado de la intelectualidad, las artes, las letras, la ciencia y la política de esos tiempos que eran los de la Gran Colombia. Se destinó en estos días un nuevo local para la Biblioteca Pública, dada al servicio en diciembre de 1823, a la que se ordenó enviar los libros de la casa de la botánica que aún se conservan en la hoy llamada Biblioteca Nacional,<sup>199</sup> y se crearon numerosos colegios y las escuelas lancasterianas. De un momento a otro el esquema educacional de Santander, con todos esos decretos y leyes, se vino abajo. Llegó un señor y con un solo decreto hechó por tierra todo ese prodigio de leyes y decretos de Santander, -si es que lo eran, que

197 Schumacher (1988), página 78 y nota 18.

198 La lista está tomada de Arboleda Gustavo, (1990), Tomo II página 11, sólo que se ha corregido el apellido de Lanz que allí aparece como "Coronel José Sanz".

199 Hernández de Alba, G. (1986) (464-465).

de todos modos representaban una apertura a la modernidad; de un plumazo la educación volvió a como estaba en los tiempos de los dominicos. ¿Con qué derecho ese personaje acabó con el proyecto político, implícito en los planes educativos del vicepresidente?, ¿Porque era el presidente y Santander sólo el vicepresidente?, ¿Por un disgusto con Santander, sólo para lamentar después?. No será más bien que en ese momento Bolívar, luego de su regreso del sur, había quedado a la cabeza de todos aquellos criollos, realistas o no, para quienes era prioritario aún sobre la posibilidad de independencia, el que no se alterara con esas ideas foráneas de igualdad y fraternidad de la revolución francesa, con ese "abominable árbol de la libertad", con esas constituciones como la de Cádiz, la estructura de la sociedad que tanto les convenía, o que si ocurrían cambios, fueran en su provecho. A los independentistas, seguidores de Bolívar, se habían agregado ahora muchos realistas criollos que, antes que depender de una España eventualmente regida por una constitución liberal, -y ya en 1820 una vez se la habían hecho jurar al mismo rey-, prefirieron la independencia. Otros prefirieron la conformación de una federación absolutista, inclusive para compartir el absolutismo con la otra patria, la madre, aglutinados con el nombre de integristas. Es claro que ante esa amenaza contrarrevolucionaria, los más exaltados partidarios de la renovación política hubieran confabulado en la noche septembrina contra quien acaudillaba la amenaza. Los absolutistas, con programa continental bolivariano, despertaron recelos en los Estados Unidos, que no querían tenerlos de vecinos. Esta nación intervino ante miembros de la santa alianza para impedir la independencia de Cuba. Para ello el gobierno estadounidense solicitó la influyente ayuda de Rusia ante España para que no se permitiera la independencia de Cuba; la condición de posesión española alejaba de sus tierras al bolivarianismo. Bolívar, a su vez, recelaba de los Estados Unidos. ¿No era además ésta una nación con gobierno representativo, modelo para aquellos que soñaban con constitucionalismos?. ¿Y qué se puede decir de Santander, que era desde luego uno de esos constitucionalistas?. Otra polarización de esos días era la concepción continental de los hispanoamericanistas; se acercaba más a un panamericanismo, pues contrario al bolivarianismo incluía a los Estados Unidos, en donde tenían grandes amigos y de donde recibían apoyo. El programa de la educación lancasteriana fue en ocasiones apoyado por sociedades educativas de New York y Londres como la "New York School Society" y la "British and Foreign School Society".<sup>200</sup> Estas afinidades entre Estados Unidos y los proyectos del hispanoamericanismo y la aversión hacia el bolivarianismo pueden también verse como motivadas por identificaciones o rechazos de índole política e ideológica.

Santander era uno de los personajes principales del hispanoamericanismo, esa corriente liberal que consideró fundamental que los nuevos estados americanos y la España misma se organizaran dentro de los lineamientos constitucionalistas renovadores y liberales que se venían propugnando a raíz de la revolución francesa y de la aparición de los Estados Unidos; incluso, en algún momento, con un proyecto de federación de estados modernos y

200 Rodríguez, J. E. (1980). (239-243).

representativos con inclusión de España. Claro que Santander no era de la talla de los grandes hispanoamericanistas, Rocafuerte o Miralla; no tenía por qué serlo, era más joven que los otros, y sobre todo no tuvo la experiencia y la euforia que a aquellos les había dejado el haber participado en las cortes generales en Cádiz. Pero aun así, y pese a su parroquialismo, Santander estuvo de verdad alineado en ese programa político de los hispanoamericanistas, muchas de cuyas reformas venían del liberalismo español: la educación lancasteriana había sido una recomendación de esas cortes generales para erradicar el analfabetismo de La América hispana; el código civil de Napoleón, se había tomado de la traducción al español que a España había llevado el renovador José Bonaparte. A este prócer no le tembló la copa cuando de un plumazo abolió la inquisición, por ejemplo. Durante el mandato de Santander la escuadra colombiana, incluyendo naves argentinas, incursionó hasta las costas de España<sup>201</sup> en acciones de hostigamiento al parecer coordinadas con grupos liberales opuestos al absolutismo, que en 1823 le había vuelto a imponer a España la Santa Alianza, con la acción de los 10.000 marinos de San Luis (perdón, hijos de Chateaubriand), que de paso sea dicho, dejó entrar tranquilamente el tétrico Morillo, el patriota, el héroe nacional, que tan ferozmente había combatido a los franceses napoleónicos, que algo de progreso representaba esa imposición napoleónica, pero que ahora, obvio, desconoció a las cortes y no disparó un tiro contra los invasores franceses que entraban a acabar con la vigencia de la constitución, a imponer nuevamente el absolutismo e instalar de nuevo la "España Negra". A su vez, revolucionarios españoles, liberales, habían ya querido asegurar por lo pronto el constitucionalismo en América con la esperanza de luego volverlo a implantar en España. Vale la pena recordar el intento del guerrillero Mina, quien desembarcó en México para apoyar a los liberales contra el absolutista Itúrbide. Este juego entre la España y la América absolutista y la América y la España liberal quedó ocultado por la beatería esencialista, simplista y ahistórica, de las historias oficiales de las independencias, tanto de España, como de las patrias burguesas americanas.

El esquema modernizador de la educación y de la ciencia implantado por Santander tuvo entonces la oposición de las fuerzas contrarias y oscuras de la oposición cuyo odio visceral a las ideas liberales se manifestó por boca del monjecito que escupía a Boussingault cuando pasaba por la acera del convento de San Agustín.<sup>202</sup> Los enemigos de Santander eran muchos, lo eran todos los antagonistas de sus ideas de renovación de la sociedad; ellos, con su rechazo, ponen de manifiesto los conflictos ideológicos y de intereses que despertaba el personaje; no eran simplemente unas pocas gentes desagradecidas, que no reconocían los servicios prestados por el general a la independencia, como suele calificarlos la historia boba de la patria. También las ideas de Bolívar, a su regreso del sur, tenían antagonistas decididos a llevar las cosas hasta el último extremo, como lo hicieron ese 25 de septiembre. Las divergen-

201 Serrano Mangas, F. (1983) (117-128)

202 Boussingault, J. (1985).

cias entre Bolívar y Santander no fueron un encono momentáneo, sólo para lamentar: así lo quieren ver los criollos de hoy que necesitan que Santander y Bolívar "hagan" frentecito nacional, para reencuchar sus patriciados de siempre.

Derrotadas las políticas y los programas de Santander, el esquema de educación y el proyecto para la ciencia se esfumaron. Será necesario esperar el regreso de Europa en 1832 del exiliado de la patria. Santander, quien retornó al gobierno de la nación ya como presidente, no perdió un minuto en reconstruir su esquema educativo, en imponer ideas políticas, que no eran cambiantes según las circunstancias y oportunidades; volvió a jugar su papel de abanderado de las ideas de liberalismo constitucionalista representativo. La insistencia en ese proyecto indica que se trata de una voluntad política que lo coloca al lado de los hispano americanistas, sin que quede duda; ese es el proyecto de todos ellos. Pero los tiempos eran otros: los proyectos de federaciones americanas, ambos, ya no tenían vigencia; las patrias americanas se habían sumido en sus independencias, cada una a pagar la deuda externa que les había quedado del fracaso de los empréstitos, pagarla solita ya que el reconocimiento como nación "independiente" estaba condicionado a ese pago como ocurre hoy, y con ese pago a garantizar la eterna pobreza absoluta, el eterno subdesarrollo de unas patrias alquiladas por empréstitos, patrias sólo para ser ofrecidas en venta y salvarle la opción al gobierno de turno, que recibe nuevos empréstitos, y así "per secula seculorum".

Finalizado el primer régimen de Santander se pierde el rastro de Joseph Lanz; en algún momento regresó a París, pues en 1825 aparece allí como agente de la Gran Colombia ante el gobierno francés. Vicente Rocafuerte solicitó en ese año a Lanz que le hiciese saber a Francia que Méjico no aceptaba la condición que ella le imponía para el reconocimiento como nación independiente cual era recibir como rey a un príncipe de la corona española.<sup>203</sup> Boussingault en sus memorias dice que estando de visita en casa del representante inglés en Bogotá en compañía de Lanz, a cuyo servicio estaba en calidad de ingeniero, experimentó un fuerte temblor de Tierra en el año de 1826, lo que puede tanto significar que Lanz había regresado de París o tratarse de un error en la referencia a ese año, pues no indicó ni el día ni el mes,<sup>204</sup> pero para los días finales de ese año, a la convocatoria a la Academia Nacional y a la fecha de la solemne inauguración, el 6 de enero de 1827, Lanz no estaba en Bogotá. En algún momento retornó definitivamente a Europa. Cuando Santander reorganizó la Academia, por decreto de 15 de noviembre de 1832, nuevos nombres (Joaquín Acosta, Rufino Cuervo, Juan María Céspedes, Lino de Pombo y José María Triana, entre otros)<sup>205</sup> habían reemplazado a los ecuatorianos, venezolanos, fallecidos, renunciados como Domínguez y a Joseph Lanz, pues en febrero de 1832 Lanz se encontraba en París, al parecer con deseos de regresar a España pues el director del Conservatorio de Artes lo

203 Rodríguez, J. E. (1980). (217).

204 Boussingault, J. Tomo II (16).

205 Arboleda, Gustavo (1990), Tomo II, pg. 12.

recomendó como profesor de ese establecimiento. De todos modos el amigo Godoy en sus memorias recuerda haber encontrado en París a Lanz en 1837.<sup>206</sup>

### Minería, Geografía y Cartografía en las Primeras Décadas de Independencia

Concluido el proceso separatista, se abrió la naciente República al interés de naciones europeas distintas de España. 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 de Caldas 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 entre dos lugares se dedujeron de las de latitud y del rumbo entre esas localidades; los valores absolutos de longitudes continuaron siendo los de aquellos lugares en que los 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. La nación no era ya parte de un imperio en donde el Sol no se ocultaba; no era necesaria la determinación de posiciones geográficas para localizar un accidente en un globo terráqueo o un planisferio; dejó de contar la redondez del globo; lo que era necesario no pasaba muchas veces de localizar una mina con respecto a una quebrada o a una loma e indicarla en un plano topográfico local; nada de cartas esféricas. Habrá que esperar a que la sociedad que el proceso separatista desarticuló de España, se reencuentre y genere sus propias "demandas sociales" que ya se tendrán que manifestar por boca de los nuevos gobernantes y no como la voluntad del rey para que se exija nuevamente el trabajo astronómico. Entre los exploradores y cartógrafos animados del interés por la prospección minera y geológica, pueden mencionarse los nombres del ingeniero inglés Tyrrel Moore<sup>207</sup> y del capitán de ingenieros Carl von Greiff, exploradores y

206 Museo Naval, Madrid, expediente personal de Joseph Lanz.

207 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.

cartógrafos del territorio antioqueño.<sup>208</sup> Las regiones del oriente colombiano fueron objeto de trabajos por los geólogos Reiss y Stübel,<sup>209</sup> 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. Durante su travesía en los años 1868 y 1869, estos geólogos realizaron una detallada nivelación barométrica con el registro de la altura de 728 lugares, muchos de ellos, un centenar, en la exploración del volcán Galeras y otro tanto en la de los volcanes Azufral, Cumbal, Chiles y Cerro Negro de Mayasquer.<sup>210</sup>

En el aspecto cartográfico la figura principal es indudablemente la del coronel Agustín Codazzi, Director de la "Comisión 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 que se lograra una cartografía adecuada a las, para esos días, más exigentes necesidades de la nación. De todas maneras es interesante anotar cómo estos criollos del radicalismo, interesados en diferenciarse de los otros criollos, sus acérrimos enemigos, se volcaron sobre la nación que les había tocado, se propusieron conocerla, descubrir las recónditas diferencias de sus regiones, entenderlas para gobernarlas y llevarlas al progreso. Aparece una "demanda social" por ese conocimiento y aparecen atizbos de instituciones,<sup>211</sup> como el "Colegio Militar" y el Cuerpo Central de Ingenieros del estado, para esa tarea de progreso.

### El Observatorio y el Museo

Frustrados 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 que aparecieron publicadas al año siguiente con el nombre de "Observaciones Atmosféricas".<sup>212</sup> El museo que en ocasiones fue lo único que perduró del ambicioso empeño, jugará entonces un papel con respecto al observatorio durante algún tiempo. En el año de 1828 se anexó nuevamente al observatorio el Museo de Historia Natural; Benedicto Domínguez fue nombrado para dirigir ambas instituciones; por segunda vez se hizo cargo del observatorio.<sup>213</sup> En el año de 1832 fue designado Joaquín Acosta

208 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.

209 Reiss, G. y Stübel, A. (1890)

210 Estas tablas de nivelación barométrica fueron reproducidas en los "Anales de la Universidad" 7 (52) 176-192. Abril, 1873.

211 Sobre la Expedición Corográfica como proyecto radical, y bastante más, véanse los trabajos de Olga Restrepo. Restrepo, O. (1991), (1993).

212 Batemán, A.D. (1953) (68)

213 Batemán, A.D. (1953) (69)

Director del Museo Nacional, del observatorio y del Laboratorio Químico. Nuevamente fue la meteorología el campo de actividad de Acosta en el observatorio, el que estaba localizado en el solar del fondo de la casa, 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, algunos tomados del Semanario y otros no. Acosta bautizó esta compilación de la producción caldasiana y de trabajos de otros autores con el nombre de "Semanario",<sup>214</sup> pero sin dejar ver que se trata de una publicación periódica que apareció semanalmente; a ella agregó otros escritos de Caldas. Hace falta en este país una verdadera reedición crítica de esta notable empresa de Caldas. 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. El Colegio Militar había sido creado por la Ley 6 del 12 de junio de 1847.

#### 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. Y cuando no el abandono, entonces el destino para otros usos, como en 1857 en que se encargó a un artista para que lo usase a cambio de cuidarlo y hacerle las reparaciones del caso.<sup>215</sup> También se usó como fábrica de helados y taller de daguerrotipo. "Pero en la mente del ejecutivo se mantuvo la idea de ponerlo a disposición de alguno de los gobiernos europeos (1856) para que enviase profesores a difundir esos conocimientos, "pero mejor que la idea salga de la representación y no del ejecutivo", lo que se reiteró al año siguiente.<sup>216</sup> 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. Las dos naciones habían permanecido sin relaciones diplomáticas hasta bien avanzado el siglo XIX. Coincidieron unos

sucesos entre colonos españoles y terratenientes peruanos y un desacato oficial a un representante español con la presencia en esas costas de la "Escuadra del Pacífico", enviada por España a "mostrar la bandera y hacer notar la pujanza de la regenerada España", de modo que se generaron incidentes que desembocaron en el ataque al puerto del Callao. Borda tomó parte en la defensa del puerto. Borda estaba en la batería "La Merced", lo acompañaba allí el ministro peruano José Gálvez. La batería estaba dotada con dos cañones "Armstrong", cuyos proyectiles de 300 libras apenas la fragata blindada Numancia de la escuadra atacante podía resistir; iniciado el combate recibió la batería un impacto directo desde la fragata Blanca que motivó la voladura y muerte de quienes la atendían. Los lentos cañones de las baterías peruanas pusieron fuera de combate a la fragata Berenguela y averiaron a la Almansa y a la citada Numancia; el puerto se salvó y los atacantes no insistieron.<sup>217</sup>

Restablecida la normalidad en el año de 1862, fue Indalecio Liévano quien hubo de reiniciar las tareas del observatorio. Contó Liévano con el joven José María González Benito como ayudante, pero no por mucho tiempo. Años más tarde, en 1866, retomó Liévano la dirección del observatorio. Esta vez como jefe de la Oficina Central del Cuerpo de Ingenieros Nacionales. 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 la oficina central del Cuerpo de Ingenieros del Estado, a la que se adscribió el observatorio. Se le hicieron algunas reparaciones al edificio, que tanto abandono había tenido; merece destacarse la reposición de la cinta meridiana del piso del salón principal. Caldas la había colocado en plomo, pero las tropas que en alguna ocasión -la revolución de 1854- lo invadieron para atacar el vecino cuartel de San Agustín, la fundieron para fabricar balas. Por orden de Mosquera se colocó la que hoy existe, en latón, en la que se dejó una inscripción alusiva. Como el edificio no fue orientado correctamente, Liévano y González Benito supusieron que había sido trazado siguiendo la indicación de una brújula y que la discrepancia entre la cinta meridiana y la orientación de la obra correspondía al valor de la declinación magnética en tiempos de la construcción del edificio.<sup>218</sup> 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 el 14 de noviembre de 1866, cuyo radiante no estaba lejos de Regulus. Los serenos de la ciudad; unos serenateros que acertaron a pasar por el observatorio indagaron por el fenómeno y terminaron de ayudantes. En algún momento de estos años realizó algunos trabajos astronómicos Shirley Hamilton, hermana del director del observatorio de

<sup>214</sup> La aludida publicación fue hecha en París en 1849 por la Librería Castellana, Lasserre, Editor.

<sup>215</sup> *Gaceta Oficial* (Bogotá), 14 de febrero de 1856. Año XXV, No. 1903, pg. 75.

<sup>216</sup> *Gaceta Oficial* (Bogotá), 10 de febrero de 1857. Año XXVI, No. 2067.

<sup>217</sup> Para mayor información sobre el combate del 2 de mayo de 1866 en que perdió la vida José Cornelio Borda, véase García Martínez, J.R. (1991)

Edimburgo, Sir Rowan. La promisoría actividad del observatorio no habría de durar mucho tiempo pues el 23 de mayo de 1867 nuevos acontecimientos políticos interrumpieron esas labores. 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. El destino hizo que en esta ocasión el observatorio funcionara como prisión de Estado: el prisionero fue don Tomás Cipriano de Mosquera. Preso Mosquera por la Guardia y encargado en el 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. Se conserva una fotografía del general, con gorro de tela, jugando una partida de ajedrez en la terraza del observatorio.

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.

### Conclusión del Siglo XIX

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 algunos 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 por Ley del 22 de septiembre de ese año, durante el gobierno de Santos Acosta, 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 relación con astrónomos de renombre, y los estudios que por su cuenta realizó. La fusión con la universidad, con sus escuelas profesionales, llevó a relacionar al 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 vinculación con la universidad motivó un interés adicional por la astronomía matemática

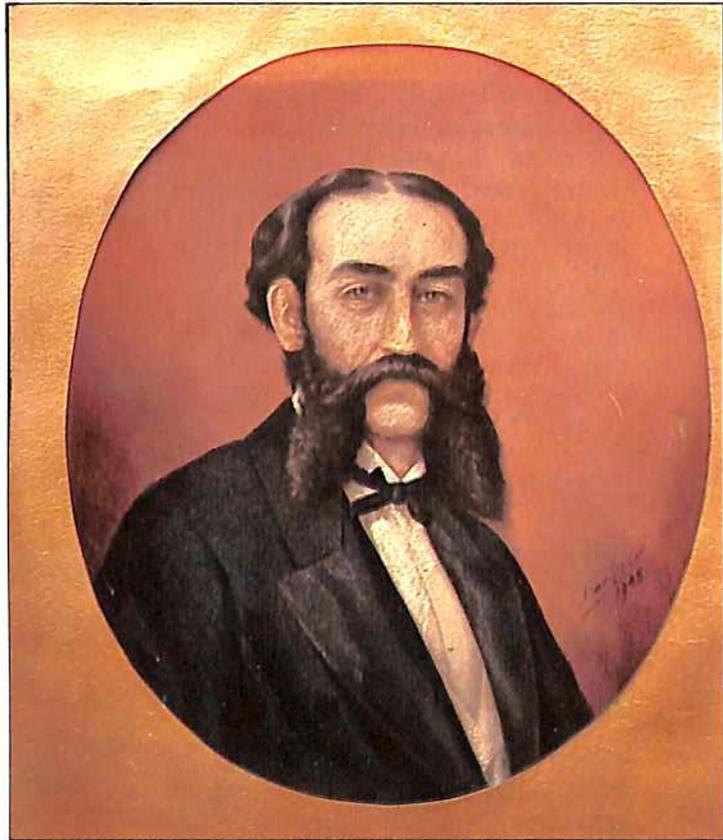
y dinámica, como luego se detallará. Este proceso de vinculación gremial de la ingeniería a la astronomía, cartografía y geografía, de entrada del estilo académico universitario al observatorio y de la conexión con las matemáticas elevadas, llevó su tiempo antes de dar frutos, como se verá adelante. Por lo pronto hay que verlo como un abanico de opciones y de tendencias no siempre coincidentes nacidas de esa pertenencia del observatorio a la universidad.

### José María González Benito

José María González Benito nació en Zipaquirá el 1 de septiembre de 1843; en 1857 ingresó al colegio de don Manuel Peña en esa ciudad, del que salió con buena preparación en matemáticas y con posibilidad de trabajar la agrimensura; la ocasión se le presentó cuando colaboró como ayudante de Manuel Ponce de León en levantamientos topográficos de las salinas de Zipaquirá y pueblos vecinos; aquí aprendió de su jefe el cálculo diferencial e integral. Estos eran unos tiempos en los que se habían abolido los títulos y la enseñanza formal de profesiones: la educación era asunto de relaciones personales que configuraban redes sociales de transferencia de saberes. Más tarde fue ayudante de Indalecio Liévano en el trazado del ferrocarril de Zipaquirá a Nemocón. Hubo de trasladarse con su padre a Anolaima por trastornos civiles; durante esa permanencia comenzó a interesarse por la geología y la paleontología; ello lo indujo a recorrer la cordillera de Sumapaz a Tunja. Algún tiempo después, el 14 de abril de 1862, recibió su primer empleo: ayudante de Indalecio Liévano en el Observatorio Astronómico, actividad que ya se reseñó. La permanencia no fue muy larga, hasta diciembre del año siguiente, pero sí fructífera pues agregó la astronomía y la meteorología a sus temas de interés. Regresó a Zipaquirá en donde trabajó la ingeniería en asocio de su profesor Peña, que era un ingeniero egresado del colegio militar. Pasó más tarde a Bucaramanga al servicio de los señores Lenguerke con el encargo de levantar terrenos baldíos lo que le reportó el conocimiento de la salvaje naturaleza del Magdalena Medio de esos tiempos y le dejó ahorros como para pensar en un viaje a Europa, que realizó a fines de 1864. Fue un viaje provechoso para el joven González Benito no sólo en el campo de la ingeniería, pues se hizo a buenos instrumentos, sino también en el de la ciencia astronómica pues tuvo la oportunidad de seguir algunos cursos y atender conferencias de importantes personajes como Leverrier y Boussingaut, que le reforzaron sus campos de interés astronómicos y mineralógicos.<sup>218</sup> Ya de regreso a Zipaquirá, apenas llegado, recibió un llamado del Poder Ejecutivo que lo requería como ayudante de la Oficina Central del Cuerpo de Ingenieros, por tercera vez al lado de Indalecio Liévano y por segunda en la torre del observatorio. Esto ocurrió en septiembre de 1866. Pocos meses antes había recibido el título de ingeniero, en asocio de otros notables, que entraron a conformar el citado cuerpo.

Creada ya la Universidad Nacional, fue nombrado González Benito en enero de 1868 profesor de astronomía y meteorología; al siguiente mes el

<sup>218</sup> Diodoro Sánchez (1906): Biografía de José María González Benito. "Anales de Ingeniería" N° 165 y 166, pg. 135.



Jose María González Benito (1843-1903)  
Oleo. Observatorio Astronómico Nacional.

rector Manuel Ancízar lo nombró director del Observatorio Astronómico; allí duró poco tiempo.

Retornó González Benito a Zipaquirá y a sus estudios geológicos con el empeño de completar trabajos iniciados con anterioridad. Completó entonces una "Carta geológica de la altiplanicie de Bogotá" que remitió desde Zipaquirá en octubre de 1980 al Gobierno Nacional que la recibió agradecido.<sup>219</sup> No perdió interés en la meteorología ni en la Universidad Nacional pues los registros que hizo en Zipaquirá durante estos días los envió al rector de ella.<sup>220</sup>

En Febrero de 1871 retornó González Benito a la cátedra en la Universidad Nacional, esta vez para las asignaturas de geología y paleontología; en marzo retornó a la dirección del Observatorio Astronómico y a la cátedra de astronomía y meteorología. En esta nueva oportunidad tuvo brillante nómina de alumnos, lo que le había faltado tres años atrás. Entre los alumnos recordemos a Francisco Montoya, Modesto Garcés, Ruperto Ferreira y Enrique Morales. Las clases se dictaron algunas veces en el recinto del observatorio, otras en el claustro de Santa Inés, sede en ese entonces de la Escuela de Ingeniería. La escasa dotación que aun conservaba el observatorio quedó reseñada en el inventario que se practicó el 8 de abril: un pluviómetro, dos brújulas y un cronómetro, la meridiana del piso del salón, unos pocos muebles y cajas vacías de instrumentos desaparecidos. Este inventario apareció publicado en los Anales de la Universidad<sup>221</sup> y fue reproducido por Anales de Ingeniería.<sup>222</sup> Se trabajó entonces con instrumentos de propiedad de González Benito o que Indalecio Liévano facilitó. También González Benito se hizo cargo de gastos de funcionamiento y no aceptó sueldo alguno, lo que motivó recelos de sus colegas, y posiblemente también su retiro y la suspensión de las actividades del observatorio, lo que ocurrió en agosto de 1872. Se dedicó entonces a la observación astronómica desde su casa de habitación y a enviar a Europa los resultados, en especial la observación de la lluvia de estrellas fugaces del 24 de noviembre.<sup>223</sup> En fecha 12 de agosto de ese mismo año ya había sido nombrado de nuevo profesor de astronomía y geodesia en la Escuela de Ingeniería y el 18 de septiembre nuevamente director del observatorio por decreto del Poder Ejecutivo. Aunque González Benito ya tenía proyectado un nuevo viaje a Europa, hubo de aplazarlo a petición de sus discípulos que no deseaban quedara trunco el curso sin haberle presentado examen. Viajó como cónsul en Southampton, pues también había recibido ese empleo, que no le impidió continuar con su interés científico. 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. De Luis Lleras Triana, que era

<sup>219</sup> Las notas cruzadas al respecto se encuentran en "Anales de Ingeniería" N° 165 y 166, pg. 137.

<sup>220</sup> La respuesta de Manuel Ancízar está publicada en "Anales de Ingeniería" N° 165 y 166, pg. 137 a 139.

<sup>221</sup> "Anales de la Universidad" (Bogotá) 5 (25): 120-121. Enero-Marzo. 1871.

<sup>222</sup> El inventario está reproducido en "Anales de Ingeniería" N° 165 y 166, pg. 140.

<sup>223</sup> Esta observación fue publicada en 1877 en París en el tomo 5° de "Etudes et Lectures d'Astronomie".

catedrático de astronomía y geodesia, se conserva un interesante documento sobre el observatorio, del que el rector de la Universidad Nacional incorporó partes en su informe al Secretario de lo Interior y Relaciones Exteriores.<sup>224</sup> El profesor Lleras recomendó se instale un ecuatorial sobre la torre de la escalera con una cúpula giratoria con su correspondiente ventana. Con respecto al instrumento meridiano y al péndulo sideral, recomendó instalarlos en una caseta con ranura meridiana construida sobre la terraza del cuerpo principal del edificio. Consideró Lleras Triana que, sin querer dotarlo como observatorio astronómico y meteorológico, sólo bastaría agregar un sextante con horizonte artificial, un termómetro y un barómetro, para dejarlo útil a la formación de los "ingenieros geógrafos, para la determinación de la hora, la longitud y la latitud de un lugar por procedimientos astronómicos". Así podrían los "jóvenes ingenieros provistos de sextante y cronómetro, contribuir poderosamente a la corrección de nuestras cartas geográficas, remitiendo las observaciones que hicieran en el territorio de sus respectivos estados, bien en el desempeño de algún trabajo propio de su profesión, o bien por puro amor a la ciencia, al Director del Observatorio, quien las coleccionaría y haría publicar en los Anales de la Universidad". Aparece aquí manifestada en su forma más simple la entrada académica y gremial del ingeniero en las tareas del observatorio. Lo aquí propuesto tomaría cuerpo en la década siguiente. Quedó también de Lleras Triana una traducción de la "Geometría" de Legendre.<sup>225</sup>

Durante la permanencia en Europa no perdió González Benito la ocasión de mejorar sus conocimientos científicos, lo que hizo inscribiéndose en cursos de astronomía que hizo con Puisse, y de geología con Daubree. No descuidó tampoco su interés en hacerse a importantes relaciones no sólo de carácter personal sino institucionales que le habrían de ser muy provechosas. Entre las primeras cabe destacar la amistad con Flammarion quien le dirigió a Southampton invitación a viajar a París para un paseo en globo.<sup>226</sup> No olvidó promover acciones en beneficio de sus compatriotas, como cuando en petición al congreso colombiano, elevada desde París en enero de 1874, en asocio con compatriotas residentes en Europa, llamó la atención sobre los extraordinarios méritos de José Jerónimo Triana, la estima que se le tenía en el viejo continente, y la conveniencia que el ilustre botánico representante a la patria en ese ámbito, cosa que ocurrió con el nombramiento de Triana como cónsul en París, cargo que desempeñó por dos décadas

No bien había regresado González Benito cuando recibió el diploma que lo acreditaba miembro de la "Royal Astronomical Society" y poco después la determinación en firme del Gobierno de reorganizar el observatorio mediante la celebración de un contrato el 19 de abril de 1875, que apareció en el "Diario Oficial" del 27 de ese mes. El contrato incluía la venta a la nación de parte del propio instrumental como dotación del observatorio. Entre los aparatos

224 Plata Azuero, M (1877).

225 Legendre, A.M. (1866)

226 La carta de Flammarion está publicada en "Anales de Ingeniería" N° 165 y 166, pg. 147, en traducción al español.

entregados por don José María se cuentan un instrumento ecuatorial adaptado a la latitud de Bogotá con accesorios, un anteojo de pasos meridianos, un teodolito astronómico con círculos graduados en plata, un anteojo de cinco y medio pies de distancia focal en montura de altacimut, un espectroscopio de primas y otro pequeño ecuatorial. El Gobierno, una vez instalados y recibidos a satisfacción, pagó la suma de 2275 pesos. Parte de ese instrumental aún se conserva en el observatorio. También debería González Benito dirigir la construcción de una cúpula giratoria sobre la torre de la escalera. La guerra civil, de la que ya se dio trágica cuenta, trastornó esta reorganización pues hubo de actuar como prefecto suplente del Departamento de Zipaquirá. Eran los tiempos del Estado de Cundinamarca. Estando en Riohacha, de paso para un nuevo viaje a Europa y con intenciones de exportar algunos productos naturales, tagua, quina, etc., conoció a la que sería su esposa, dama emparentada con Indalecio Liévano. Camilo Flammarion fue padrino de la boda.<sup>228</sup>

En 1879, recibió González Benito de la casa Secreta de París un reflector ecuatorial para montar un observatorio particular; ya el año anterior Flammarion le había contado de la muerte de Leverrier, de cómo había quedado huérfano el Observatorio de París y de su intención de erigir un observatorio privado. También le indicó que en una publicación suya le había incluido el trabajo sobre la lluvia de estrellas fugaces de 1872.

Mediante nuevo decreto del 3 de septiembre de 1880 renovó el Gobierno el nombramiento y contrato con González Benito para la dirección del Observatorio Nacional y nombró a Ruperto Ferreira como subdirector. Esto motivó el traslado de Zipaquirá a la capital de la familia de don José María. Instrumentos adicionales fueron encargados entonces y se anunció por medio de una circular la reapertura de tareas a la comunidad astronómica, que siempre tan cohesionada, registró en sus publicaciones con interés el asunto, destacando la situación próxima al ecuador y la gran altura sobre el nivel del mar que tenía el establecimiento.<sup>229</sup> De estos días de euforia oficial por la ciencia datan dos placas conmemorativas: una recordó el 29 de octubre de 1881, con fervor patrio la casa en donde habitó Caldas en Santafé, en la carrera octava, hoy reconstruida como Museo de Caldas; la otra colocada en el edificio del observatorio conmemoró la reorganización de esos días; hoy se encuentra en el interior de la torre de la escalera. Se hicieron en ese entonces algunos arreglos locativos como la construcción en el jardín de una caseta para los instrumentos meteorológicos recién llegados y el cambio de la pared que cercaba el antiguo solar de la Casa de la Botánica por una reja metálica sobre la calle 8a. y la carrera de igual denominación.

De esos días es la extraña consulta a González Benito, que le formularon en vista de la posición geográfica del observatorio, para dirigir una polémica planteada al director del Observatorio de Nápoles por alguien que aseguraba

227 La comunicación, sin la lista de los demás firmantes está publicada en "Anales de Ingeniería" N° 165 y 166, pg. 149 y 150.

228 Apartes de la carta de respuesta de Flammarion se leen en Sánchez, D (1906), pg. 154.

229 Flammarion lo anunció en "Etudes et Lectures d'Astronomie" 8, pg. 297. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 35, 1, pg. 12, también lo comunicó

que debía haber una diferencia en el comportamiento de la rotación diurna aparente de los dos hemisferios celestes, sur y norte, que podría ser aclarada con observaciones hechas en algún lugar con pleno dominio sobre ambas porciones de la bóveda celeste, como si no fuera la rotación sobre su eje de la sólida Tierra la causa de ese movimiento aparente. Lo que el asunto pone de manifiesto es la aceptación internacional que González Benito había logrado para el observatorio de Bogotá.<sup>230</sup>

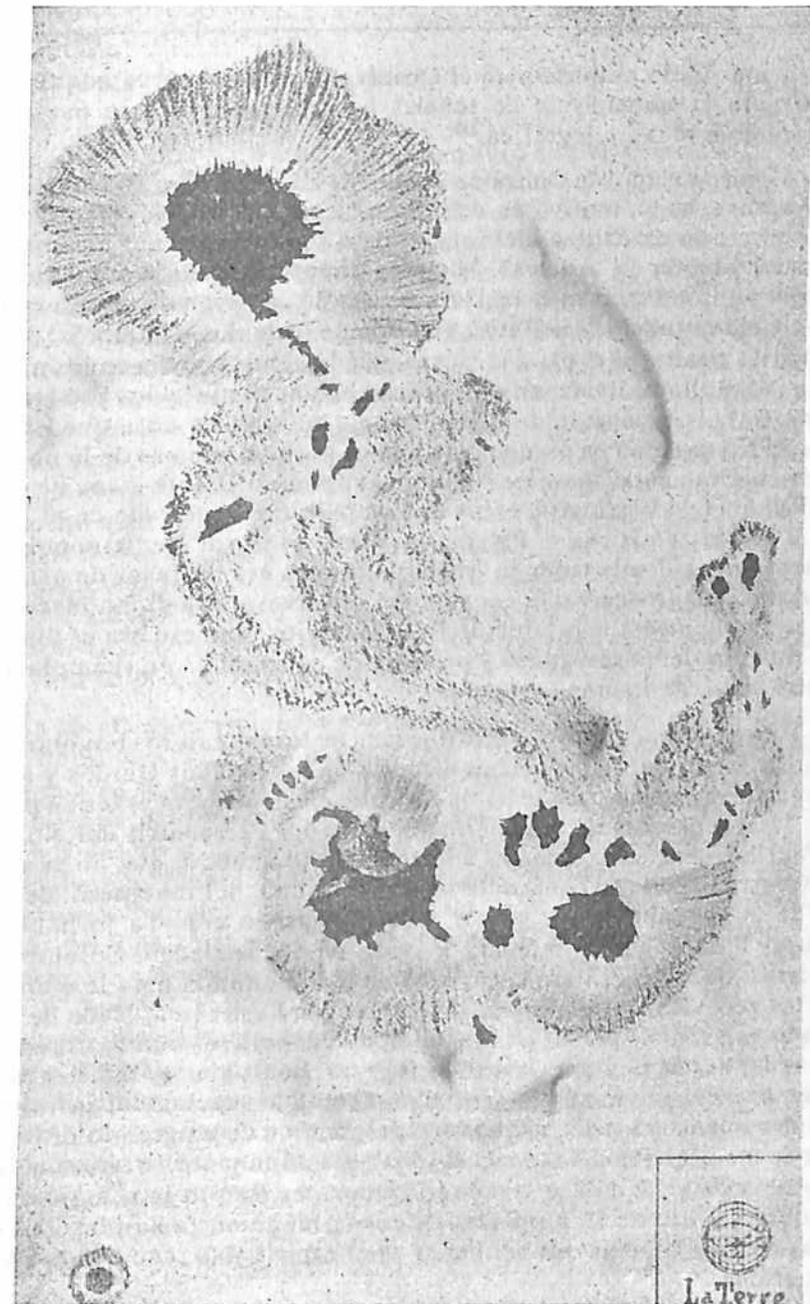
Con la llegada del instrumental recientemente pedido, quedó el observatorio dotado con un refractor de 16 cm de abertura instalado en la cúpula que corona la torre de la escalera, complementado con numerosos accesorios, a lo cual se agregó la dotación de una estación meteorológica completa.

Entre los acontecimientos astronómicos del año 1881 hay que mencionar el paso de Mercurio frente al Sol ocurrido el 7 de noviembre. Un evento similar pero menos común ocurrió un año después; el 6 de diciembre de 1882 tuvo lugar el paso del planeta Venus por delante del disco solar; todas las fases del fenómeno fueron visibles desde Colombia. El evento fue registrado simultáneamente por dos grupos: en el Observatorio Nacional por Indalecio Liévano, Fabián González Benito y Benjamín Ferreira; en el Observatorio Flammarion por don José María, Ruperto Ferreira, Justiniano Cañón y Francisco Montoya.

La observación de cometas centró también la atención de esos días, tanto del observatorio, como del público general. Entre el 12 y el 24 de julio de 1881 observó González Benito un cometa en el cielo boreal, lo que comunicó al público con instrucciones para su difícil observación. Once meses después apareció en el firmamento ese magnífico cometa de 1882, que el público admiró sin dificultad y que fue un acontecimiento mundial. Un grabado ilustrando ese cometa sobre el cielo oriental de Bogotá, basado en un dibujo de Urdaneta, fue publicado en el "Papel Periódico Ilustrado", con comentarios de Eloy B. de Castro y Luis Lleras.<sup>231</sup> También en ese año le fue asignada al observatorio de Bogotá una zona del cielo para observación sistemática situada entre los paralelos 40° y 55° de declinación norte.<sup>232</sup> Participó González Benito en las consultas internacionales que se hicieron sobre unificación del manejo de la hora a nivel global, las que culminaron en la reunión de Washington de un congreso internacional en 1884, el que adoptó el meridiano de Greenwich como referencia para las longitudes geográficas.

A comienzos de 1886 le fue prorrogado por seis años más a González Benito el contrato que había firmado para la marcha del Observatorio Nacional con la obligación adicional de entregar a la Secretaría de Instrucción Pública los informes sobre las observaciones hechas, las que habría de remitir para su oportuna publicación en los "Anales de Instrucción Pública".

Amplió González Benito la red de sus intercambios internacionales de información astronómica con el Observatorio Vaticano que dirigía Francisco



Dibujo de la gran mancha solar de agosto de 1893, hecho por José María González Benito, tal como apareció en el boletín de la Sociedad Astronómica de Francia, 1894, segundo trimestre

<sup>230</sup> Las comunicaciones pertinentes están publicadas en "Anales de Ingeniería" N° 165 y 166, pg. 161 a 163.

<sup>231</sup> "Papel Periódico Ilustrado" N° 29, Año II, pg. 71 a 73, Bogotá, 1882.

<sup>232</sup> Mencionado en *L'Astronomie* de París, 1882, pg. 233.

Denza y más tarde propuso para el Observatorio Nacional la adquisición de equipo para la transmisión de señales horarias al territorio nacional por intermedio de la red telegráfica.<sup>233</sup>

Algún concepto de González Benito, desafortunado o malintencionadamente aprovechado, motivó un desobligante comentario adverso al director del observatorio en vísperas del vencimiento de su contrato.<sup>234</sup> Esta antipática acción del director de "Anales", Abelardo Ramos, había sido precedida meses antes por la promoción en esa misma revista de un joven discípulo suyo, que en un artículo titulado "Lucífero", con lujo de fórmulas y números, demostró matemáticamente que el planeta Venus, que la gente tomaba en los amaneceres por la estrella de Belén -en esos días no había "ovnis" y los extraterrestres estaban en la imaginación de Flammarion-, no era otra cosa que el planeta Venus.<sup>235</sup> No tardaron en producirse algunos hechos, además de la no renovación de contrato para González Benito: al coronar brillante etapa de estudios en la Facultad de Ingeniería, el joven discípulo fue nombrado en el Instituto Central de Matemáticas e Ingeniería como profesor de trigonometría y agrimensura, en donde también Abelardo Ramos era profesor de astronomía y geodesia. Luego ocurrió la anexión del observatorio a dicho instituto y el nombramiento meses más tarde de Julio Garavito -que ese era el discípulo-, como director del observatorio y profesor de astronomía en reemplazo de su maestro Abelardo Ramos.

Para el gremio profesional utilitarista de los ingenieros bogotanos, para Abelardo Ramos que había hecho estudios en los Estados Unidos y adherido a la escuela americana, que se había formado en su primera práctica profesional en las comisiones de ingenieros ingleses del Ferrocarril del Norte, este José María González Benito era un personaje incómodo, que no se ajustaba con exclusividad al uso como actividad profesional del ingeniero, de aquella parte de la astronomía que ya por esos días así lo era. Ya lo había dicho Abelardo Ramos recién iniciada la vida de la Sociedad Colombiana de Ingenieros: que el ingeniero necesitaba de la astronomía para la elaboración de cartas geográficas y el país de ingenieros para esa tarea. Nada de divagaciones astrales, ni de perder tiempo midiendo cabelleras cometarias ni precisando radiantes de lluvias de estrellas fugaces, ni dibujando inútiles manchas solares, ni menos tomando la astronomía como vivencias del infinito; esas cosas no cabían dentro del utilitarismo pragmático de un gremio profesional, que ya se manifestaba del lado de la ideología dominante, afianzada después de la guerra de los mil días. José María González Benito se refugió entonces en el observatorio de su propiedad, y desde luego en la solidaridad de sus muchos amigos, algunos sus hermanos en el espiritismo, como lo era Camilo Flammarion.

233 "Anales de Ingeniería" N° 37, pg. 7, agosto de 1890.

234 "Anales de Ingeniería" N° 47, pg. 321, junio de 1891.

235 "Anales de Ingeniería" N° 42, pg. 172, enero de 1891. El artículo está precedido por una nota (del editor) en la que se sugiere la vigilancia de las tareas del observatorio por la Sociedad Colombiana de Ingenieros y se encarga al joven discípulo de aclarar el asunto de la estrella de Belén, con lo que queda en claro lo que estaba tramando el profesor.

### El Observatorio Flammarion

Zipaquirá fue la sede del primer observatorio de su propiedad que instaló don José María; en esa localidad no duró mucho, apenas unos dos años, 1879 y 1880. Cuando González Benito se trasladó definitivamente a Bogotá para asumir nuevamente la dirección del Observatorio Astronómico Nacional, instaló en su casa del Parque de los Mártires sus instrumentos astronómicos. La inauguración del observatorio el día 31 de mayo de 1881 resultó ser un acontecimiento por la presencia sorpresiva de personajes del gobierno y la diplomacia. Indalecio Liévano pronunció un discurso.<sup>236</sup> La prensa local hizo eco del acto y muchos boletines astronómicos reprodujeron la circular que González Benito envió el 1° de enero de 1882 anunciando la instalación del nuevo observatorio.<sup>237</sup> El equipo de que disponía estaba constituido por un ecuatorial de 95 mm de abertura y 1650 de distancia focal, otro antejo similar pero en montura de altacimut, varios accesorios a los que se agregó más tarde un teodolito astronómico que le llegó en 1894. La noticia de un observatorio en América con el nombre de Flammarion motivó el que comenzaran a aparecer sociedades astronómicas con ese nombre en España y en Francia (Orne).<sup>238</sup> La existencia del observatorio bogotano motivó también el que un noble espíritu le donara a Flammarion una propiedad en Juvisy para que allí construyera su propio observatorio.<sup>239</sup>

En los años que siguieron a la inauguración, el Observatorio Flammarion trabajó conjuntamente con el Nacional en la observación simultánea de eventos que ya se relata, pero a partir de 1892, a raíz de la no renovación del nombramiento del director del observatorio oficial, González Benito se dedicó por entero a su Observatorio Flammarion. El ingreso a la Sociedad Astronómica de Francia tuvo lugar el año de 1893. Fue presentado por Flammarion y Bouquet de la Grye en la sesión del 1 de marzo; admitido en la siguiente del 5 de abril en calidad de miembro fundador y como tal apareció en las listas de miembros de ese año y siguientes.<sup>240</sup> Poco después del ingreso comunicó don José María a sus colegas de esa sociedad la intención de construir un observatorio de alta montaña a 3.300 metros sobre el nivel del mar, que esperaba localizar en las vecindades del camino de Bogotá a Choachí. El anuncio de ese propósito, y del deseo de dedicarlo a otro célebre astrónomo francés que la sociedad astronómica determinarse, fue presentado en la sesión del 3 de mayo. Flammarion propuso a Hervé Faye; la corporación aplaudió la idea y aclamó el nombre propuesto que era el del presidente honorario de la institución,<sup>241</sup> que había sido director tanto del Observatorio de París como de la Oficina de Longitudes, un antiguo discípulo de Arago.

236 "Anales de Ingeniería", 1907, N° 167 y 168, pg. 196 y 197.

237 La circular que incluye las coordenadas geográficas de la instalación está reproducida en "Anales de Ingeniería" N° 167 y 168, pg. 199.

238 "Anales de Ingeniería" N° 167 y 168, pg. 201.

239 "Anales de Ingeniería" N° 167 y 168, pg. 205.

240 "Bulletin de la Société Astronomique de France", 1893, pg. 30 y

241 "Bulletin de la Société Astronomique de France", 1893, pg. 36.

González Benito realizó a fines de ese año muchas observaciones de una notoria mancha solar. La comunicación y el detallado dibujo de la mancha, aparecieron publicados en el boletín de la sociedad astronómica francesa del año siguiente.<sup>242</sup> Otro objeto de observación del año 92 fue el planeta Marte; en la sesión del 4 de octubre, presidida por Tisserand, la sociedad apreció los 24 dibujos del planeta en oposición que les había enviado González desde Bogotá.<sup>243</sup> No faltó en ese año de 1893 un cometa. González Benito observó en Bogotá desde el 1 de julio un cometa; también lo observó Quénnisset desde el Observatorio de Juivisy el día 9 de ese mes, cosa que comunicó a la comunidad astronómica. El cometa se llamó Rordan-Quénnisset, y don José María perdió su oportunidad.<sup>244</sup>

En el año de 1894 el Observatorio Flammarion se trasladó a una casa de la carrera séptima; esta fue una localización transitoria pues desde dos años antes don José María estaba construyendo una edificación de tres pisos en la calle 16 arriba del Parque de Santander, con cimentaciones y muros diseñados para recibir en el tercer piso un ecuatorial de mayor tamaño que le llegó en 1895; fue construido por Secretan de París, bajo la supervisión de P. Hunry. El traslado a la calle 16 se efectuó en el siguiente año.

En septiembre de 1898 el Observatorio Flammarion anunció la visibilidad de un cometa en los cielos bogotanos y mencionó otros cometas, visibles con telescopio, que lo acompañaban en esas noches.<sup>245</sup> Desde Septiembre de 1899 anunció González Benito la reaparición que ocurriría, para admiración de los bogotanos, de las estrellas fugaces que él ya había visto en 1867.<sup>246</sup>

La organización de sociedades que propendieran por el cultivo del saber, la difusión del conocimiento y la educación fue un constante empeño de estos radicales ilustrados, producto de arraigo en la América hispana de las "luces" que dejaron en ella borbones, liberales constitucionalistas e hispano-americanistas durante el proceso separatista y las décadas que lo precedieron. Ya en 1872 González Benito había participado en asocio de Felipe Zapata, Antonio Vargas Vega, Ruperto Ferreira, Luis Lleras, Indalecio Liévano, Liborio Zerda, Florentino Vezga, Francisco Montoya y Rafael Nieto París, en una sociedad llamada Instituto de Artes y Oficios que había sido precedida de otra llamada "Amigos de la Luz" fundada por Rafael Zerda Bayón el año anterior.<sup>247</sup> Una nueva empresa similar ocupó el interés de los últimos días de González Benito: la constitución de un Instituto de Colombia, compuesto por tres academias: de matemáticas, de ciencias naturales y de ciencias morales y políticas. El primero de enero de 1903, pasada ya la guerra llamada de los mil días, convocó don José María a lo más granado de la intelectualidad y el

242 "Bulletin de la Société Astronomique de France", 1894, pg. 104-106.

243 "Bulletin de la Société Astronomique de France", 1893, pg. 43.

244 "Bulletin de la Société Astronomique de France", 1893, pg. 191.

245 "Anales de Ingeniería", 1906, N° 165 y 166, pg. 173-174.

246 "Anales de Ingeniería", 1906, N° 165 y 166, pg. 175.

247 "Anales de Ingeniería", 1906, N° 165 y 166, pg. 141-143.

arte capitalinos; logró hacerse a la voluntad de ese selecto grupo. A la puesta en marcha del instituto dedicó los meses que precedieron a la fecha prevista para inaugurarlos que era el 27 de Julio. Por un serio ataque que sufrió la víspera de la inauguración falleció José María González Benito en la tarde del 28 a la edad de 60 años.<sup>248</sup> Además de las numerosas manifestaciones públicas que en Bogotá suscitó su desaparición, Flammarion le dedicó nobles palabras necrológicas en el órgano de la Sociedad Astronómica de Francia.<sup>249</sup>

Su Observatorio Flammarion pasó a manos de su yerno don Manuel Laverde Liévano, quien continuó las aficiones del fundador. La imponente casa de la calle 16, con la caseta giratoria que servía de cúpula y albergue al ecuatorial, y de adorno a los tejados, fue demolida hace pocos años. Así se van borrando los rastros de este señor del espíritu que fue José María González Benito.

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 y Oficial de Instrucción Pública de Francia, 1903.

### 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.<sup>250</sup> Mientras tanto la sociedad en sus Anales ya venía publicando efemérides astronómicas, para atender también las demandas de la ley colombiana en lo relativo a adjudicación de baldíos, las que comenzaron a aparecer en 1887 y 1888.<sup>251</sup> La verdadera respuesta de la Escuela de Ingeniería al reto de don

248 Véase biografía por Diodoro Sánchez. "Anales de Ingeniería" N° 167 y 168, pg. 215-243.

249 "Bulletin de la Société Astronomique de France", 1903, pg. 456.

250 Ramos, A. 1888.

251 Anales de Ingeniería N° 3, 5 y 6

Abelardo no tardó en aparecer: En el número 57 de los Anales de Ingeniería, de abril de 1892, se inició una serie de artículos por Julio Garavito Armero, titulada "Determinación Astronómica de Coordenadas Geográficas". En ellos se exponían los métodos más convincentes 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 Talcott, 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 su 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 retícula, 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.<sup>252</sup> Aquí se ve don Julio como un ingeniero práctico, que lo era. Los resultados de esta acción no se hicieron esperar mucho: pronto aparecieron publicados en los "Anales" las más lúcidas tesis de grado referentes al tema, como la de Pedro María Silva.<sup>253</sup> Este asunto merece ser tratado con cuidado. En la literatura se ha venido repitiendo y desde luego intensificando la calificación del ingeniero bogotano -por contraposición al de "minas" de Medellín- como "ingeniero burócrata diletante", o "ingeniero matemático",<sup>254</sup> y más recientemente "ingeniero científico",<sup>255</sup> sin caer en cuenta que, enseñada esa astronomía en el programa de estudios que conduce a título, se convierte en asunto de la profesión, se constituye en ingeniería, incorporada al conocimiento profesional de ese gremio y que por lo tanto se ejerce como tal, como ingeniería, como cualquier otro tópico de la profesión. El ejercicio profesional de ese asunto llevó a algunos ingenieros a descollar en ese tópico y a saber mucho sobre ello, más si fueron profesores de la universidad, caso en el que a su condición gremial de ingenieros agregaron la de profesores universitarios. Unas sólidas bases le permiten al ingeniero hacer muchas cosas; si ellas se derivan directamente de lo aprendido para obtener el título, siempre las ejercerá como ingeniería, independiente ello de que sean o no "ciencia".

### 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 de alto nivel para el perfeccionamiento 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.<sup>256</sup> A

<sup>252</sup> Garavito, Armero, J. (1892, 1893, 1894).

<sup>253</sup> Silva, P. M. (1898)

<sup>254</sup> Safford, Frank (1989); Mayor, Alberto (1965)

<sup>255</sup> Obregon, Diana (en prensa).

<sup>256</sup> 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 1, N.º 1. Bogotá. 1803.

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 de 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 de 0.3 de segundo de tiempo de longitud y 0.5 de segundo de arco de 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. Aparte del trabajo de los ingenieros de planta de la oficina, se invitó a los profesionales a que, aprovechando sus excursiones, coadyuvaran a los fines de la misma, con observaciones hechas en coordinación con el observatorio. La ingeniería asumiendo la tarea en su condición profesional de gremio. 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 1897, dieron el dato de 4° 35' 55.19" al norte del ecuador;<sup>257</sup> a la longitud, en su condición de origen, se le asignó el valor cero. La publicación "Coordenadas Geográficas determinadas por la Oficina de Longitudes", en 1918, con una segunda edición en 1921, recopiló los cuadros de las coordenadas de las poblaciones y ciudades resultado de los labores de la oficina, e incluyó materiales referentes a su organización.

Pero el origen de esta Oficina de Longitudes fue la necesidad del Estado de atender la demarcación de la frontera con Venezuela, lo que motivó que a la Sociedad de Ingenieros se le pidiese concepto sobre la puesta en práctica del pacto a que habían llegado las dos naciones vecinas para ejecutar el Laudo Arbitral dictado por la reina regente de España en 1891. Un extenso memorando de los socios comisionados por dicha sociedad, elaborado por los ingenieros Ruperto Ferreira, Modesto Garcés y Julio Garavito, incluye en detalle los puntos esenciales del proyecto, con líneas de telégrafo portátiles para ligar los hitos de la frontera con poblaciones vecinas que ya tuvieran telégrafo, y el

<sup>257</sup> Garavito Armero, J. (1897).

Observatorio Astronómico de Bogotá como central telegráfica para el envío de señales horarias.<sup>258</sup>

Fue así entonces como 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; mencionaremos 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. Se ve entonces cómo la astronomía no era un lujo de la capital como lo vieron los pragmáticos antioqueños sino una necesidad práctica del Estado Central al que compete velar por la demarcación de las fronteras, responsabilidad que no le cae a la provincia. 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 conjunta. 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 y Ernesto Morales Bárcenas. Y como si esta tarea no fuera poca cosa, nos encontramos con el hecho de que esta "ingeniería teórica" generó como resultado de su conciencia nacional, de su conocimiento completo del territorio, nada menos que la Sociedad Geográfica de Colombia. La instalación se hizo en el observatorio, el día del primer centenario: 20 de agosto de 1903, en presencia del vicepresidente de la nación y los ministros del despacho.

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<sup>259</sup> en México, 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,<sup>260</sup> en Venezuela, mejoró el procedimiento del cálculo de las observaciones, facilitando el uso del método de Garavito.<sup>261</sup> También en el Brasil floreció el estudio de esta astronomía geodésica, aunque allí desde luego, con participación activa de los ingenieros militares.<sup>262</sup> El que haya habido una coincidencia de actividades en estas naciones tropicales se debe a que la necesidad era la

misma, la colocación en el planeta similar y la ciencia de los autodenominados "centros" era aquí donde tenía algo que aprender; no había sido su problema. Cuando una nueva misión geodésica francesa repitió en el Ecuador las triangulaciones geodésicas clásicas del siglo XVIII, bajo la dirección del general Perrier tuvo oportunidad de comparar resultados con las determinaciones de posiciones fronterizas que había hecho la Oficina de Longitudes. La concordancia de resultados motivó, tanto una felicitación por la calidad de los trabajos realizados, como una invitación a participar en los programas de la "gran operación internacional de longitudes" coordinados por la Oficina de Longitudes de París.<sup>263</sup>

### 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, en asociación con la firma encargada del estudio del Magdalena (Julius Berger), abrieron el camino del avanzado punto de partida del Instituto Geográfico. La república del Ecuador antecedió a Colombia en el uso de tal instrumental. Los dos primeros instrumentos que llegaron a Colombia, aparte de los usados por la citada empresa de transporte aéreo, fueron un estereótipo autógrafa de la casa "Wild" y un aéreo cartógrafo "Photogrametrie", llegados uno para el Ministerio de Obras Públicas y otro para la Facultad de Matemáticas e Ingeniería. Ambos fueron instalados en el salón del primer piso del Observatorio Astronómico Nacional y más tarde trasladados al Instituto Geográfico. La idea de la introducción a Colombia de la aerofotogrametría con posterioridad a la finalización de la segunda guerra mundial no es correcta. A donde sí llegó la aerofotogrametría después de esa guerra fue a Antioquia, sólo que le llegó de Bogotá y esto no lo ha descubierto la beatería del pragmatismo. Es claro que en esos tiempos Colombia no había entrado aún en el proceso de subdesarrollo.<sup>264</sup> Muchos otros aspectos de la vida nacional muestran la seriedad, 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 astronómica de las coordenadas de unas cuantas estaciones a lo largo de la red geodésica, como puntos de control llamados de Laplace. El "datum astronómico" es una de las dos pilastras de la azotea del Observatorio Astronómico Nacional, está materializado en la pilastra sur de la azotea

<sup>258</sup> Ver el informe, y documentos pertinentes, en *Anales de Ingeniería*. (1899). No 129. (147-172).

<sup>259</sup> Díaz Covarrubias (1867).

<sup>260</sup> Duarte, F.J. (1920)

<sup>261</sup> Duarte, F.J. (1920)

<sup>262</sup> Para ejemplo los trabajos del capitán de caballería Themistocles Paes de Souza Brazil (1923, 1930)

<sup>263</sup> Ver carta del director Charles Lallemand, y otros documentos en *Anales de Ingeniería*. (1926). N° 403. (311-314).

<sup>264</sup> "Voluntad de Subdesarrollo" dirá Gutierrez Girardot, F. *Magazín El Espectador*, (1985, octubre 17)

del observatorio, ligada a la triangulación geodésica, uno de cuyos vértices es la otra pilastra. Una nueva determinación de las coordenadas del observatorio fue llevada a cabo por Alvarez Lleras,<sup>265</sup> usando el anteojo de pasos Gustav Heyde, un micrómetro modificado por la casa "La Filotécnica" 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 cartografía. 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 equinocciales y a las circunstancias determinadas por los equipos existentes, habían llevado a un alto nivel esta actividad. Otros nombres que contribuyeron a esta tarea fueron los de Julio Garzón Nieto y Belisario Ruiz Wilches. El primero presentó en una memoria en forma sistemática los métodos aquí mencionados;<sup>266</sup> el segundo contribuyó al tema con aportes propios<sup>267</sup> y publicaciones. Desafortunadamente subsiguientes acuerdos y convenios con entidades foráneas condujeron a la estandarización de procedimientos y equipos, con mayor eficiencia posiblemente, pero con menoscabo de las iniciativas propias, del elemento creativo, y de la no dependencia científica. De todas maneras el producto resultante ha sido una cartografía de alta calidad, sobre todo en los primeros tiempos. Una información sucinta sobre los métodos, especificaciones y exigencias del trabajo del Instituto Geográfico Militar y Catastral -ese era el nombre en esos tiempos-, puede encontrarse en el número 17 de enero a junio de 1942 de la Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, con numerosas ilustraciones y la inclusión de uno de los primeros trabajos cartográficos, resultado de las nuevas tecnologías fotogramétricas "de punta", el mapa del municipio de Sasaima, que se repartió con esa entrega. 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 geografía.

### 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;<sup>268</sup> 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 posición frente a la relatividad de Albert Einstein, de sus estudios en el



En el centro, el cráter Garavito, designado por la Unión Astronómica Internacional en 1970.

<sup>265</sup> Alvarez Lleras, J. (1935)

<sup>266</sup> Garzón Nieto, J. (1939).

<sup>267</sup> Ruiz Wilches B. (1927). (383-386).

<sup>268</sup> El nombramiento de Garavito y la vinculación del Observatorio al Instituto Central de Matemáticas fueron anunciados en *Anales de Ingeniería*, 57. Bogotá. 1892.

campo de 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.

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.<sup>269</sup> 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 Halley, para el que elaboró una efemérides.<sup>270</sup>

Dentro del mismo orden de ideas cabe aludir al eclipse de Sol de febrero de 1916. 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.<sup>271</sup>

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 Jacobí 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.

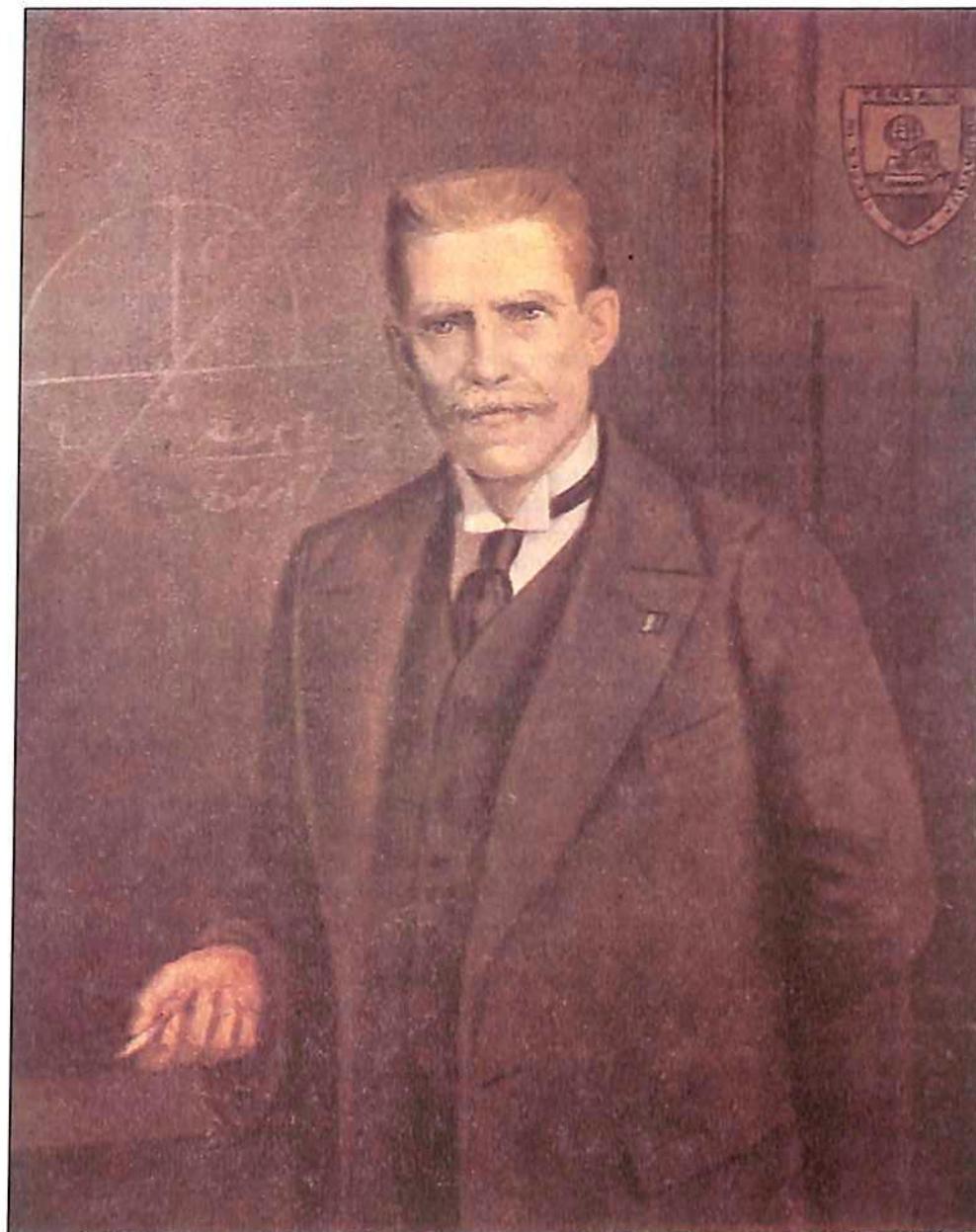
Además de sus apuntes en Mecánica Celeste para los alumnos de la Facultad de Matemáticas e Ingeniería, entre los que se destacan la demostración original de algunos teoremas relativos a los cambios de variables canónicas, así como la presentación de otros aspectos empleando sus trabajos sobre el Método de Hamilton -Jacobi<sup>272</sup> aplicado a la puesta en evidencia de los elementos de la órbita elíptica, se destaca su exposición sobre el problema de los tres cuerpos. Con excepción del Método de Hamilton-Jacobi y de la

269 Garavito Armero, J. (1901).

270 Garavito Armero, J. (1946a).

271 Garavito Armero, J. y Alvarez Lleras, J. (1947).

272 Garavito Armero, J. (1944).



Julio Garavito Armero (1865-1920)  
oleo de León Cano. Observatorio Astronómico Nacional

presentación ya citada del Método de Olbers, estos escritos, no todos concluidos, 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"<sup>273</sup>. De nuevo aparece la Luna en este relato; una relación de los progresos de la teoría del movimiento del satélite natural de la Tierra, previos al trabajo de Garavito, servirá de introducción. No por haberse resuelto el problema de la longitud en el mar con el uso generalizado de los cronómetros marinos decayó el interés por desarrollar la "teoría" de la Luna; la preparación del efemérides lo exigía; cierta discrepancia sistemática entre la posición de la Luna en tiempos pasados derivada del registro de eclipses de la antigüedad y su comparación con un cálculo basado en una primera aplicación de la mecánica newtoniana, había llevado ya a Halley a encontrar que la Luna mostraba una aceleración secular, lenta, pero persistente. ¿Era esto una falla de las ideas de Newton? ¿O de la imprecisión de los métodos matemáticos aplicados a ella? ¿O una nueva "fuerza de la naturaleza" aún desconocida?. Desde luego que estos interrogantes mantenían vivo el interés de los matemáticos, renovado a medida que aparecían avances más poderosos de la matemática. Laplace (1802) desarrolló completamente las ideas previas de Clairaut y D'Alembert incluyendo desde el comienzo el efecto de la inclinación de la órbita de la Luna con respecto a la de la Tierra; descubrió que en parte la aceleración secular de la Luna tenía una explicación teórica; la forma final de esta teoría tenía una presentación numérica. Un señor llamado Damoiseau (1827) fue el continuador del trabajo de Laplace dándole la forma de "tablas para calcular la posición de la Luna". Plana (1832) desarrolló literalmente los logros de las teorías previas, en forma de series para los coeficientes de las expresiones trigonométricas, que resultaron de lenta convergencia. Pontecoulant (1846) desarrolló otra teoría en forma completa hasta las "tablas finales", por caminos algo diferentes a los de sus antecesores. Ya más avanzado el siglo XIX, las cosas tomaron otros rumbos: Delaunay (1860, 1867) utilizó la forma de las ecuaciones de la dinámica dadas por Sir Rowan Hamilton, el hermano de Shirley. Delaunay especificó un juego de "variables canónicas" que llevan su nombre, relacionadas ellas a los elementos de una órbita elíptica kepleriana que en cada instante representa el movimiento de la Luna, pero sólo en ese instante, pues sus elementos están permanentemente cambiando. En unas vacaciones en la playa, una ola del mar se llevó a Claude Delaunay. Hansen (1864) desarrolló durante 30 largos años -su primera versión data de 1838- una teoría menos elegante que la del francés, pero que, llevados los cálculos hasta mayores aproximaciones, permitió que el uso de la "tablas" en ellos basados, tuviera amplia vigencia hasta cuando fueron reemplazadas por las de E.W. Brown ya a comienzos del siglo XX. G. W. Hill (1877), al contrario de estos últimos desarrollos teóricos, que parten para el estudio de una órbita elíptica kepleriana, lo que significa iniciar las cosas como si la Tierra fuera la única atracción existente, los inicia

como en la segunda teoría de Euler, que desde un comienzo incluía también el efecto del Sol, por lo menos en primera aproximación, pero introduce tres modificaciones importantes: el paso de coordenadas polares a rectangulares, el empleo de un sistema de coordenadas que gira ahora con la velocidad media del Sol con respecto a la Tierra y, no menos importante, introdujo su fenomenal talento matemático. Pasos posteriores, al tener en cuenta la inclinación de la órbita de la Luna con respecto a la órbita terrestre, permiten estudiar el movimiento del nodo y al incluir la excentricidad de la órbita lunar, obtener el movimiento del perigeo. Esta teoría fue desarrollada por Brown con la finalidad de producir "tablas de la Luna" aptas para que calculistas manuales, no había otros, produjesen las efemérides lunares. Los trabajos de Brown aparecieron a partir de 1896 pero las tablas finales sólo aparecieron en 1919; se usaron para el fin previsto hasta hace unos 40 años. No habiéndose llegado aún a una teoría que diese cuenta completamente de la persistente aceleración secular de la Luna, Brown hubo de incluir el "gran término empírico" para que sus tablas se ajustasen a las posiciones de la Luna observadas. Garavito, un práctico, que ya hemos visto que lo era, acometió su trabajo teórico con miras a construir una teoría, que al calificarla de "definitiva", hace pensar que esperaba fuesen útiles, sin recurrir a tales remiendos. Desde luego Garavito no vivió para conocer la naturaleza del fenómeno que motivaba el añadido empírico. 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 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,<sup>274</sup> un óvalo 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.<sup>275</sup> 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 los ordenadores electrónicos, 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 cual realizó Eckert. 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; en coordenadas selenográficas su posición es: latitud 47,6 grados al sur, longitud 156,7 grados al oriente. Hoy día otros cuatro cráteres menores y vecinos también llevan su nombre: Garavito C. D. Q y Y.. El que esto escribe debe aquí mencionar que cometió, en 1970, el error histórico de presentar a Caldas ante la Unión Astronómica como un héroe de la independencia del país; no se otorgan tales homenajes a

<sup>274</sup> Poincaré, H. (1909).

<sup>275</sup> En: Brouwer, D. y Clemence, C.M. (1961) hay mención al trabajo de Garavito. (Nota al capítulo XIII pag. 375).

<sup>273</sup> Garavito Armero, J. (1946b)

héroes militares, políticos, ni a filósofos con menos de doscientos años de muertos. Por repetir en ese año los lugares comunes de la historia oficial dejé a Caldas sin cráter.

Como la Luna resultó ser un elemento articulador de este relato; como fue una necesidad conocerle sus movimientos y como esta necesidad no ha desaparecido, conviene continuar el asunto hasta el presente. Los años que siguieron a la desaparición de Garavito conocieron las efemérides lunares basadas en la teoría de Brown. Las molestias causadas por la introducción del término empírico citado, desaparecieron cuando la relojería tomó otra vez la delantera; esta vez fueron los péndulos al vacío "Short" y "Le Roy", ingleses y franceses respectivamente, los que detectaron fluctuaciones en la rotación de la Tierra. El asunto fue pronto corroborado cuando se pusieron en uso los primeros osciladores de cuarzo. Se supo entonces que la Tierra giraba ligeramente más aprisa en los primeros meses del año compensando esto luego con una disminución de la rata de rotación hacia el final del año, variaciones coincidentes con el ciclo anual de las estaciones y atribuibles a desplazamientos de masas de agua motivados por las nevadas invernales en las masas continentales nórdicas y los consiguientes deshielos y redistribución de esas aguas. Pero también resultó que los nuevos relojes indicaron cómo la Tierra sufre un lento pero persistente retardo en su rotación que explica la razón de aquella parte misteriosa de la aceleración de la Luna en su órbita y que hacía que no concordara la teoría con los registros de los antiguos eclipses de Sol y que hubiera que recurrir a añadir términos empíricos a esa teoría. Este paulatino retardo en la rotación de la Tierra, se atribuye hoy a la fricción con las masas oceánicas que se desplazan en mares pandos por causa de las mareas. El retardo acumulado en lo que va del presente siglo se acerca ya a un minuto de tiempo. En consecuencia se abandonó desde hace casi 30 años la rotación de la Tierra como base para definir la unidad de tiempo; hoy la definen los "relojes atómicos". También cambiaron las cosas para la Luna con la llegada de las grandes calculadoras electrónicas; desapareció la necesidad indispensable de las "tablas" como ayuda a los calculadores manuales; las posiciones para las efemérides pueden obtenerse directamente de las expresiones algebraicas de la teoría, y esta puede llevarse a grados mayores de exactitud sin que ello signifique exigencia sobrehumana a los calculistas; pasos en ese sentido se señalan en la bibliografía.<sup>276 277 278</sup> Pero la más importante renovación en el interés por conocer con más y más precisión el movimiento de la Luna, resulta de la posibilidad de "medir" con ecos de radar y reflexiones de rayos laser la distancia de la Tierra a la Luna con grandísima exactitud. Como también se envían esta clase de señales a otros cuerpos naturales o artificiales del espacio, es necesario conocer con comparable exactitud la posición del lugar de emisión de tales señales desde la superficie de la Tierra. Desde luego esta geodesia de alta precisión, exige conocer la posición del centro de la Tierra y la del centro de masa de la Tierra y la Luna alrededor del cual giran

<sup>276</sup> Eckert, W. J., Jones, R., Clark, M.K. (1954). (283-363).

<sup>277</sup> Deprit, A., Henrard, J., Rom, A. (1971).

<sup>278</sup> Gutzwiller, M. C., Schmidt, D. S. (1986).

estos dos cuerpos celestes como si fueran un doble planeta; lo que significa que debe conocerse hasta donde sea posible la dinámica de la Tierra y su satélite. De modo que tenemos que seguir sabiendo por dónde anda nuestra Luna, articuladora que resultó de este relato. Puede ser oportuno añadir aquí cómo el manejo de esas señales de radar captadas o transmitidas desde cuerpos en movimiento, algunos como satélites y sondas animados de velocidades altas, obligan a recurrir a la teoría de la relatividad, hasta el punto que esta comienza a ser empleada como rutina corriente por calculistas de efemérides (las que se producen hoy en el Japón) y por ingenieros de comunicaciones espaciales y geodestas que también se mueven entre esas señales. En otras palabras la relatividad va a ser cosa de la ingeniería corriente, pero una muy especial que hoy se formula como post newtoniana, y en su más sencilla expresión, que pudiera llamarse post newtoniana einsteniana. Pero aun así el asunto es de intenso debate,<sup>279</sup> sin acuerdo completo entre los usuarios de diversos marcos de referencia, baricéntricos, con origen en el centro de masa del sistema solar, o geocéntricos. Ya apareció una especie de catecismo<sup>280</sup> para convencer y orientar astrónomos recalcitrantes en el uso y manejo de la relatividad post newtoniana parametrizada (PPN). A lo mejor lo que a Garavito le faltó fue eso: ese catecismo.

#### Garavito y la relatividad

Es bien conocida la posición de Garavito antagónica a la teoría de la relatividad. Es notable el hecho de que haya construido su propia explicación a la contradicción que apareció a raíz del resultado negativo del experimento de Michelson-Morley: la contradicción entre el fenómeno de la aberración observado por los astrónomos y aquello que los físicos de esos días aceptaban: la existencia de un éter como medio necesario a la propagación de la luz y el arrastre del mismo por el movimiento de la Tierra. Garavito estaba entonces abordando un problema que era el más importante de la ciencia de esos días,<sup>281</sup> y lo estaba tratando consciente de ello y convencido de la necesidad de impedir un desastre, así fuera pasando por encima de tesis aceptadas por la física,<sup>282</sup> con tal de salvar la astronomía. Como la posición de Garavito ha motivado recientemente que se le considere culpable del atraso de la ciencia en Colombia por esa posición de rechazo a la relatividad,<sup>283</sup> es necesario retomar el tema en forma que aclare cómo puede ser posible que una persona que construye, trabaja, elabora una posición propia, de actualidad en su momento, que tiene además la actitud contraria a Einstein que era poco menos que por completo generalizada en ese momento en el mundo, resulte culpable de un atraso.

<sup>279</sup> El catecismo se debe a Brumberg y Soffel. Apareció en la Revista "Celestial Mechanics". (Brumberg y Soffel, 1992).

<sup>280</sup> Véanse los debates de la pasada Asamblea General de la Unión Astronómica Internacional, Buenos Aires 1991, publicados en "Highlights in Astronomy" Nº 9, 1992. En particular aquellos del Simposio "Reference Systems, What are they and what's the problem?" Hughes, J.A., Editor.

<sup>281</sup> Villaveces, José Luis, 1989, "Modernidad y Ciencia en Colombia", pg. 11.

<sup>282</sup> Castillo Torres, Guillermo, 1986, "Breve Historia de la Física en Colombia", en "Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales", 16, pg. 79-84.

<sup>283</sup> Mayor, Alberto, 1985, 198, pg. 19.

Garavito conoce la perfección de la mecánica celeste, sabe que es capaz de predecir la marcha de los astros que cumplen la ley de la gravitación universal. Conoce que hay dos pequeñas fallas en esa descripción matemática del sistema solar. Una concierne a la Luna, cuyas posiciones se apartan ligeramente de lo que la teoría dice; sabe que ha sido necesario incluir términos empíricos para ajustarla a lo observado. El nombre que le dio al trabajo ya mencionado: "Fórmulas definitivas para el movimiento de la Luna...", indica que considera poder resolver esa falla con una reelaboración de esa teoría, llevándola en forma rigurosa hasta órdenes mayores de exactitud en los desarrollos en serie; él se cree capaz de remediar esa falla. En cuanto a la otra, a la discrepancia entre el avance del perihelio de Mercurio, mayor en el registro de la observación que lo que resulta del efecto perturbador de los restantes planetas a la luz de la mecánica clásica, la considera insignificante al expresarla como valor diferente de 2 en el exponente de la ley de fuerzas de atracción inversamente proporcional al cuadrado de la distancia, y no se preocupa por esa falla.<sup>284</sup> Lo que no tolera es que los físicos, encerrados en sus laboratorios, saquen conclusiones de sus experimentos referentes a la electricidad y a la materia y tengan la osadía de dudar de la mecánica celeste, que no es un experimento aislado, ocasional, realizado en la superficie del planeta; que es la ciencia que da cuenta de los movimientos de los cuerpos celestes, comprobada permanentemente por la observación. Garavito separa "la ciencia astronómica de las teorías provisionales de la Física".<sup>285</sup> Desde luego que en esos días la relación de la física y la astronomía no era tan fuerte como lo es hoy.

Garavito acepta el resultado del experimento Michelson-Morley, acepta el arrastre total del éter por la Tierra en su movimiento orbital y en consecuencia acepta que "la velocidad de la luz sobre la superficie de la Tierra es igual en toda dirección horizontal",<sup>286</sup> es decir tal como se hizo el experimento. ¡Más positivismo que el que estas palabras textuales conllevan no existe! Y ahora se comienzan a aclarar las cosas. Pero como la interpretación de esa experiencia citada se opone a la aberración de la luz que viene de las estrellas, Garavito necesita elaborar una teoría que haga compatible la evidencia de esos experimentos hechos en la faz de la Tierra con la realidad observada por la astronomía. Pero resulta que en el numeral 7 del trabajo original de Albert Einstein<sup>287</sup> queda en claro que la relatividad no está en contradicción con la aberración estelar, antes por el contrario, la expresa en forma rigurosa, tal que la expresión clásica resulta como una primera aproxi-

284 Garavito Armero, Julio (1920), pg. 97. Este razonamiento no era otro que uno de los que corrientemente se popularizaron para buscarle el pierde a la relatividad por parte de la "ciencia" de esos días.

285 Garavito Armero, Julio (1920), pg. 103.

286 Garavito Armero, Julio (1937): "Óptica Astronómica. Teoría de la Refracción y de la Aberración", en "Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales", I, 4, pg. 334.

287 Einstein, Albert (1905): "Sobre la electrodinámica de los cuerpos en movimiento". El original en alemán, en "Annalen der Physik" 17, p. 891; 1905. En español en "La Relatividad" (1950), pg. 50, Buenos Aires. En inglés en "The Principle of Relativity", pg. 56. Reimpreso por Dover de la edición inglesa de 1923.

mación. ¡Entonces Garavito no conoció el trabajo de Einstein! Sólo conoció referencias secundarias. Y si lo conoció, lo obnubiló su ideología conservadora. De lo que se debe hablar es de la recepción por Garavito de otras recepciones de la relatividad, y ya de estas últimas se hablará más adelante. Esta posición la mantuvo hasta el fin de sus días. En un escrito trabajado ya en su lecho de enfermo y publicado póstumamente,<sup>288</sup> resumió, aclaró y confirmó su posición al respecto.

Julio Garavito, como tantos otros, pensó que una explicación a las contradicciones que el resultado nulo del experimento de Michelson y Morley había producido, hecha desde la ciencia tradicional era suficiente para echar por el suelo las ideas radicales einstenianas, máxime cuando lo generalizado era considerar la relatividad como una teoría elaborada únicamente para explicar el resultado nulo de un experimento y derivada de ese resultado. Cosa que todavía ocurre en la literatura divulgativa y en los textos docentes, de lo que se hablará luego. Había que buscarle el pierde a Albert Einstein con otras explicaciones o repetir el experimento hasta que se lograra un resultado positivo. Einstein mismo había hecho más énfasis del necesario en presentar cada uno de sus dos postulados como no contrarios a la evidencia experimental. Lo que no tenía relación directa con experimento alguno era el hecho de haberlos tomado simultáneamente a ambos como postulados, que es en lo que radica la genialidad de su teoría y su carácter de invento radical.

Será necesario pasar ahora a un asunto no estudiado hasta ahora: la posición de Julio Garavito frente a la llamada Relatividad General; más exactamente, a sus consecuencias inmediatas. Ya al final de la vida aparece la única respuesta de Julio Garavito Armero a ese tema. No se trata de una referencia al trabajo de Einstein de 1916,<sup>289</sup> ni a los dos de Schwartzschild que le siguieron de inmediato, ni a los de Weil y de De Sitter de 1918, que de nada de ello se hace la más mínima mención o referencia; ni por don Julio, ni por nadie de su círculo. Esto no es de extrañar pues eran tiempos de guerra; esos trabajos difícilmente pasaron sobre las trincheras y menos para llegar hasta Bogotá. Sólo después de la terminación del conflicto y de la espectacular confirmación de una predicción de la nueva teoría con ocasión del eclipse total de Sol de mayo de 1919, pocos meses después de la paz de Versalles, se regó la noticia de la generalización de la relatividad. Los astrónomos ingleses, quienes hicieron la confirmación, aclamaron ese año a Einstein en la Royal Astronomical Society en sesión conjunta con la Royal Society, ocasión en que se presentaron los resultados del eclipse. Pero a Bogotá no llegó ninguna manifestación comprensiva de esos avances. Sólo el eco periodístico y publicitario de este triunfo llegó hasta las tinieblas interiores de la patria: una entrevista que le hiciera un reportero del New York Times a Einstein el 2 de Diciembre de 1919 en Berlín, fue publicada en El Tiempo de Bogotá y reproducida en el número de Febrero y Marzo de 1920 de la Sociedad

288 Garavito Armero, Julio, 1920.

289 Einstein, Albert, 1916, Karl Schwartzschild, 1916 a, b; Hermann Weil, 1918; De Sitter, 1918.

Colombiana de Ingenieros.<sup>290</sup> Garavito conoció ese texto pues en el largo escrito biográfico literario que Alvarez Lleras publicó en el número siguiente del mes de abril, publicación dedicada a Garavito que había fallecido el 11 de Marzo,<sup>291</sup> transcribe parte del reportaje, usándolo con manifiesta intención de descrédito y comentándolo con dos notas de pie de página una de las cuales alude a un comentario de Garavito a ese texto.<sup>292</sup> Así se trate de una entrevista a Einstein en persona, ese es un texto de vulgarización; la respuesta de Garavito y Alvarez Lleras no puede ser otra cosa que vulgar; que así lo sea, corrobora que ellos sólo conocieron el reportaje, o en el caso de Alvarez Lleras, que en 1919 e inicios de 1920 estuvo en Europa y los Estados Unidos, sólo el reportaje y otras vulgaridades derivadas de la difusión del acontecimiento.<sup>293</sup> En la primera de las citas Alvarez Lleras dice que Garavito, a la explicación relativista la vieja discrepancia en el movimiento de la línea de los ápsides de la órbita de Mercurio, alega que ésta puede explicarse por la presión de la luz solar; menos mal que Garavito dice querer demostrarlo, que manifiesta voluntad de trabajar en el asunto en términos de ciencia; si la respuesta es vulgar, la intención de demostrarlo de ningún modo lo es.<sup>294</sup>

La otra nota de pie de página alude a la desvalación de los rayos luminosos al pasar cerca de la masa del Sol. Esta vez la nota parece ser de Alvarez Lleras; no alude a Garavito; imagina el efecto como causado por la refracción de la luz en una atmósfera solar. Lástima que no dice de donde sacó eso: la vulgaridad era de Millikan.<sup>295</sup> Estas réplicas no son ciencia y ya quedaron aquí calificadas. Si se lee con atención el mencionado trabajo de Alvarez Lleras sobre Garavito se ven marcados visos de llamamiento a cerrar filas en la defensa de las ideas conservadoras del maestro; se le ve el carácter de manifiesto, de convocatoria a una cruzada, de campaña sanitaria, con vacunación preventiva. Todo ello no es ciencia, es ideología<sup>296</sup> y como tal irrelevante para hacer avanzar o retroceder las matemáticas, o la física, o la astronomía, a menos que esa ideología sea la dominante, hegemónica, la de las clases dominantes y hegemónicas. En ese caso la ideología será lo que determine, según sea ella, el progreso o el retroceso. Las palabras claves de ese texto son la alusión a Balmes,<sup>297</sup> la posición antibolchevique<sup>298</sup> y la actitud permanente conservadora, con la cual queda claro

290 "Anales de Ingeniería" 323 y 324, pg. 312-314, 1920.

291 Alvarez Lleras, Jorge: "Julio Garavito Armero", Ensayo Biográfico y Literario", en: *Anales de Ingeniería*, 325, abril de 1920, pg. 362-420.

292 Alvarez Lleras, Jorge, 1920, pg. 374.

293 *Anales de Ingeniería* transcribió la correspondencia de Alvarez Lleras con el director de esa publicación en que daba cuenta de noticias de ese viaje: Barcelona, agosto 21 de 1919 (Nº 323 y 324), Nueva York, noviembre 12 de 1919 (Nº 326).

294 La consideración de esta fuerza repulsiva, también inversamente proporcional al cuadrado de la distancia, no va a producir ni explicar ningún avance del perihelio de un planeta. De hecho la inclusión de tal fuerza puede tratarse como alteración del valor aceptado de la constante gravitacional del Sol, y así se maneja en ocasiones, por ejemplo en: Harvit, Martin, *Astrophysical Concepts*, 1988, pg. 120.

295 Más adelante se darán detalles de estas recepciones por la "comunidad científica", o como eso se llame.

296 La idea de tratar la historia de la Ciencia en Colombia desde la óptica de las ideologías se debe a Olga Restrepo.

297 El jesuita Jaime Balmes fue el ideólogo de la contra-revolución burguesa conservadora de 1874. Obvio que la "regeneración" en Colombia de la década siguiente es reflejo, como tantas otras cosas, de la española.

298 El escrito de Alvarez Lleras es anterior al ascenso de Hitler y Mussolini; no es simpatía con el éxito político de esos señores y sus seguidores fanáticos; no es respuesta a la propaganda totalitarista, es entonces manifestación directa de la ideología de la contrarrevolución burguesa conservadora y pseudo liberal, que no deja de tener sus punticos de contacto con el fascismo, como nos lo demuestra el escrito aludido. Y como estamos a punto de verlo reventar en Colombia.

que esa ideología no era otra que la de las clases dominantes colombianas, entronizada con el nombre de regeneración desde 1886 y hoy escondida tras la cortina de humo, tras el simulacro renovador de la nueva constitución de 1991, como lo demuestra la mañosa aplicación que se le está dando.

Lo que se ve detrás de esta ciencia bogotana es una suerte de positivismo clerical, practicado por "libre pensadores en el verdadero sentido de la palabra (Garavito, refiriéndose a Liévano, al decir de Alvarez Lleras)".<sup>299</sup> Años más tarde, ya presidente de la Academia Colombiana de Ciencias, retornó Alvarez Lleras a la publicación de la obra de Garavito, que había iniciado en "Anales de Ingeniería", sin perder en lo más mínimo el carácter de cruzada, reforzado su empeño por haber encontrado coincidente la posición de Garavito con la de un Congreso de Física en Roma del año 1932,<sup>300</sup> opuesto desde luego, en la Italia fascista, a las tesis einstenianas. Dada la afinidad ideológica, no hubo entonces problema en acudir a la ciencia foránea y en enfilear la Revista de la Academia con la incompreensión internacional. Los nacionalismos y racismos se confunden entre esas ideologías afines. Racismo y nacionalismo están en las raíces de las patrias burguesas conservadoras y románticas, con ínfulas de imperio, y en las manifestaciones extremas de éstas llamadas fascismo. Este fue el gran opositor ideológico de Albert Einstein. Ya en una solemne oportunidad la Academia Colombia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, en palabras de su presidente, quiso saldar esa deuda con Einstein.<sup>301</sup> También quiero mencionar que en una de las primeras reuniones de trabajo del proyecto "Historia social de la ciencia", mencioné esta "escuela negativa" y esta suerte de "vacunación" impulsada por Alvarez Lleras. De esa evidente manifestación negativa de la ideología dominante no se puede pasar a culpar a un individuo aislado de atraso alguno.

Antes de repetir la necesidad de que Garavito fue el culpable del atraso de las matemáticas en Colombia, o de la física, o de la astronomía, faltará además, pues esta visión ya señaló la ideología hegemónica culpable, averiguar qué hubiera pasado si Garavito, en contra de su ámbito hegemónico, hubiera aceptado a Einstein; averiguar cuál avance hubo en regiones que no tuvieron Garavito. Y que me cuenten qué diferencia hay entre ese positivismo clerical bogotano y el clericalismo taylorizado de Medellín, con sus telares confesionales y sus lindas obreras descalzas como angelitos, todo ello tan ético,<sup>302</sup> o bochornoso<sup>303</sup>, según se vea, como ha sido manifestado recientemente. Me parece que la tesis de Safford y sus seguidores con respecto a Garavito y a la ingeniería bogotana están desenfocadas. Parten de una visión local que no captó el positivismo y pragmatismo bogotanos por querer verlos sólo en Antioquia. Ver al ingeniero bogotano como burócrata científico es ignorar el papel de las profesiones al servicio del Estado, como toca en una república napoleónica, y si para cumplir ese cometido deben tener una formación

299 Alvarez Lleras, Jorge, 1920, pg. 385.

300 Alvarez Lleras, Jorge, 1937, pg.

301 "Revista de la Academia Colombiana de Ciencias" XV, 57, pg. 77.

302 Mayor Mora, Alberto, 1984. Capítulo IV.

303 *Magazin de El Espectador*, 1991.

sólidamente conceptual en matemáticas para poder acometer actividades que a la larga terminarán siendo trabajadas como tarea profesional, como es el caso de la astronomía geodésica; parecen ellos no conocer un aspecto básico de la actividad profesional de la ingeniería colombiana a lo largo y ancho del territorio nacional, que estuvo bajo la batuta de Garavito, desde el observatorio, como se ha visto ya aquí y en otras publicaciones.<sup>304</sup> Una crítica directa, en su momento, a Julio Garavito partió de una manifestación de demagogia gremial de "Minas" hecha por Alejandro López,<sup>305</sup> que sus razones (otras) tuvo en ese momento; decir que habiendo sólo un puesto para un ingeniero en el observatorio no se justificaba enseñar astronomía en Colombia, fue otra muestra de ignorancia de lo que se había en el resto de Colombia. Lástima que Alejandro López con su talento y con una posición ideológica ligerísimamente diferente, no se hubiera consagrado a la astronomía: no quede duda que la astronomía lo hubiera consagrado con otro cráter en la Luna. Ahora es conveniente hacer un breve resumen de las recepciones que en otros medios recibió la relatividad, comenzando por Alemania. Se manifiesta de inmediato un interés en el asunto, bien como aceptación o como rechazo, se nota cómo en el caso de la aceptación, ésta no siempre fue por los mismos motivos que tenía Einstein, lo cual enriqueció más la estrategia para imponer la relatividad que la teoría misma (Plank). En el caso del antagonismo se vieron casos de opositores que terminaron aceptándola (Wien, Born); no poco fue el aporte de estas confrontaciones, especialmente luego de las aclaraciones del profesor Einstein. En cuanto a los opositores, desde el primer momento apareció la posición agresiva, ideológica, nacionalista, racista e irresponsable (Lenard contra Einstein y contra Laub, un colaborador de Einstein, también judío). Estos opositores positivistas y reaccionarios tomaban la física teórica como algo malo y de inspiración judía. La posición sana era la de los físicos experimentalistas, apoyada en experimentos. Los panegiristas actuando en el sistema de movilidad académica y de diversificación de escuelas en las universidades, lograron una controversia que fue fructífera y hacia 1920 la teoría estaba firmemente asentada y los desarrollos patentes y a la vista. También la reacción estaba encontrando su apoyo ideológico y criminal en el movimiento nazi, al que desde luego apoyó desde el comienzo Lenard, y que luego de amenazas y de asesinarle un amigo (Rathenau) obligó a Einstein a repudiar esa nacionalidad vergonzosa que lo rechazaba. Wien hizo un intento al comienzo de la década de 1920 de aplacar esas furias presentando la relatividad como resultado directo de experimentos, tratando de borrar la mala imagen teórica que pudiera perjudicar la persona de Albert Einstein, desde luego sin resultado alguno.

La situación en Francia fue completamente distinta. Einstein fue simplemente ignorado, Poincaré nunca lo mencionó y la relatividad se hizo ver como un asunto de Lorentz y Poincaré. Es cierto que Poincaré tuvo en sus manos los dos principios básicos de la relatividad, pero como resultados experimentales aislados. Einstein los tenía como postulados, pero no en las manos, en la cabeza; esa era la diferencia, o mejor una; la otra era que Poincaré

no abandonó nunca la idea del éter fijo. Pocos partidarios tuvo la relatividad en Francia antes de 1920, Langevin, quizás el único. Como todos los trabajos divulgativos de esos tiempos hicieron énfasis en que los postulados venían como resultado de la experiencia y asustaron al público con "paradojas" que sólo sirvieron para que los espíritus "sanos" se asustaran con la relatividad. Se ha dicho que el enorme prestigio de Poincaré impidió cualquier pensamiento diferente del suyo; esto era el resultado de una estructura científica jerarquizada al máximo en todos sus niveles y de un sistema educativo conservador y anquilosado<sup>306</sup> como correspondía a la hegemonía dictada por los principios de la contrarrevolución burguesa que se impuso después de haber sofocado la comuna de París.

Cuando se dice como se ha dicho<sup>307</sup> que Garavito fue el Poincaré colombiano deben agregarse otras similitudes jerárquicas, hegemónicas, para que esos prestigios no aparezcan como los responsables y sí la ideología y la sociedad que los necesita. Si recordamos las anécdotas referentes a Garavito en los días de los temblores bogotanos del 17, cuando el pánico cundió al regarse la noticia que Garavito se había confesado, que Garavito estaba durmiendo en toldo,<sup>308</sup> nos parece entonces el ingeniero bogotano como otro "oráculo del reino".

Los ingleses por su lado estaban totalmente metidos en el éter, esa mezcla de revolución industrial y esoterismo newtoniano. La respuesta a la relatividad fue nula al comienzo, luego cerraron filas en el rechazo o en buscar la compatibilidad con ese "espacio mecánico", con ese éter mecánico que ellos los ingleses habían perfeccionado. Entre las respuestas de algún valor puede citarse la de Ebenezer Cunningham quien aceptó la relatividad pero no se desprendió del éter, prefirió redefinirlo para que fuera compatible con ella; su éter estaba siempre en reposo con el marco de referencia con el que hicieron las medidas. Otro partidario, N.R. Campbell, acabó rechazando el éter; fue la excepción. El resto de la comunidad británica mantuvo una posición uniforme de rechazo o lenta asimilación, que aun los grandes expositores como Eddington manejan hasta casi lograr ignorar el nombre de Einstein, hasta casi desaparecerlo de sus escritos; desde luego no citan a ningún otro autor de lengua alemana. Todo fluye como elegante matemática; la métrica de Schwarzschild resulta sin necesidad de mencionar ese nombre.

Estas tres respuestas no reflejan la existencia de una comunidad científica; reflejan tres comunidades culturales bien diferenciadas, no sólo aisladas sino que estaban afilando bayonetas, o ya se las habían clavado los unos a los otros, en la estupidez a que llegaron esas patrias burguesas, románticas y conservadoras, con ínfulas de imperio, llamada la primera guerra mundial. Más que otra cosa parecen tribus para que las analicen los antropólogos culturales.

Por su lado los Estados Unidos habían desarrollado una física experimental de alta calidad -el experimento de Michelson-Morley es la prueba-

304 Citado por Mayor Mora, 1985, pg. 19.

305 Arias de Greiff, Jorge, 1987a, 1987b.

306 Goldberg, Stanley, 1984.

307 Mayor Mora, A (1985)

308 Citado por Alvarez Lleras, 1920, pg.

Los experimentalistas se aferraron a esa prueba, buscando mil razones para justificar el resultado nulo, discutiendo las condiciones de laboratorio, la naturaleza del material sobre el que se había colocado el aparato, etc.; repitiendo la prueba hasta el aburrimiento.<sup>309</sup> La teoría apenas se estaba abriendo paso sin que se hubiera conformado un grupo cerrado pues llegaban jóvenes doctorados que venían de centros europeos diversos, inclusive egresados de universidades alemanas, que podían leer a Einstein en sus textos originales, caso que no ocurría ni en Francia ni en Inglaterra. El hecho es que en 1908 aparecieron los trabajos de dos jóvenes físicoquímicos, Lewis y Tolman; su reflexión teórica los llevó al campo de la relatividad dando lugar a la más interesante respuesta que Einstein recibiera de sus contemporáneos en esos primeros años. Si Planck hubo de hacerles algunas correcciones, la comunidad americana la rechazó a pesar que era desde el sentido común que Lewis y Tolman habían partido.<sup>310</sup>

La respuesta popular a la relatividad apareció a partir del anuncio del resultado del eclipse de Sol de 1919. El sensacionalista despliegue periodístico fue casi un estallido. Einstein y su teoría pasó del anonimato al interés general de los públicos. Al día siguiente de la reunión conjunta en Londres de las dos sociedades científicas que tuvo lugar el 6 de noviembre el cable había regado la noticia; en los días siguientes el New York Times publicó artículos sobre el asunto<sup>311</sup> y el 3 de diciembre apareció publicada una entrevista a Einstein hecha el día previo por un reportero de ese diario; esa fue la que reprodujo en Bogotá *El Tiempo*.<sup>312</sup> No faltaron editoriales referentes al asunto; cuando pudieron hacerlo no faltó el énfasis en el hecho que algunos científicos eran escépticos con respecto al anuncio de la comprobación de la teoría; se aludía a que muchos de ellos como Millikan, creían que la desviación de la luz proveniente de las estrellas que aparecían vecinas al limbo del Sol probablemente era producida por refracción atmosférica local. Era difícil no tener esperanza en que así fuese pues este cuestionamiento traía una sensación de alivio. En el interior de la comunidad científica las cosas eran por el estilo. Consultado en esos días C.G. Abbot, el secretario de la Academia de Ciencias de Washington, sobre cuál de dos temas aceptaría esa institución para tratarlo como un simposio en la próxima convención, la relatividad o el "gran debate" sobre la galaxia como una estructura única, o como una entre tantas otras muy lejanas, el científico dijo: "Yo ruego a Dios que el progreso de la ciencia envíe a la relatividad a alguna región del espacio más allá de la cuarta dimensión desde donde no pueda jamás regresar a infestarnos".<sup>313</sup>

La recepción de la relatividad por esta clase de comunidad científica, difundida a todo timbal por la prensa de New York, de lo que fue testigo Jorge Alvarez Lleras que en esos días estaba por allí, fue la que rebotó hasta Bogotá.

309 Goldberg, Stanley, 1984, pg. 248.

310 Goldberg, Stanley, 1984, pg. 259-260.

311 Citado por Stanley Goldberg, 1984, pg. 307-315.

312 *El Tiempo* publicó en su edición del día; "Anales de Ingeniería" lo reprodujo días después en el N° 323-324 de febrero-marzo de 1920, pg. 312-314.

313 Citado por Michael Hoskin, 1982, pg. 178.

Mejor que recepción de Garavito a la relatividad digamos recepción a esa clase de recepción, que fue lo que ya vimos que ocurrió y cómo se delató el carácter no científico y sí ideológico de esas respuestas. Esos eran los días en los que si se mezclaba ideología con buena dosis de positivismo se obtenía "ciencia", o se creía obtenerla.

### 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 relación hubo de atender solo 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 1919, le cupo a Alvarez Lleras impulsarlo durante el año en que estuvieron estas tareas a su cargo.

Viajó luego en 1919 a Europa y Estados Unidos en cumplimiento de una comisión ad-honorem que le hizo el gobierno para que visitara los servicios meteorológicos del exterior y estableciera contactos y relaciones que permitieran al servicio nacional incorporarse a los programas internacionales de meteorología,<sup>314</sup> sólo para encontrarse al regreso con la muerte de Garavito y el abandono siguiente del observatorio. Se entabló entonces una enojosa polémica entre el gobierno y la Sociedad Colombiana de Ingenieros motivada por las determinaciones que aquel adoptó con respecto al observatorio. Quiso la administración del señor Suárez entregar el funcionamiento a los religiosos del Observatorio del Ebro en España y la meteorología nacional al Colegio de San Bartolomé en donde la trabajaba el padre Simón Sarasola, siguiendo las pautas ultra clericales de entrega de la educación y la ciencia a las comunidades religiosas de García Moreno en el Ecuador. El propio padre Sarasola habría de publicar años más tarde en Bogotá un libro sobre la ciencia y la religión<sup>315</sup>, al parecer relacionado con otro muy similar de previa aparición en Francia<sup>316</sup>, que en eso de contrarrevoluciones conservadoras era ya "centro". No parecería que hubiera de presentarse problema alguno; no había conflicto de índole ideológica. ¡Quién dijo miedo! El gremio de ingenieros saltó en defensa de la ciencia nacional. Ahora, por encima de la afinidad ideológica con los científicos religiosos que habían de venir estaba la solidaridad del gremio con sus colegas astrónomos, manifestada hacia afuera como nacionalismo. En los compartimientos en que se divide nuestra sociedad está por encima la defensa nacionalista del gremio y esa categoría prevaleció para la airada protesta de la Sociedad Colombiana de Ingenieros ante la posible entrega del observatorio a los religiosos extranjeros. Los compartimientos en que se divide la mañosa sociedad colombiana manejan sus impermeabilizaciones o sus permeabilidades según las conveniencias, de modo que en ocasiones

314 *Anales de Ingeniería*, XXXIII N° 387, pg. 3, junio de 1925.

315 Sarasola, S (1993).

316 Eymiev, A. (1920).



Escudo del Observatorio Astronómico Nacional ideado por Jorge Alvarez Lleras. Adoptado en 1938, con motivo del 40. Centenario de Bogotá, por la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Galería del Observatorio.

gremio está por encima de ideología; en otras ocasiones “política” está por encima de “gremio”. “Gremio nacionalista” es desde luego uno de los departamentos más cerrados y poderosos.

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.<sup>317</sup>

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 desplazamiento 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 llamado Bitelescopio de Reflexión,<sup>318</sup> 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 cenital 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. Fue testigo en la torre misma del observatorio, de los acontecimientos del 9 de abril de 1948, que lo afectaron en forma profunda. Alvarez Lleras murió no mucho después, en 1952.

#### 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 Nacional inició gestiones para erigir en la ciudad universitaria una estación astronómica, cuyo núcleo sería la pequeña construcción citada. Como instrumento principal se adquirió en 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. Manuel Laverde Liévano, yerno de José María González Benito, tuvo no poca parte en las gestiones para la adquisición de este refractor. Instrumentos de

<sup>317</sup> Para una reseña del acontecimiento véase *Boletín de la Sociedad Geográfica de Colombia* y para las reseñas de la prensa *Anales de Ingeniería* No 464 (123-128)

<sup>318</sup> Alvarez Lleras, J. (1939)

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

Habiendo cumplido la tarea que le había sido encomendada a la Ingeniería Nacional en el campo de la geodesia astronómica, proliferado nuevas ramas de especialización en la profesión, y requerido el tiempo para temas que más lo necesitaban, los estudios de tales asignaturas pasaron a los programas de Ingeniería Geográfica y de Ingeniería Catastral, y el Observatorio Astronómico Nacional pasó a integrar la Facultad de Ciencias desde en su creación en 1965. Creada esta Facultad, por acuerdo 63 de ese año, está formada por los departamentos de Matemáticas y Estadística, Biología, Física, Química, Geociencias, Farmacia, el Instituto de Ciencias Naturales y el Observatorio Astronómico Nacional. Y aquí por estos días, se abre una nueva periodización. El desarrollo de la ciencia en Colombia va a depender de que exista dentro de un "paquete tecnológico" o no; va a ser lo que el paquete permita, o en el mejor de los casos lo que pueda lograrse dentro de los límites del paquete, en ocasiones límites muy amplios para unos aspectos, más estrictos para otros, siempre sin salirse de ellos. Como respuesta a la revolución cubana apareció la "Alianza para el Progreso"; este paquete incluía entre muchas otras cosas la renovación de la universidad latinoamericana dentro de parámetros afines a la estadounidense y el impulso a las ciencias básicas. La financiación requerida existió desde un principio para garantizar que lo sugerido ocurriera. Para la actualización de la Universidad Nacional apareció la exigencia de crear facultades de ciencias por el modelo de departamentos, entendidos ellos como de servicios, algo así como colegios (o colleges) pre profesionales que convenía manejar dentro un tal plan "Atkon". La exigencia -de ello dependía el préstamo para la modernización de la planta física-, llevó a efectuar una integración de las aisladas facultades profesionales que se suspendió cuando las de ciencias, el requisito, quedaron conformadas. Estas facultades de ciencias habrían de abastecer un mercado también auspiciado por la alianza, el de las agencias oficiales del estado que proliferaron "para generar empleo" y que ocuparon a los egresados de esas ciencias, biólogos, sociólogos, zootecnistas, sicólogos y, para el "boom" de la educación que apareció con su corte de becarios, matemáticos, físicos, químicos, que como profesores, permitieron la multiplicación de departamentos de ciencias a lo largo y ancho del país. Las agencias internacionales eran pródigas en la oferta de oportunidades de estudio que, en la medida en que los departamentos de ciencias se parecieran a los foráneos, fueron de verdad aprovechadas por el nuevo esquema para el desarrollo de las ciencias básicas, elemento integrante de la citada alianza para el progreso. Pero el esquema no se limitaría al ámbito universitario y las agencias gubernamentales, que emplearían a los egresados, requerían también de la existencia de una agencia especial para la financia-

ción de proyectos de investigación científica, los que se generaran en las universidades o en las empresas que trabajaran la ciencia; así fue entonces que apareció Colciencias -y de paso las "n" entidades similares- que cuando menos se pensó resultaron en los demás (en todos los demás) países del área cubierta por el programa. Así que Colciencias se hizo para las facultades de ciencias y estas para aquella; venían en el mismo "paquete". Una integración del sistema de ciencia y tecnología, craneada desde el comienzo, no logró ponerse realmente en práctica: el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, pocas veces se reunió; los cuatro ministros integrantes siempre lo vieron como una manera de canalizar hacia sus proyectos los recursos de Colciencias; la veían a esta como una caja para compensar sus magros presupuestos. El énfasis inicial fue hacia las ciencias básicas, pero los apoyos internacionales lograron canalizarse a través de las universidades latinoamericanas que mostraron "excelencia", de modo que allí llegaron los recursos primarios con posibilidad de mejorar infraestructuras; a Colombia le llegó el beneficio secundario en forma de capacitación, becas, con la finalidad de obtener magisteres y doctorados para los profesores universitarios y los investigadores, lo que aprovechó principalmente el esquema docente, sin que se garantizaran fuertes infraestructuras para el mejor rendimiento futuro de los becarios; en esa ocasión el cuento de reforzar lo que va en la punta benefició más a México, Brasil y Argentina, que a las naciones usuarias de los servicios académicos de los de la "excelencia".

En esa primera etapa no se logró poner en marcha el proyecto de renovación de equipos del Observatorio Astronómico Nacional, presentado en 1979 como parte de un plan quinquenal de la Universidad Nacional, pues la prioridad era "ciencia básica". El proyecto, que aspiraba contar con una financiación del sector exportador de café, que había facilitado la construcción del Planetario Distrital de Bogotá, y años más tarde del de Medellín, hubo de esperar hasta 1979. Durante la espera se desarrolló un programa de prospección de sitios apropiados para la observación astronómica en Colombia<sup>319</sup>. El proyecto fue revisado de modo a no repetir los instrumentos que en esa década instaló Venezuela en Mérida; se centró el programa en la instalación de un telescopio del tipo Ritchey-Chretien de un metro de abertura, tamaño ya competitivo internacionalmente. El plan ampliado en su cobertura pero reducido en cuanto a infraestructura y facilidades fue presentado por la universidad a través del Ministerio de Educación al Compes, que lo aprobó en la sesión de finales de diciembre de 1984. Configurado como allí fue estudiado, era ya un plan para el desarrollo de la Astronomía en Colombia, asociado a un programa de formación en astronomía los beneficiados tendrían así infraestructura segura para desarrollarse como investigadores con la mirada en los cielos y los pies en la tierra de Colombia. Para la época en que llegó a la etapa de aprobación final, comienzos de 1986,<sup>320</sup> las cosas habían cambiado: el sistema internacional necesitaba países subdesarrollados con otro modelo de subdesarrollo, con más austeridad interna para pagar la "eterna deuda

319 Brieva, E. (1985a)

320 Los decretos presidenciales aprobatorios, tanto del crédito externo como del interno para la infraestructura de obras civiles, fueron los números 3039 del 18 de marzo de 1985 y 946 del 21 de marzo de 1986, respectivamente. La sesión del COMPES que aprobó el proyecto tuvo lugar en diciembre de 1984. Oficio DNP 2151 del 20 de ese mes.

externa”, con énfasis en “pobreza absoluta”, con reducción de gasto público y con el desmonte de los organismos creados para generar empleo, cuya proliferación habían instigado esas mismas agencias internacionales; ya Fidel no infundía miedo ni era amenaza, luego el paquete de la “Alianza para el Progreso” debía cambiar. Las prioridades de 1986 no daban para el desarrollo de la astronomía en Colombia, ni para poner al día la infraestructura del Observatorio Astronómico Nacional. El logro de esa infraestructura básica para el desarrollo de la astronomía colombiana, para trabajar los aspectos de una ciencia observacional desde el territorio patrio aprovechando las características propias de su situación, para encontrar los propios problemas, y al trabajarlos y al solucionarlos aproximarse a la innovación, que este texto ya mostró que ese camino se nos ha aproximado, que quedó en veremos, y en suspenso también la fructificación de tantos años de ese empeño, al que se dedicaron todos aquellos vinculados al observatorio.

Desde luego que la nueva modalidad que apareció con la existencia de una agencia, Colciencias, creada para ese fin, el de financiar proyectos de investigación científica, generó un estilo de trabajo diferente: el de presentarlos y realizarlos bajo la forma de proyectos, con metas y alcances específicos, cosa que fue aprovechada por el observatorio y que hoy conforman “líneas” de investigación con “programas” a su vez conformados por “proyectos”. Estas líneas son: “Astronomía fundamental”, “Astronomía estelar” y “Astronomía galáctica”. La primera línea está en el alma del observatorio, desde los trabajos de Garavito. Los trabajos más importantes de mecánica celeste han sido realizados por E. Brieva.<sup>321</sup> Los trabajos de preparación de efemérides se han considerado como trabajo de obvia rutina del observatorio, difícilmente disfrazables de “proyectos de investigación”; ellos han tenido diferentes manifestaciones y han dado origen a publicaciones periódicas y ocasionales, periodísticas o no.<sup>322</sup> La línea de la astronomía estelar se ha realizado mediante los trabajos de W. Gieren, realizados con base a observaciones hechas por él en los telescopios de Chile (Observatorio Europeo del Hemisferio Sur) y Europa (Observatorio Hoher List, de la Universidad de Bonn). Afortunadamente la comprensión de la Universidad Nacional y de Colciencias ha permitido desarrollar estos proyectos observacionales en instituciones foráneas. Ya para esta época deberían poderse realizar en Colombia, si los subdesarrollistas no lo hubieran impedido.<sup>323</sup> En cuanto a la línea de la astronomía galáctica, una vocación natural para Colombia ya que desde su suelo, especialmente en sus latitudes más vecinas al ecuador terrestre, se domina toda la Vía Láctea, la Galaxia, en singular y con mayúscula, en algún momento de todos los años, por lo menos mientras la dirección del eje de rotación terrestre no se aparte mucho de como hoy se encuentra. Los trabajos principales han sido dedicados a trabajar cúmulos galácticos, más llamados

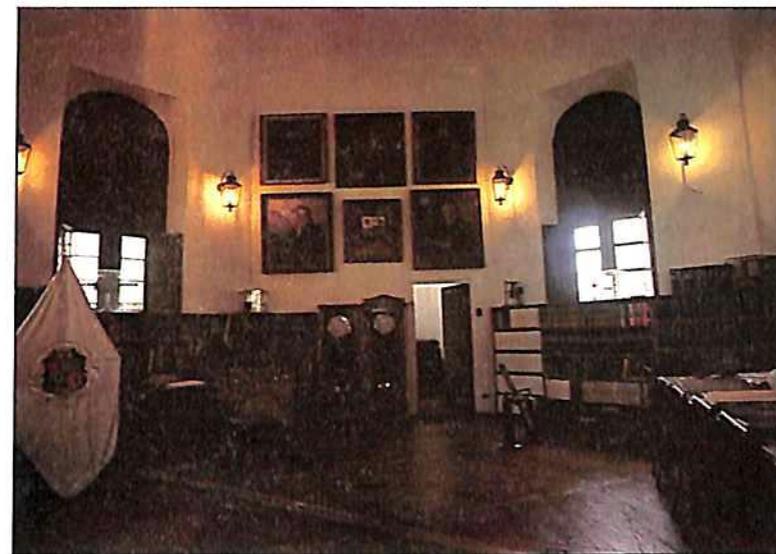
<sup>321</sup> Véase Brieva, E., 198, 198. Otro programa en curso es el de aplicación de las series de Lie a problemas de mecánica celeste.

<sup>322</sup> Principalmente el “Anuario del Observatorio” de 1975 a 1981, y publicaciones referentes a eventos como el retorno del Cometa de Halley (Arias de Greiff, J., 1985, 1986) y sinnúmero de noticias aparecidas en la prensa sobre dichos eventos.

<sup>323</sup> Las publicaciones del profesor Gieren y asociados están reseñadas en la bibliografía (Gieren, W., 1985, 1989; Gieren, W et al. 1990; Gieren, W. y Brieva, E. 1992).



El Observatorio Astronómico Nacional en 1993



Salón central del Observatorio Astronómico Nacional, 1993.

hoy cúmulos abiertos, por Eduardo Brieva, Antonio Uribe y por William Cepeda;<sup>324</sup> en este último caso usando placas fotográficas tomadas por el observatorio instalado en las cercanías de Mérida, Venezuela.

Esta modalidad de proyectos con financiación específica y control por las agencias que los apoyan han resultado muy útiles para consolidar el trabajo de los institutos universitarios dedicados a la ciencia, han permitido completar sus dotaciones de equipos y bibliográficas en buena medida, pero no son suficientes para lograr la escalada de infraestructura nacional que se requiere para colocarla en condiciones de competitividad a nivel internacional, como se esperaba del proyecto para lograrlo, atrás mencionado. La nueva modalidad de favorecer proyectos avalados internacionalmente, con colaborador y participantes de la ciencia del llamado primer mundo, aunque se maneja como establecimiento de "redes sociales de transferencia de saberes", algo que ya conocíamos como clientelismo sin más ni más, tiene la ventaja de permitir colocar al investigador criollo en la primera línea de juego; si va a ser para que él permanezca en esa línea de juego en forma autónoma, bienvenida la red; pero no hay que olvidar que el etnocentrismo de ese primer mundo tiende a ver a la América Latina como su "coto de tesis", y al investigador aborigen, en muchos casos como una fuente de información, necesaria para los proyectos propios de ese primer mundo. Otro aspecto importante de las citadas redes es la opción de uso hacia la formación de investigadores en ese alto nivel; si ellos se forman en base a los proyectos formulados desde Colombia y por Colombia, hay buena posibilidad de su futuro arraigo local, eso sí, si se ha puesto al día y adecuado paralelamente la infraestructura propia, para continuar aquí las investigaciones.

Un avance importante para la educación del público general en aspectos básicos de la astronomía lo constituye la instalación de grandes y modernos planetarios en Bogotá y Medellín, -adquiridos, de paso sea dicho- por intermediación del sector cafetero, como se esperaba hacer para la escalada del Observatorio Astronómico Nacional. Otra actividad digna de señalarse es el recorrido de muchos temas de astronomía que se ha hecho para la Facultad de Ciencias, a la que en la Universidad Nacional pertenece el observatorio, en la forma de cursos electivos y de extensión en temas como Astronomía Básica, Introducción a la Astrofísica, Mecánica Celeste, Propulsión por Cohetes y Astronáutica, Atmósferas Estelares, Estructura Estelar, Introducción a la Cinemática Galáctica, Dinámica Galáctica, Materia Interestelar e Introducción a la Cosmología.

324 Pueden verse las siguientes publicaciones: Brieva E y Uribe, A (1986, 1990, 1992).

## BIBLIOGRAFIA

- ALVARADO, E. (1893). Informe reservado sobre el manejo y conducta que tuvieron los padres jesuitas con la Expedición de la Línea Divisoria entre España y Portugal en la Península Austral y Orillas del Orinoco. En Antonio V. Cuervo. *Colección de Documentos Históricos sobre la Geografía y la Historia de Colombia*. Bogotá.
- ALVAREZ LLERAS, J. (1920). Julio Garavito Armero, Ensayo Biográfico y Literario. En: *Anales de Ingeniería*, 325, abril, pg. 362-420. Bogotá.
- \_\_\_\_\_ (1935). *Longitud latitud del Observatorio de Bogotá*. Bogotá.
- \_\_\_\_\_ (1937). El Positivismo en la Física Moderna y la Evolución de la Ciencia. En: *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 1, (4), pg. 314-325. Bogotá.
- \_\_\_\_\_ (1939). El Bitescopio de Reflexión. En: *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 8. Bogotá.
- ALVIS, V. Y MARTÍNEZ, R. (1987). Las Investigaciones Meteorológicas de Caldas. En: *Quipu* (4), 3, pg. 413-432.
- ARIAS DE GREIFF, J. (1968a). Una carta de Caldas a Humboldt. En: *Boletín de la Sociedad Geográfica de Colombia*, 99. Bogotá.
- \_\_\_\_\_ (1968b). Itinerario de Humboldt y Bonpland. En: *Boletín de la Sociedad Geográfica de Colombia*, 100. Bogotá.
- \_\_\_\_\_ (1969a). El Diario Inédito de Humboldt. En: *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 51. Bogotá.
- \_\_\_\_\_ (1969b). El Mapa de Humboldt del Río Magdalena. En: *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 51. Bogotá.
- \_\_\_\_\_ (1970). Algo más sobre Caldas y Humboldt. *Boletín de la Sociedad Geográfica de Colombia*, 101. Bogotá: Editorial Pax.
- \_\_\_\_\_ (1974). Algunos documentos desconocidos unos y poco conocidos otros, pertinentes a don Francisco José de Caldas y Tenorio. En: *Boletín de Historia y Antigüedades*, 704. Bogotá.
- \_\_\_\_\_ (1978). Una sociedad democrática en 1816. En: *Boletín de Historia y Antigüedades*, 722. Bogotá.
- \_\_\_\_\_ (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 O.F.A.

- \_\_\_\_\_ (1983). Apuntamientos para la Historia del Apostadero de Marina de Cargatena de Indias. En: *Boletín de Historia y Antigüedades*, 743. Bogotá: Kelly.
- \_\_\_\_\_ (1984). La exploración hidrográfica de San Andrés y Providencia. En: *Boletín de Historia y Antigüedades*, 744. Bogotá.
- \_\_\_\_\_ (1985). La Expedición Hidrográfica de Fidalgo. En: *La ciencia Moderna y el Nuevo Mundo*. Madrid: C.S.I.C.
- \_\_\_\_\_ (1987a). Historia de la Astronomía en Colombia. *Ciencia, Tecnología y Desarrollo*, 11 (1-2).
- \_\_\_\_\_ (1987b). Joaquín Francisco Fidalgo, una Cronología. *La República, Dominical* 475. Bogotá.
- ARTOLA, M. (1983). *La Burguesía Revolucionaria (1808-1874)*. Madrid: Alianza Alfaguara.
- BAQUERO, A. (1987). Etnoastronomía Sikuaní. En: *Etnoastronomías Americanas*. Bogotá: Universidad Nacional.
- BATEMÁN, A. D. (1953). *Francisco José de Caldas. El Hombre y el Sabio*. Manizales (Caldas): Imprenta Oficial del Departamento de Caldas.
- BOUGUER, P. (1749). *Théorie de la figure de la Terre*. París.
- BOUSSINGAULT, J.B. (1985). *Memorias de Boussingault*. Bogotá: Banco de la República.
- BRIEVA, E. (1970). *Erreurs sur les mouvements propres du FK4 a partir des Observations d'Astrolabe de l'Observatoire de Paris*. Mémoire D.E.A. París.
- \_\_\_\_\_ (1980). El sistema de referencia en Astronomía de posición. En: *Revista de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 56. Bogotá.
- \_\_\_\_\_ (1985a). Búsqueda de sitio para una estación Astrofísica en Colombia. Resultados preliminares. En: *Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica*, 10. pg. 397.
- \_\_\_\_\_ (1985b). "Introducción a la Astronomía". Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- BRIAVA, E. Y URIBE, A. (1986). Una aplicación del método de máxima verosimilitud en Astronomía Galáctica. En: *Revista Colombiana de Estadística*, 12. Bogotá.
- \_\_\_\_\_ (1990). La determinación de la pertenencia de estrellas a cúmulos abiertos a partir de movimientos propios. En: *Revista de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 66, pg. 461. Bogotá.
- \_\_\_\_\_ (1992). The problem of stars membership en galactic clusters, en prensa.
- BROUWER, D. Y CLEMENCE, C.M. (1961). *Celestial Mechanics*. Nueva York: Academic Press.
- CALDAS, F. J. (1819). *Ensayo de una Memoria sobre un Nuevo Método de Medir las Montañas*. Burdeos: Imprenta de Laval, Joven y Sobrino.
- \_\_\_\_\_ (1849). *Semanario de la Nueva Granada*, Librería Castellana. París.

- \_\_\_\_\_ (1968). *Obras Completas de Francisco José de Caldas*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- \_\_\_\_\_ (1978). *Cartas de Caldas*. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Imprenta Nacional. Bogotá.
- CASSINI, J. (1729). *Mémoire de l'Académie Royale des Sciences de Paris*. París.
- CASTILLO TORRES, G. (1986). Breve Historia de la Física en Colombia. En: *Revista Colombiana de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 16. Bogotá.
- CAULÍN, A. (1779). *Historia corográfica, natural y evangélica de la Nueva Andalucía, provincias de Cumaná, Guayana y vertientes del río Orinoco*. Madrid.
- CERVERA PERY, J. (1989). El Almirante Mazarredo: Un Marino Profesional en un Marco Ilustrado. En: *La Marina de la Ilustración*. Madrid: Instituto de Historia y Cultura Naval.
- COLMENARES, G. (1986). "La Historia de la Revolución" por José Manuel Restrepo: Una prisión historiográfica. En: *La Independencia, Ensayos de Historia Social*. Bogotá: Instituto Colombiano de Cultura.
- COOK, A. (1988). *The Motion of the Moon*. Bristol: Adam Hilger.
- CORREA, F. (1987). Tiempo y espacio en la cosmografía de los cubeos. En: *Etnoastronomías Americanas*. Bogotá: Universidad Nacional.
- CUERVO, A. (1891). *Colección de Documentos inéditos sobre la Geografía y la Historia de Colombia*. Tomo I, Costa Atlántica. Bogotá.
- DEL PINO, F. Y GUIRAO, A. (1988). "Las Expediciones Ilustradas y el Estado Español". En: *Ciencia y Contexto Histórico Nacional en las Expediciones Ilustradas a América*, CSIC, Madrid.
- DEPRIT, A., HENRARD, J., ROM, A. (1971). *Analitical Lunar Ephemerides*. En: *Astronomy and Astrophysics*, 10. Berlin, Springer.
- DÍAZ COVARRUBIAS (1867). *Nuevos Métodos Astronómicos*. México.
- DUARTE, F. (1920). *Détermination des positions Géographiques par les Méthodes des Hauteurs Egales*. París. Herman Fils.
- ECKERT, W. J., JONES, R., CLARK, M.K. (1954). *Improved Lunar Ephemeris*. Washington. U.S.A: Government Printing Office.
- EINSTEIN, A. (1905). Zur Electrodynamik bewegter Körper. En: *Annalen der Physik*, 17, pg. 891.
- ESPINOSA Y TELLO, J. (1802). *Relación del Viaje hecho por las goletas Sutil y Mexicana al estrecho de Juan de Fuca*. Madrid.
- \_\_\_\_\_ (1809). *Memoria sobre las observaciones astronómicas hechas por los navegantes españoles...* Madrid.
- FEUILLÉE, L. (1714-1725). "Histoire des Plantes Médicinales qui le plus en usage aux Royaumes de Perù et du Chile". París.
- \_\_\_\_\_ (1735). *Journal des Observations Physiques, Mathématiques et Botaniques, faites sur les côtes Orientales de l'Amérique Meridionale et dans un autre voyage fait a la Nouvelle Espagne et aux îles d'Amérique*. París.

FIDALGO, J.F. (1790). *Lecciones de Geometría Práctica, dispuestas para la instrucción de los Guardias Marinas del Departamento de Cádiz*. Isla de León.

FONTANA, J. (1982). *Historia*. Barcelona: Grijalbo.

FUENTES, J. F. (1989). Seis españoles en la Revolución Francesa, En: *España y la Revolución Francesa*. Aymes. J. R. (ed). Barcelona: Grigalbo crítica.

GARAVITO, ARMERO, J. (1843, 1892, 1894). Determinación astronómica de coordenadas geográficas. En: *Anales de Ingeniería*, 57, 59-60, 62 y 75. Bogotá.

\_\_\_\_\_ (1897). Latitud del Observatorio de Bogotá. En: *Anales de Ingeniería* 106, 107 y 108. Bogotá.

\_\_\_\_\_ (1901). *El Cometa de 1901*. Bogotá: Imprenta Nacional.

\_\_\_\_\_ (1937). "Óptica Astronómica. Teoría de la Refracción y de la Aberración. En: *Revista de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 1, 4.

\_\_\_\_\_ (1944). Mecánica Celeste. Movimiento Elíptico (Método de Jacobí). En: *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* V, 20. Bogotá.

\_\_\_\_\_ (1946a). Cálculo de la Efemérides del Cometa Halley. En: *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, VII, 25. Bogotá.

\_\_\_\_\_ (1946b). Fórmulas definitivas para el cálculo del movimiento de la Luna por el método Hill-Brown y con la notación usada por Henry Poincaré. En el Tomo III (sic) de su curso de Mecánica Celeste. En: *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 24. Bogotá.

GARAVITO ARMERO, J. 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*, VII, 27. Bogotá.

GARCÍA FRANCO, S. (1947). *Historia del Arte y Ciencia de Navegar*, Madrid: Instituto Histórico de Marina.

GARCÍA MARTÍNEZ, J.R. (1991). "Análisis Militar del Combate del 2 de mayo de 1866". En: *Revista de Historia Naval*, Año IX, N° 32. Madrid.

GARZÓN NIETO, J. (1939). Astronomía de Posición. Determinación de coordenadas geográficas con el empleo de algunos métodos con altura iguales e instrumentos portátiles. *Separata de la Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, N° 8. Bogotá: Litografía Colombia.

GIEREN, W. (1984). Surface Brightness Radii, Distances and absolute magnitudes of Classical Cepheids. En: *The Astrophysical Journal*, 282, pg. 650.

\_\_\_\_\_ (1985a). A Search for more Cepheid Binaries. En: *The Astrophysical Journal*, 295, pg. 507-520.

\_\_\_\_\_ (1985b). Physical Properties of the Cepheids RT Auriga and SZ Tauri. En: *Astronomy and Astrophysics*, 148, pg. 148.

\_\_\_\_\_ (1986). The Luminosity Scale of Galactic Cepheids from Surface Brightness. En: *The Astrophysical Journal*, 306, pg. 25.

\_\_\_\_\_ (1988). The Galactic Cepheid Period - Luminosity Relation from the Visual Surface Brightness Method. En: *The Astrophysical Journal*, 329, pg. 790-796.

GIEREN, W. ET AL. (1990). The short-period Cepheid EU Tau. Physical properties of the Star. En: *The Astronomical Journal*, 99, (4), pg. 1196-1206.

GIEREN, W. Y BRIEVA, E. (1992). On the binary status of the Cepheid SV Persei. En: *Astronomy and Astrophysics*, 253, pg. 126-130.

GOLDBERG, S. (1984).

GÓMEZ HURTADO, A. (s.f.). *La Revolución en América*. Editora Latinoamericana. Bogotá.

GONZÁLEZ GONZÁLEZ, F. (1989). Ciencia y Navegación a fines del Siglo XVII y comienzos del XVIII. *España y el ultramar hispánico hasta la ilustración*. Madrid: Instituto de Historia y Cultura Naval.

GREDILLA, F. (1911). *Biografía de José Celestino Mutis con la relación de su viaje y estudios practicados en el Nuevo Reino de Granada*. Madrid.

GUTZWILLER, M. C., SCHMIDT, D. S. (1986). *Astronomical Paper*, Tomo XXIII, Parte Primera. Washington: U.S. Government Printing Office.

HALLEY, E. (1722-1723). *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 33. Londres.

HARVIT, M. (1988). *Astrophysical Concepts*.

HERNÁNDEZ DE ALBA, G. (1983). (2ª ed.). *Archivo Epistolar del Sabio Naturalista Don José Celestino Mutis*. Bogotá: Instituto de Cultura Hispánica.

\_\_\_\_\_ (1986). *Historia documental de la Real Expedición Botánica del Nuevo Reino de Granada después de la muerte de su director José Celestino Mutis (1808-1952)*. Bogotá.

HOSKIN, M. (1982a). Astronomy in Ancient Grece. En *Highlights of Astronomy*, 6. Dordrech: D. Reidel.

\_\_\_\_\_ (1982b). *Stellar Astronomy*. Chalfont St. Giles.

HOBBSBAUM, E.J. (1991). *Naciones y Nacionalismo desde 1780*. Crítica. Barcelona.

HUGH-JONES, S. (1982). *The Pleiades and Scorpius in Barasana Cosmology*. Nueva York: New York Academy of Sciences.

HUMBOLDT, A. VON. (1941). *Viaje a las Regiones Equinociales del Nuevo Continente*. Caracas: Biblioteca Venezolana de la Cultura.

\_\_\_\_\_ (1982). *Alexander Von Humboldt en Colombia: Extractos de sus Diarios*. Academia de Ciencias de la República Democrática Alemana y Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Bogotá.

IBÁÑEZ, R. (1987). Etnoastronomía Siriana. En: *Etnoastronomías Americanas*. Bogotá: Universidad Nacional.

JUAN, J. (1769). *Examen marítimo, teorico, práctico, o tratado de mechanica aplicado a la construcción, conocimiento y manejo de los navíos y demás embarcaciones*. Tomos I y II. Madrid: Imprenta de Mena.

\_\_\_\_\_ (1773). Estudio de la Astronomía en Europa y Juicio de los Fundamentos sobre que se Rigieron los Sistemas del Mundo para que Sirva de Guía al Método en que debe Recibirlos la Nación sin Riesgo de su Religiosidad. Incluido en la segunda edición de *Observaciones Astronómicas y Physical hechas de orden S.Mag. en los Reynos del Perú*. Madrid.

JUAN, J. Y ULLOA, A. (1748). *Observaciones astronómicas y Physical hechas de orden S.Mag. en los Reynos del Perú*. Madrid: Juan de Zúñiga.

LAFUENTE, A. (1984). *La geometrización de la Tierra*. Madrid: En: *Etnoastronomías Americanas*. Bogotá: Universidad Nacional.

LAFUENTE, A. Y SELLÉS, M. (1988). *El Observatorio de Cádiz (1753-1831)*. Madrid: Instituto de Historia y Cultura Naval.

LEGENDRE, A.M. (1866) *Elementos de Geometría*, con adiciones y modificaciones por M.A. Blanchet, traducido de la 10a. edición de París por Luis M. Lleras, Imprenta de Gaitán. Bogotá.

LEMAITRE, E. (1983). *Historia General de Cartagena*. Bogotá: Banco de la República.

LINDBERG, D.C. Y WESTMAN, R.S. (Editores), (1990). "Reappraisals of the Scientific Revolution", Cambridge.

LOEFLING, P. (1963). Reise nach den Spanischen Ländern in Europa und Amerika. Facsimil en *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. XII. Bogotá.

LUCENA GIRALDO, M. (1990). Ciencia y crisis política: La doble creación de la Escuela Náutica de Cartagena de Indias (1810-1822). En: *Revista de Historia Naval VIII*, 30, pg. 31-38. Madrid.

\_\_\_\_\_ (1991). "El Estudio de la travesía de Cartagena de Indias a Cuba por la Expedición Hidrográfica del Atlas Americano". En: *Asclepia, XLIII*, 2, 199-216. CSIC, Madrid.

LYON, E. (1992). Search for Columbus. En: *National Geographic* 188 (1), pg. 2-30.

LINDBERG, D.C. Y WESTMAN, R.S. (1990). *Reappraisals of the Scientific Revolution*. Cambridge.

MARDEN, L. (1986). Tracking Columbus across the Atlantic. *National Geographic*. 170 (5). Washington, D.C.

MARCO DORTA, E. (1951). *Cartagena de Indias, la ciudad y sus monumentos*. Sevilla: Escuela de Estudios Hispanoamericanos.

\_\_\_\_\_ (1988). *Cartagena de Indias puerto y plaza fuerte* (3ra. edición). Bogotá: Fondo Cultural Cafetero.

MAYR, J. (1987). Contribución a la astronomía de los kogi. En: *Etnoastronomías Americanas*. Bogotá: Universidad Nacional.

MAZARREDO, J. (1779). *Lecciones de Navegación para el uso de las Compañías de Guardias Marinas*. Isla de León.

MENDOZA Y RIOS (1787). *Tratado de Navegación*. Madrid.

MAYOR, A. (1985). Matemáticas y Subdesarrollo: La disputa sobre la enseñanza de

la Ingeniería Colombiana de principios del Siglo XX. En: *Universidad Nacional de Colombia (Medellín)* 19, pg. 14-24.

NEGRÍN, O. Y SOTO, D. (1985). El debate sobre el Sistema Copernicano en la Nueva Granada durante el siglo XVIII. En: *Revista Colombiana de Educación*, 16. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.

NEUGEBAUER, O. (1956). The Transmission of Planetary Theories in Ancient and Medieval Astronomy. En: *Scripta Mathematica*, 22.

\_\_\_\_\_ (1961). Notes on Kepler. En: *Communication on pure and applied mathematics*, XIV.

\_\_\_\_\_ (1968). On the Planetary of Copernicus. En: *Vistas in Astronomy*, 10.

OLTMANN, J. (1808-1810). *Recueil des Observations astronomiques, d'opérations trigonométriques et de mesures barométriques, faites pendant le cours d'un voyage aux régions équinoxiales*. París.

ORTIZ, F. (1987). Etnoastronomía de los grupos Arawak de los llanos (Colombia). En: *Etnoastronomías Americanas*. Bogotá: Universidad Nacional.

PAES DE SOUZA, T. (1923). *Hora por alturas iguaes de dois astros ou de um astro de declinacao variavel observado en duas posicoes*. Rio de Janeiro: Imprensa Militar.

\_\_\_\_\_ (1930). Orientacao astronomica das cartas topographicas por maximas elongacoes de estrellas. En: *Revista Militar Brasileira*, 3. Rio de Janeiro: Imprensa Militar.

PARDO M. (1987). Términos y conceptos cosmológicos de los indígenas Emberá. En: *Etnoastronomías Americanas*. Bogotá: Universidad Nacional.

PLANTA AZUERO, M. (1877). Informe del rector de la Universidad Nacional al señor secretario de lo Interior: Relaciones exteriores. En: *Anales de la Universidad Nacional* 11 (84), pg. 317-349. Bogotá.

POINCARÉ, H. (1909). *Leçons de Mécanique Céleste*. París: Gauthier Villars.

RAMOS, A. (1888). Astronomías y Geodesia. En: *Anales de Ingeniería*, 8. Bogotá.

REICHEL, E. (1987). Astronomía Yukuna-Matapí. En: *Etnoastronomías Americanas*. Bogotá: Universidad Nacional.

REICHEL, E. Y ARIAS DE GREIFF, J. (1987): Prefacio. En: *Etnoastronomías Americanas*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

REICHEL-DOLMATOFF, G. (1950). Los kogi. En: *Revista del Instituto Etnológico Nacional*, IV, 1-2. Bogotá

\_\_\_\_\_ (1971). *Amazonian Cosmos*. Chicago: The University Chicago Press.

\_\_\_\_\_ (1975). Templos kogi. Introducción al Simbolismo y a la Astronomía del Espacio Sagrado. En: *Revista Colombiana de Antropología*, 19. Bogotá.

\_\_\_\_\_ (1978). The loom of life. A kogi principle of integration. En: *Journal of Latin American Lore*. Los Angeles.

- \_\_\_\_\_ (1982). Astronomical Models of Social Behaviors Among Indians of Colombia. En: *Annals of the New York Academy of Science*, 385. Nueva York.
- REISS, G. Y STÜBEL, A. (1890). *Reisen in Südamerika*. Berlín.
- RESTREPO, O. (1991). La Comisión Corográfica: Permanente Actualidad. En: *José Triana, su vida, su obra y su época*. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Bogotá.
- \_\_\_\_\_ (1993) *Naturalistas, saber y sociedad en Colombia*, En: Historia Social de la Ciencia en Colombia. 3:13-359. Tercer Mundo. Santafé de Bogotá.
- RODRÍGUEZ, J. E. (1980). *El Nacimiento de Hispanoamérica*. México: Fondo de Cultura Económica.
- RUIZ WILCHES, B. (1927). Procedimiento para obtener azimut, hora y latitud, en un punto, con una sola observación. *Anales de Ingeniería*, 410. Bogotá.
- SÁNCHEZ, D. (1906). *Anales de Ingeniería* No.167-168: 215-243.
- SARASOLA, S. (1920). *La obra de católicos y creyentes en las Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. Bogotá.
- SCHUMACHER, H.A. (1986). Caldas, Bogotá. Traducción de Ernesto Guhl de la parte pertinente. En: *Südamerikanische Studien Drei Lebens und Cultur Bilder, Mutis, Caldas, Codazzi, (1760-1860)*, Berlín.
- \_\_\_\_\_ (1988). *Codazzi*, Bogotá. Traducción por E. Guhl, de otra parte de la obra original (ver referencia anterior).
- SERRANO MANGAS, F. (1983). La armada española ante los corsarios colombianos. En: *Revista de Historia Naval*. Madrid: Instituto de Historia y Cultura Naval.
- SILVA, P. M. (1898). Posición de Facatativá. Aplicación del Método de Garavito y ensayo de longitud por señales telegráficas. En: *Anales de Ingeniería* 122, 123 y 124. Bogotá.
- SOFFEL, M.H. Y BRUMBERG, V.A. (1991). Relativistic Reference Frames Including Time Scales: Questions and Answers. En: *Celestial Mechanics and Dynamical Astronomy* 52, pg. 355-373.
- STERNBERG, S. (1969). *Celestial Mechanics. Part I*. Nueva York: W.A. Benjamin.
- TRIANA, G. (1987). Etnoastronomía Puinave. En: *Etnoastronomías Americanas*. Bogotá: Universidad Nacional.
- VILAR, P. (1982). La Historia después de Marx. En: *Economía, Derecho, Historia*. Barcelona: Ariel.
- VON HILDEBRAND, M. (1983). Vivienda Indígena, Amazonas. *Proa* (323). Bogotá.
- \_\_\_\_\_ (1987). Datos etnográficos sobre la astronomía de los indígenas Tanimuka del Noroeste Amazónico. En: *Etnoastronomías Americanas*. Bogotá: Universidad Nacional.
- ZULUAGA, F. (1986). Clientelismo y Guerrillas en el Valle del Patía (1536-1811). En: *La Independencia, Ensayos de Historia Social*. Bogotá: Instituto Colombiano de Cultura.

## Apéndice 1

Observaciones astronómicas hechas en Cartagena de Indias y lugares vecinos por don Juan de Herrera y Sotomayor. Incluye carta remitida a Edmund Halley







1770  
Le 19 de Juin  
Hauteurs prises le 19 Juin

Table with 2 columns: Item and Value. Includes 'Hauteurs prises le 19 Juin' and 'Le milieu'.

Hauteurs prises le 19 Juin

Table with 2 columns: Item and Value. Includes 'Le milieu' and 'Sommers'.

Le quelle... Somers...

Le milieu... Somers...

Observations

Le 19 de Juin... Somers...

Main text block with handwritten notes and observations.

Observations

Le 19 de Juin... Somers...

Observations

Le 6 Mars de l'an 1770

Hauteurs prises le 6 Mars

Table with 2 columns: Item and Value. Includes 'Le milieu' and 'Sommers'.

Le milieu

Table with 2 columns: Item and Value. Includes 'Sommers' and 'Le milieu'.

Table with 2 columns: Item and Value. Includes 'Sommers' and 'Le milieu'.

Le milieu

Table with 2 columns: Item and Value. Includes 'Sommers' and 'Le milieu'.

Main text block with handwritten notes and observations.















## APENDICE 2

Observaciones Astronómicas hechas en Timaná y en Popayan, 1795 a 1799, por Francisco José de Caldas. Manuscrito que Caldas entregó a Humboldt y que se encuentra en el legado de Humboldt.

J. v. Humboldt

Observación hecha en Tomana  
en 1797 y 1798.

Latitud del  
Sitio.

La latitud del Sigante era un ob-  
jeto de la primera importancia para  
levantar la Carta de la latitudacion  
de Tomana. Esta Latitudacion es la mas  
oriental, y habia resuelto determinar-  
la porcion en longitud por el Eclipse  
de Luna el 3 de Dic. de 1797. Co-  
mo carecia de Luneta, habia resuel-  
to concluir el tiempo verdadero por  
medio de alturas de algunas estrellas,  
en cuya resolucion es indispensable  
el conocimiento de la latitud. Me dedi-  
que, pues, en Oct. Nov. y Dic. de  
1797 a fijarla con un numero comoden-  
te. Observacion hecha con el Sol  
y brucias enclavadas, y con un astro-  
mion, y con un Sextante de circun-  
ferencia de 16 pulgadas. El modo, cuyo resul-  
tado expresa la Tab. siguiente.



A. v. Humboldt

tiempo en que se hizo la observación  
 y momento de la salida de la luna  
 y el momento de la observación  
 de la estrella en que se hizo la  
 observación. Se hizo todo en  
 un solo momento al tiempo que  
 se me fue posible de aquí el  
 resultado es el de

Notas de la  
Noche

Inicio de Mare Insuperum	10. 4. 36
Fin del mismo	12. 6.
Inicio de Mare Insuperum	13. 25.
Fin del mismo	16. 4.
Inicio de Mare Insuperum	17. 7.
Fin del mismo	19. 33.
Inicio de Mare Insuperum	20. 33.
Fin del mismo	22. 54.
Inicio de Mare Insuperum	26. 12.
Fin del mismo	26. 54.
Inicio de Mare Insuperum	30. 27.
Fin del mismo	32. 17.
Inicio de Mare Insuperum	35. 2.

En el tiempo de la observación se observó la altura de la estrella  $\alpha$  en el momento de la salida de la luna y se verificó de todas las terminaciones anteriores, y el resultado es el de

Alta aparente de  $\alpha$  sobre el horizonte en el cuadrante oriental .....  $45^{\circ} 46' 0''$

Notas de la  
Noche

Inicio de Mare Insuperum	9. 36. 50
Fin del mismo	40. 4.
Inicio de Mare Insuperum	43. 22.
Fin del mismo	44. 3.
Inicio de Mare Insuperum	45. 5.
Fin del mismo	50. 12.
Inicio de Mare Insuperum	53. 19.
Fin del mismo	54. 7.
Inicio de Mare Insuperum	56. 19.
Fin del mismo	57. 36.
Inicio de Mare Insuperum	10. 3. 5.

A. v. Humboldt

Alta aparente de  $\alpha$  sobre el horizonte en el cuadrante oriental .....  $45^{\circ} 46' 0''$

Alta aparente de  $\alpha$  sobre el horizonte en el cuadrante occidental .....  $65^{\circ} 15' 0''$

Alta aparente de  $\alpha$  sobre el horizonte en el cuadrante oriental .....  $13. 50. 48.$

Alta aparente de  $\alpha$  sobre el horizonte en el cuadrante occidental .....  $15. 31. 28.$

Alta aparente de  $\alpha$  sobre el horizonte en el cuadrante oriental .....  $45. 46. 54.$

Alta aparente de  $\alpha$  sobre el horizonte en el cuadrante occidental .....  $2. 24. 20.$

Con estos datos se forma el cálculo siguiente

Alta aparente de  $\alpha$  sobre el horizonte en el cuadrante oriental .....  $45^{\circ} 46' 0''$

Alta aparente de  $\alpha$  sobre el horizonte en el cuadrante occidental .....  $65^{\circ} 15' 0''$

Alta aparente de  $\alpha$  sobre el horizonte en el cuadrante oriental .....  $13. 50. 48.$

Alta aparente de  $\alpha$  sobre el horizonte en el cuadrante occidental .....  $15. 31. 28.$

Alta aparente de  $\alpha$  sobre el horizonte en el cuadrante oriental .....  $45. 46. 54.$

Alta aparente de  $\alpha$  sobre el horizonte en el cuadrante occidental .....  $2. 24. 20.$

Con estos datos se forma el cálculo siguiente

Cálculo del tiempo verdadero  
 al momento de la observación  
 de  $\alpha$  Cochocho Cabrilla.

Alta verdadera .....  $45^{\circ} 31' 28''$   
 Declinación de la estrella (Cabrilla) .....  $45. 46. 54.$   
 Latitud del lugar .....  $2. 24. 20.$   
 Con estos datos se forma el cálculo siguiente







v Humboldt

Algunos datos de la cordillera de los Andes  
 en la cordillera de los Andes, sobre las  
 montañas de la cordillera de los Andes  
 en la cordillera de los Andes, sobre las  
 montañas de la cordillera de los Andes

Algunos datos de la cordillera de los Andes  
 en la cordillera de los Andes, sobre las  
 montañas de la cordillera de los Andes

Algunos datos de la cordillera de los Andes  
 en la cordillera de los Andes, sobre las  
 montañas de la cordillera de los Andes

Algunos datos de la cordillera de los Andes  
 en la cordillera de los Andes, sobre las  
 montañas de la cordillera de los Andes

Algunos datos de la cordillera de los Andes  
 en la cordillera de los Andes, sobre las  
 montañas de la cordillera de los Andes

Algunos datos de la cordillera de los Andes  
 en la cordillera de los Andes, sobre las  
 montañas de la cordillera de los Andes

Algunos datos de la cordillera de los Andes  
 en la cordillera de los Andes, sobre las  
 montañas de la cordillera de los Andes

Algunos datos de la cordillera de los Andes  
 en la cordillera de los Andes, sobre las  
 montañas de la cordillera de los Andes

Algunos datos de la cordillera de los Andes  
 en la cordillera de los Andes, sobre las  
 montañas de la cordillera de los Andes

Algunos datos de la cordillera de los Andes  
 en la cordillera de los Andes, sobre las  
 montañas de la cordillera de los Andes

Algunos datos de la cordillera de los Andes  
 en la cordillera de los Andes, sobre las  
 montañas de la cordillera de los Andes

Algunos datos de la cordillera de los Andes  
 en la cordillera de los Andes, sobre las  
 montañas de la cordillera de los Andes

Algunos datos de la cordillera de los Andes  
 en la cordillera de los Andes, sobre las  
 montañas de la cordillera de los Andes

### Apendice 3

Lista de Instrumentos y libros elaborada por Humboldt en Quito en 1802, para ser adquirida para Caldas por colecta en Popayán. Copia hecha en Popayán en agosto de 1802. Archivo de la Universidad Javeriana.



Titre de los instrumentos que se han de pedir a Paris.

1. .... 1<sup>o</sup> Emplege d'un Globe astronomique de 3 pies de diametre  
ressens tres bien lyes.  
Les instruments contenues en ces lists, tendoy de cette pte  
que computo del S. P. de Hambelle 610. p. 10. 1700. 1701. 1702.

Un miroir (la nouvelle methode françoise) en cuivre, ou en sa place  
une bache.

Une Toise de bois droit en pi, pou. et lyes en ses, ou en cuivre.

Des fils de soye pour les essais astronomiques espaline tel qu'en les  
fait a la longitude et chez le C. Duguesclin, a Paris.

Deux Cercles de bois, un de 14 pouces, et l'autre de 24 pouces de diam.  
avec des courtois, chez le C. Jomery (rue de l'Universite) a Paris.

Micromete universel de Broune.

Une horloge d'inclinaison d'après les principes de Broune chez le C. Jomery  
a Paris.

Un miroir de bois, d'après les principes de Broune a Londres  
avec un gnomon solaire.

Quatre instruments ou tubes d'absorption d'Hambelle, (par mesu-  
res la quantité d'acide azotique) chez Dometius ou Brouilly a Paris.

Une petite Sphère astronomique de 12-14 pouces de haut de Sinter a  
Paris, avec la nouvelle suspension de Breguet.

Un Cercle de bois chez le C. Jomery a Paris de 12 pouces de diametre.

Six Cercles de verre de 5-12 pouces de haut, avec des bandes usées  
à l'usage pour mesurer des gaz.

Six Cornues tubules de verre avec le col recourbé pour degager des  
gaz sans usage de tube pneumatique de metal.

102. On desire que ces objets de verre se choisissent d'un  
cristal bien fort, et qu'on les emballe de manière à pouvoir tenir  
tres a un trajet de terre.

Trois Horloges pour mesurer des minerais, un de porphyre, un de  
masse de Wadswed, et un de suspension.

Trois balances de verre, trois avec des piles.

Quatre Plagues de Zinc fondues et purifies, de 5 pouces de long, 1  
pouce de large, et 3 lignes d'epaisseur pour les experiences  
quatrecentes.

2. ....

3. ....

4. ....

5. ....

6. ....

7. ....

8. ....

9. ....

10. ....

11. ....

12. ....

13. ....

14. ....

15. ....

16. ....

17. ....

18. ....

19. ....

20. ....

21. ....

22. ....

23. ....

24. ....

25. ....

26. ....

27. ....

28. ....

29. ....

30. ....

31. ....

32. ....

33. ....

34. ....

35. ....

36. ....

37. ....

38. ....

39. ....

40. ....

41. ....

42. ....

43. ....

44. ....

45. ....

46. ....

47. ....

48. ....

49. ....

50. ....

51. ....

52. ....

53. ....

54. ....

55. ....

56. ....

57. ....

58. ....

59. ....

60. ....

61. ....

62. ....

63. ....

64. ....

65. ....

66. ....

67. ....

68. ....

69. ....

70. ....

71. ....

72. ....

73. ....

74. ....

75. ....

76. ....

77. ....

78. ....

79. ....

80. ....

81. ....

82. ....

83. ....

84. ....

85. ....

86. ....

87. ....

88. ....

89. ....

90. ....

91. ....

92. ....

93. ....

94. ....

95. ....

96. ....

97. ....

98. ....

99. ....

100. ....

101. ....

102. ....

103. ....

104. ....

105. ....

106. ....

107. ....

108. ....

109. ....

110. ....

111. ....

112. ....

113. ....

114. ....

115. ....

116. ....

117. ....

118. ....

119. ....

120. ....

121. ....

122. ....

123. ....

124. ....

125. ....

126. ....

127. ....

128. ....

129. ....

130. ....

131. ....

132. ....

133. ....

134. ....

135. ....

136. ....

137. ....

138. ....

139. ....

140. ....

141. ....

142. ....

143. ....

144. ....

145. ....

146. ....

147. ....

148. ....

149. ....

150. ....

151. ....

152. ....

153. ....

154. ....

155. ....

156. ....

157. ....

158. ....

159. ....

160. ....

161. ....

162. ....

163. ....

164. ....

165. ....

166. ....

167. ....

168. ....

169. ....

170. ....

171. ....

172. ....

173. ....

174. ....

175. ....

176. ....

177. ....

178. ....

179. ....

180. ....

181. ....

182. ....

183. ....

184. ....

185. ....

186. ....

187. ....

188. ....

189. ....

190. ....

191. ....

192. ....

193. ....

194. ....

195. ....

196. ....

197. ....

198. ....

199. ....

200. ....

201. ....

202. ....

203. ....

204. ....

205. ....

206. ....

207. ....

208. ....

209. ....

210. ....

211. ....

212. ....

213. ....

214. ....

215. ....

216. ....

217. ....

218. ....

219. ....

220. ....

221. ....

222. ....

223. ....

224. ....

225. ....

226. ....

227. ....

228. ....

229. ....

230. ....

231. ....

232. ....

233. ....

234. ....

235. ....

236. ....

237. ....

238. ....

239. ....

240. ....

241. ....

242. ....

243. ....

244. ....

245. ....

246. ....

247. ....

248. ....

249. ....

250. ....

251. ....

252. ....

253. ....

254. ....

255. ....

256. ....

257. ....

258. ....

259. ....

260. ....

261. ....

262. ....

263. ....

264. ....

265. ....

266. ....

267. ....

268. ....

269. ....

270. ....

271. ....

272. ....

273. ....

274. ....

275. ....

276. ....

277. ....

278. ....

279. ....

280. ....

281. ....

282. ....

283. ....

284. ....

285. ....

286. ....

287. ....

288. ....

289. ....

290. ....

</

Collection de saints ethniques de Mr. Swilling Ho-  
 seur de Chine n. l. en allemande p. Hambourg. En son-  
 des, tels papiers.

Un petit d'ultr. Zach pour mesurer la longueur  
 de l'ultr. (à Göttinge chez Schöner).

Une collection d'ultr. pour mesurer la  
 de l'ultr. et l'ultr. en allemande.

Un petit d'ultr. de cette p. l. en allemande del S. p. de Hambourg  
 162 p. l. en allemande p. l. de 1802.

### Nota de los instrumentos que se han de pedir a Hamburgo.

Deux Sphéromètres de Foucault, chacun avec 2-3 mesures d'air (selon  
 la méthode d'Hayden, et non selon Magellan. On peut les faire venir  
 de Mr. Schöner à Göttinge en allemande en se adressant à Mr. Zach Sch-  
 onner du Duc de Saxe Göttinge.

Deux Sphéromètres à Chaux de Saxe.

Deux Sphéromètres à l'huile de Saxe.

Il est à désirer que l'on envoie ces trois instruments d'  
 Hambourg pour l'Allemagne ou l'Espagne. L'Observatoire de Göttinge  
 à Göttinge, les deux Sphéromètres à Saxe chez Klindworth ou chez  
 Zach à Göttinge. Ces instruments s'y font mieux qu'à Londres même.  
 On peut goûter à cette commission d'Hambourg.

Deux Sphéromètres pour les verser avec le diamant.

Deux Echelles de pied du Roy sur verre.

Quatre versos ethniques dessinés en papier coloré, et gravés avec le  
 diamant.

Un Sphéromètre à l'huile de Saxe.

Tous ces instruments s'y font en allemande à Göttinge chez Sch-  
 onner le célèbre l'Observatoire de Göttinge.

Deux Sphéromètres de Saxe pour mesurer les montagnes avec le Sphéromètre  
 chez Zach à Göttinge.

Un Sphéromètre de Saxe, ou un Sphéromètre avec deux Sphéromètres  
 de.

Deux Sphéromètres de Saxe de 5-6 mesures de diamant avec le col très long  
 pour tracer la gaze vital du verre.

Une collection de versos ethniques dessinés pour les verser de Mr. W. l. en  
 à Göttinge en Saxe.

Un petit d'ultr. de cette p. l. en allemande del S. p. de Hambourg  
 162 p. l. en allemande p. l. de 1802.

Un petit d'ultr. de cette p. l. en allemande del S. p. de Hambourg  
 162 p. l. en allemande p. l. de 1802.

## Apéndice 4

Nota de Benedicto Domínguez al ministro José Manuel Restrepo en la que le indica que ha entregado el Observatorio a Joseph Lanz e inventario de los muebles y libros existentes. Archivo del Observatorio Astronómico Nacional.





## INDICE ONOMASTICO

Abbot, C.G.	124	Bonaparte, José	41, 72, 73, 85, 88
Acevedo Latorre, Eduardo	74n	Bonaparte, Napoleón	88
Acevedo, Pedro	86	Bonpland, Aimé	66, 69
Acosta, Joaquín	85, 89, 91, 92	Borda, José Cornelio	92, 93
Acosta, Santos	94	Born, Max	122
Agar y Bustillo, Pedro Antonio	33	Bouguer, Pierre	34, 52
Aguilar, Manuel	69	Bouquet de la Grye	103
Alcalá Galiano, Dionisio	37, 39, 41, 59, 84	Bourdon, Jacques	85
Alfárez Real:	Véase Caicedo y Tenorio, Manuel	Boussingault, Jean Baptiste	85, 88, 89, 92, 95
Alvarado, Eugenio de	34, 35, 59	Brahe, Tycho	48, 49
Alvarez de Eulate, Manuel	43	Bradley, James	28
Alvarez Lleras, Jorge	108, 110, 112, 120, 121, 124, 125, 126, 127	Briceño, Pedro	85
Amar y Borbón, Antonio	70n	Brieva, Eduardo	130, 132
Anczar, Manuel	97	Brodhagen	68
Andrade, Francisco	108	Brouwer	115n
Anguiano	86	Brown, Ernest W.	114, 115
Aparicio, Tomás	108	Brumberg, V.A.	117n
Aragón, Domingo Francisco	103	Cabal, José María	78
Arboleda, Antonio	54n, 71n	Caballero y Góngora, Antonio	48
Arboleda, Manuel María	68	Cabrera, Carlos	65
Arista, Iñigo	50	Caicedo y Tenorio, Manuel, Alfárez Real	54
Arjona, Belisario	108	Caldas, Camilo	77, 79
Arrowsmith, Aarón	86	Caldas, Francisco José	9, 10, 26, 42, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 60, 63, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 74, 75, 76, 77, 79, 80, 81, 82, 85, 86, 90, 91, 92, 93, 99, 110, 112, 115, 116, 167, 183.
Arroyo, Santiago:	Véase, Pérez de Arroyo y Valencia, Santiago	Camacho, Joaquín	74n
Azuero, Vicente	86	Campbell, Norman R.	123
Balmes, Jaime	120	Campillo y Cosío, José del	32
Barahona, Manuela	75n	Cano, León	113
Baraya, Antonio	74	Cañón, Justiniano	100
Belmonte, Alejandro	37, 39	Carlos, Archiduque	29
Bello, Andrés	86	Carlos II	29
Bethencourt, y Molina, Agustín de	84	Carlos III	30, 32
Bird, John	35, 65, 69, 71, 72	Carlos IV	32
Blaya, Manuel Mariano de	48	Carlos V (I de España)	30
Bolívar, Simón	75, 76, 80, 85, 87, 88, 89	Carondelet, Héctor	69, 70



Rathenau, Walter	122	Talledo, Vicente	59, 65, 71, 74, 86
Rebollo, Manuel Benito	86	Tenorio Arboleda, Vicenta	50, 79
Reiss	91	Tenorio Torrijano, Juan	50
Restrepo, José Félix de	50, 86	Tiscar, Juan de	42, 44, 59, 65
Restrepo, José Manuel	72, 85, 86	Tisserand, François	104
Restrepo, Olga	47n, 63n, 71n, 74n, 91n, 120n	Toñño, Vicente	35, 37, 84, 85
Revenge, José Rafael	86	Tolman, Richard C.	124
Ritchey	129	Tolomeo, Claudio	22, 23, 24, 28, 48, 49
Rivero, Mariano	85	Tono, Rafael	42, 43
Robredo	59	Torres, Camilo	50n, 74
Rocafuerte, Vicente	88, 89	Torres, Jerónimo	86
Rodríguez, Andrés	76	Tralles, Baltasar Luis	68
Rodríguez, Torices, José María	77, 79	Trembley, Juan	68
Rosas, Padre	48	Triana, José Jerónimo	98
Roulin, François Desiré	85	Triana, José María	89
Rozo, Darío	108	Ulloa, Antonio de	33, 35, 51
Ruiz, Hipólito	44	Ulloa, Francisco Antonio de	66, 77, 79
Ruiz, Jorge Eliécer	10	Urdaneta, Alberto	100
Ruiz, José	77	Urquinaona, Francisco	75
Ruiz Wilches, Belisario	108, 109, 110, 127	Urquinaona, Pedro	67
Safford, Frank	121	Urton, Gary	13
Salazar, José María	86	Uribe, Antonio	132
Sámamo, Juan	77, 78, 79, 80	Valencia, Andrés de	33
Sánchez, Diodoro	105n	Valencia, Pedro de	33
Santander, Francisco de Paula	42, 85, 86, 87, 88, 89	Valenzuela, Eloy	71n
Santibáñez, Rafael	42, 44	Valseca, Gabriel de	19n
Sarasola, Simón	125	Varela, José	35
Saussure, Horacio Benedicto	68	Vargas Vega, Antonio	104
Schwartzschild, Karl	119, 123	Vélez, Alejandro	75n
Sesse, Martín	44	Vergara, Estanislao	86
Sigaud de la Fond	57	Vezga, Florentino	104
Silva, Pedro María	106	Vieta, Francisco	48
Silvestre, Francisco	30	Vilar, Pierre	9n
Sloane, Hans	28	Villanueva, Juan de	65
Soffel, M. H.	117n	Villavicencio, Antonio	43, 73
Squillache, Leopoldo de Gregorio, Marqués de	30	Weil, Hermann	119
Somodevilla y Bengoechea, Zenón de	32	Wien, Wilhelm	122
Solano, José	34, 59	Wren, Christopher	63n
Soriano Lleras, Luis Ignacio	108	Yanes, Francisco Javier	86
Soto, Diana	47	Zach, Francisco Javier Baron de	65
Soto, Francisco	86	Zapata, Felipe	104
Stübel	91	Zea, Francisco José	71n, 85
Suárez, Marco Fidel	125	Zerda Bayón, Rafael	104
Talavera, Mariano	86	Zerda, Liborio	104
Talcott	106		

La impresión de esta obra se terminó  
el día 30 de julio de 1993,  
en los Talleres Gráficos de  
**EDITORIAL GUADALUPE LTDA.**  
Santafé de Bogotá, D. C. - Colombia

