

HISTORIA SOCIAL DE LA CIENCIA EN COLOMBIA

TOMO II

MATEMATICAS
ASTRONOMIA
Y
GEOLOGIA

Luis Carlos Arboleda

Jorge Arias de Greiff

Armando Espinosa Baquero



COLCIENCIAS

Luis Carlos Arboleda. Investigador y matemático caleño. Autor de numerosos artículos científicos publicados en revistas nacionales e internacionales. Miembro correspondiente de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales; presidente de la Sociedad Latinoamericana de Historia de las Ciencias y la Tecnología, miembro activo de otras sociedades académicas y profesor de la Universidad del Valle. Desempeña el cargo de Subdirector de Formación y Redes de Ciencia y Tecnología de Colciencias.

Jorge Arias de Greiff. Ingeniero civil de la Universidad Nacional de Colombia. Profesor de dicha universidad y director del Observatorio Astronómico Nacional. Ha publicado artículos sobre temas de astronomía e historia. Es miembro de la Academia Colombiana de Historia, de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales y de la Unión Astronómica Internacional. En 1990 recibió del gobierno nacional la Orden Julio Garavito.

Armando Espinosa Baquero. Geólogo de la Universidad de Ginebra (Suiza). Investigador en Ingeominas. Autor de diversas publicaciones en revistas científicas nacionales e internacionales. Ha sido docente en la Universidad de Ginebra y en varias universidades colombianas. Una buena parte de su actividad ha estado consagrada a la historia de la minería y la geología. Miembro correspondiente de la Academia Colombiana de Ciencias.

00634
Vol. 2

Historia Social de la Ciencia en Colombia

Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia
y la Tecnología Francisco José de Caldas
COLCIENCIAS

8

HISTORIA SOCIAL DE LA CIENCIA EN COLOMBIA

VOLUMO II

MATEMATICAS,
ASTRONOMIA Y GEOLOGIA

Luis Carlos Arboleda
Jorge Arce de Greiff
Armando Espinosa

Coordinación del proyecto:

Carlos Eduardo Vasco
Diana Olvegen
Luis Enrique Ortizco

Estudio introductorio
y coordinación final
de la edición:

Enrique Quevedo V.



006
00634
Vol. 2

Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia
y la Tecnología Francisco José de Caldas
COLCIENCIAS



HISTORIA SOCIAL DE LA CIENCIA EN COLOMBIA

TOMO II

MATEMATICAS,
ASTRONOMIA Y GEOLOGIA

Luis Carlos Arboleda
Jorge Arias de Greiff
Armando Espinosa

Coordinación del proyecto:

Carlos Eduardo Vasco
Diana Obregón
Luis Enrique Orozco

Estudio introductorio
y coordinación final
de la edición:

Emilio Quevedo V.



© Instituto Colombiano para el
Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología
Francisco José de Caldas, Colciencias

Primera edición: marzo de 1993

Cubierta: Diseño de Hugo Díaz
Ilustración de Jaime Cortés

ISBN 9037-11-9 (obra completa)
ISBN 9037-13-5 (tomo II)

Edición, armada electrónica,
impresión y encuadernación:
Tercer Mundo Editores

Impreso y hecho en Colombia
Printed and made in Colombia

CONTENIDO

PRESENTACION	9
--------------	---

PRIMERA PARTE

MATEMATICAS, CULTURA Y SOCIEDAD EN COLOMBIA

Luis Carlos Arboleda

INTRODUCCION	15
--------------	----

Capítulo 1

TESIS PARA LA HISTORIA SOCIAL DE LAS CIENCIAS EN AMERICA LATINA	19
--	----

Capítulo 2

MUTIS Y LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMATICAS	29
---	----

Capítulo 3

ACERCA DEL PROBLEMA DE LA DIFUSION CIENTIFICA EN LA PERIFERIA: EL CASO DE LA FISICA NEWTONIANA EN LA NUEVA GRANADA (1740-1820)	69
--	----

Capítulo 4

SOBRE UNA TRADUCCION INEDITA DE LOS <i>PRINCIPIA</i> AL CASTELLANO HECHA POR MUTIS EN LA NUEVA GRANADA CIRCA 1770	93
---	----

Capítulo 5

LAS TEORIAS DE COPERNICO Y NEWTON
EN LOS ESTUDIOS SUPERIORES DEL VIRREINATO
DE NUEVA GRANADA Y EN LA AUDIENCIA DE CARACAS.
SIGLO XVIII

11:5

Capítulo 6

DIFICULTADES ESTRUCTURALES DE LA PROFESIONALIZACION
DE LAS MATEMATICAS EN COLOMBIA

1445

BIBLIOGRAFIA

159

SEGUNDA PARTE

HISTORIA DE LA ASTRONOMIA
EN COLOMBIA

Jorge Arias de Greiff

INTRODUCCION

1175

Capítulo 1

ASTRONOMIA PRECOLOMBINA

1179

Capítulo 2

ASTRONOMIA EN LA COLONIA. SIGLOS XV-XVII

185

Capítulo 3

LA ASTRONOMIA COLONIAL DURANTE EL REINADO
DE LOS BORBONES

197

Capítulo 4

ASTRONOMIA EN LA REPUBLICA

237

BIBLIOGRAFIA

261

TERCERA PARTE

HISTORIA DE LAS INVESTIGACIONES
GEOLOGICAS EN COLOMBIA
NOTAS A PARTIR DE LA SEGUNDA
MITAD DEL SIGLO XIX*Armando Espinosa*

INTRODUCCION	273
Capítulo 1 ANTECEDENTES HISTORICOS	277
Capítulo 2 PRIMEROS GEOLOGOS Y PRIMERAS EXPLORACIONES: 1850-1887	287
Capítulo 3 LA ESCUELA DE MINAS DE MEDELLIN. LOS PIONEROS: 1887-1917	295
Capítulo 4 PRIMER DESARROLLO INSTITUCIONAL DE LAS CIENCIAS GEOLOGICAS. LA COMISION CIENTIFICA NACIONAL: 1917-1940	301
Capítulo 5 EL DESARROLLO DEFINITIVO DE LAS CIENCIAS GEOLOGICAS. EL SERVICIO GEOLOGICO NACIONAL: 1940-1969	307
Capítulo 6 LA DIVERSIFICACION DE LAS INVESTIGACIONES GEOLOGICAS: 1969-1983	323
BIBLIOGRAFIA	331

CUARTA PARTE

JOSE MARIA CABAL, ALEJANDRO HUMBOLDT
Y ENRIQUE HUBACH. SU OBRA GEOLOGICA
Y SU CONTRIBUCION AL DESARROLLO
EN COLOMBIA*Armando Espinosa*

INTRODUCCION	341
Capítulo 1	
JOSE MARIA CABAL	343
Capítulo 2	
ALEJANDRO HUMBOLDT	357
Capítulo 3	
ENRIQUE HUBACH	367
BIBLIOGRAFIA	379

PRESENTACION

Colciencias se complace en ofrecer al público de habla hispana esta colección en diez tomos en la cual se recogen los resultados del proyecto Historia Social de la Ciencia en Colombia.

La primera etapa de la investigación se inició en marzo de 1983, con el apoyo financiero de la OEA y de Colciencias. La coordinación estuvo a cargo de Carlos Eduardo Vasco por parte de la Sociedad Colombiana de Epistemología y de Diana Obregón por Colciencias. El proyecto fue realizado por un equipo interinstitucional e interdisciplinario, compuesto por especialistas de las diferentes ciencias objeto de estudio y por científicos sociales, todos ellos vinculados a las principales universidades del país.

En noviembre del mismo año, los coordinadores organizaron el Seminario Internacional para el Estudio de la Metodología de la Historia Social de las Ciencias en América Latina, financiado por Colciencias como parte de las actividades del proyecto. En este encuentro científico tomaron parte estudiosos del tema provenientes de México, Venezuela, Brasil, Perú y España, así como los investigadores del proyecto. De igual manera, tuvo representación y participación muy activa la Sociedad Latinoamericana de Historia de las Ciencias y la Tecnología. El objetivo de este seminario fue discutir los avances que hasta ese momento habían sido logrados por los distintos grupos académicos iberoamericanos, especialmente en la definición del instrumental teórico y metodológico de la historia social de las ciencias en la región.

A partir de junio de 1984 se inició una segunda etapa del proyecto, bajo la coordinación de Luis Enrique Orozco. Los resultados logrados hasta ese momento fueron presentados en un simposio de Historia Social de las Ciencias organizado por los coordinadores en el marco del 45º Congreso Internacional de Americanistas, celebrado en Bogotá en julio de ese año, y recogidos luego

en el libro *Sabios, médicos y boticarios*, publicado por la Universidad Nacional. Así mismo, algunos de los resultados fueron expuestos en el I Congreso Latinoamericano de Historia de las Ciencias y la Tecnología, realizado en La Habana, Cuba, bajo los auspicios de la Sociedad Latinoamericana de Historia de las Ciencias y la Tecnología.

Los materiales que contienen los resultados finales del proyecto fueron entregados por los investigadores durante los últimos meses de 1985 y los primeros de 1986. En general, no responden a un enfoque homogéneo: algunos tienen una orientación más sociológica, otros expresan más una perspectiva histórica; de igual manera, algunos manejan una aproximación más internalista, mientras otros tienen una mirada externalista. Esto es consecuencia de las distintas formaciones profesionales de los investigadores que participaron en el proyecto. Esta multiplicidad de miradas y perspectivas caracterizó la dinámica de las discusiones metodológicas que se dieron en el debate que se desarrolló a lo largo del trabajo.

Algunos de los informes parciales del proyecto y la mayor parte de los finales fueron publicados sucesivamente desde 1983 hasta 1988 en la revista *Ciencia, Tecnología y Desarrollo*, editada por Colciencias. Algunos otros informes parciales fueron publicados como artículos en libros y en otras revistas nacionales e internacionales. Sin embargo, otros materiales nunca salieron a la luz pública.

A comienzos del año 1992 se reiniciaron los trámites para la publicación de una serie que incluyese la totalidad de los trabajos definitivos, tarea que hoy concluye con la entrega de esta colección de diez volúmenes.

El *primero* contiene los documentos de carácter teórico-metodológico. En primer lugar está el trabajo titulado "Los estudios histórico-sociales de la ciencia y la tecnología en América Latina: balance y perspectivas", una revisión general hecha por el compilador sobre el panorama de la disciplina en Colombia y en América Latina, en la cual se pretende situar el "estado del arte" en este campo del saber y enmarcar históricamente los demás trabajos aquí presentados. En segundo lugar, viene el trabajo de Gabriel Restrepo sobre "Elementos teóricos para una historia social de la ciencia en Colombia", uno de los primeros aportes metodológicos que se hicieron en la primera fase del proyecto. A continuación, se presentan los documentos de orden teórico-metodológico que fueron expuestos en el Seminario Internacional sobre Metodología para la Historia Social de las Ciencias en América Latina, ya mencionado. Si bien este enfoque ha sido enriquecido desde entonces por otros estudios y eventos emprendidos en el continente, consideramos importante publicarlos con los demás materiales pues los puntos de vista allí expuestos orientaron el proyecto

en sus comienzos, conformándose como punto de partida teórico-metodológico de cada una de las investigaciones realizadas.

Dichos textos metodológicos se publican sin modificaciones, con el fin de conservar su carácter de *textos fechados*, de tal manera que puedan identificarse las raíces conceptuales del proyecto, a pesar de que sus autores superaron con creces esas posiciones iniciales, no sólo en los resultados mismos del proyecto, sino en sus trabajos posteriores. Entre éstos, se incluyen un trabajo de Carlos Eduardo Vasco y otro de Diana Obregón, que marcaron el comienzo del proyecto. Finaliza el volumen con la Introducción que había escrito Luis Enrique Orozco para la primera publicación integral que se intentó hacer en 1989 con la colaboración del Instituto Caro y Cuervo y que, por diversas razones, no se concretó.

Los volúmenes segundo a noveno reúnen los textos de los resultados finales de las investigaciones. Algunos de estos textos se publican sin modificación, con la anuencia de sus autores, ya sea porque el autor no continuó trabajando sobre el tema o porque quiere mantener su versión original, como trabajo fechado. En otros casos como los de Gabriel Poveda, Olga Restrepo, Jorge Arias de Greiff, Luis Carlos Arboleda, Néstor Miranda y Emilio Quevedo, los autores habían continuado avanzando en su trabajo sobre el tema. Por tanto, los textos de ellos que aquí presentamos son versiones más elaboradas.

El *volumen segundo* contiene los trabajos sobre matemáticas, astronomía y geología, escritos por Luis Carlos Arboleda, Jorge Arias de Greiff y Armando Espinosa, respectivamente. El último se publica tal como se presentó en 1985, con un anexo sobre Cabal, Humboldt y Hubach, entregado en 1986. Los otros dos son versiones reelaboradas y ampliadas.

El *volumen tercero* recoge el trabajo sobre historia natural escrito por Olga Restrepo y el de las ciencias agropecuarias por Jesús Antonio Bejarano. El primer texto ha sido reelaborado y ampliado por su autora. El segundo se presenta tal como fue entregado originalmente. Se incluye además en este volumen un texto de Luis Carlos Arboleda sobre Francisco Antonio Zea, porque está claramente relacionado con el tema de la historia natural.

Los *volúmenes cuarto y quinto*, escritos por Gabriel Poveda, analizan de manera integral la historia de las ingenierías y las técnicas en Colombia. El texto de estos dos volúmenes ha sido ampliamente reelaborado por su autor.

El *volumen sexto* contiene el texto sobre física escrito por Regino Martínez, y el de química de José Luis Villaveces, Germán Cubillos y Flor Marina Poveda. Se presentan ambos en sus versiones originales.

Así mismo, los *volúmenes séptimo y octavo* incluyen los trabajos sobre la medicina y la salud pública, escritos por Emilio Quevedo y Néstor Miranda

Canal, todos ellos reestructurados. Se incluye, además, una ampliación sobre la historia de estas disciplinas, desde 1886 hasta 1950, escrita por los mismos autores con la colaboración de Mario Hernández.

El *volumen noveno* abarca los trabajos sobre ciencias sociales: sociología por Rodrigo Parra Sandoval, economía por Salomón Kalmanovitz y psicología por Telmo Eduardo Peña. Se incluyen dos trabajos anexos: uno sobre ciencia y educación en el primer tercio del siglo XIX, escrito por Gabriel Restrepo, y otro sobre la Comisión Corográfica y las ciencias sociales de autoría de Olga Restrepo. Los textos de este volumen se publican tal como fueron entregados originalmente. La colección se complementa con un *décimo volumen* dedicado a una bibliografía para la historia de las ciencias, la cual recoge, en forma unificada y organizada por temas, la bibliografía de todos los trabajos de la colección y se complementa con publicaciones más recientes en este campo.

La edición de esta colección fue posible por el apoyo de muchas personas, las cuales sería difícil enumerar, pero es necesario reconocer la participación muy activa, en diferentes momentos, de Miguel Infante, Magola Delgado y Angela García.

Esta colección, largamente esperada, viene a llenar un vacío y marca un hito en el conocimiento del pasado científico y tecnológico nacional. Representa el cierre de una primera etapa y señala el inicio de una nueva proyección en el campo de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología en Colombia. Esta última se caracteriza por un interés manifiesto del Estado en impulsar este tipo de estudios a nivel nacional. El Decreto 585 de 1991 le asigna a Colciencias la función de "promover y realizar estudios prospectivos y teóricos sobre la ciencia y la tecnología y su papel en la sociedad, como base para el diseño de políticas, planes y estrategias".

La segunda etapa comienza a materializarse con la creación y puesta en marcha del programa Observatorio Colombiano de la Ciencia y la Tecnología. El Observatorio servirá de punto de apoyo para desplegar una actividad permanente y progresiva de seguimiento, análisis y prospectiva de la actividad científica y tecnológica nacional y sus relaciones con las dinámicas de punta de la ciencia y la tecnología internacionales.

Colciencias entrega esta serie como un aporte más al conocimiento de nuestro pasado científico, seguros de que contribuirá al debate sobre lo que deberán ser las futuras políticas de ciencia y tecnología que orienten la modernización de Colombia.

Santafé de Bogotá, marzo de 1993

PRIMERA PARTE

**MATEMATICAS, CULTURA Y
SOCIEDAD EN COLOMBIA**

Luis Carlos Arboleda

INTRODUCCION*

Hay mucho que decir y no hay manera de decirlo sino ésta, la más frágil, la más paradójica, escribir libros en un continente de tantos iletrados y proponer palabras e ideas en sociedades donde, a menudo, es difícil distinguir las exclamaciones de la oratoria de los gritos de la tortura.

(...) ¿Quién construyó Chichén Itzá y Machu Picchu, Torre Tagle y Tonantzintla y Congonhas do Campo? Tenemos que saber esto pues si ignoramos nuestro pasado tendremos que afirmar que todo lo duradero de nuestras sociedades fue construido por fantasmas. Debemos estar listos para recibir el pasado si queremos tener un presente y un porvenir; para que ellos no sean fantasmas, a nosotros nos corresponde convertirnos en seres humanos a fin de serlo, también nosotros.

CARLOS FUENTES

En América Latina nos falta decirlo todo
(Diario *El Espectador*, Bogotá, 19.08.84)

En dos siglos largos de vinculación orgánica con la ciencia occidental, solamente a partir del período que se abre en la segunda posguerra constatamos la aparición de un proceso sostenido y acelerado de constitución de núcleos más o menos estables de investigadores con un nivel avanzado de formación científica. Estos trabajan en instituciones especializadas aunque en general embrionarias, con pautas de profesionalismo y competencia comparables a los estándares de los centros más desarrollados. En este período de los últimos cuarenta años nuestras sociedades han adoptado redes complejas de organismos y centros de trabajo científico que adelantan investigaciones en los niveles funda-

* Los siguientes materiales incluidos en la parte de "Matemáticas, cultura y sociedad en Colombia" fueron publicados originalmente, como resultados parciales del proyecto, así: Arboleda, Luis Carlos (1986) "Dificultades estructurales de la profesionalización de las matemáticas en Colombia". *Ciencia, Tecnología y Desarrollo*, Bogotá: 10 (1-2): 43-56. (1986) "Mutis entre el rigor wolffiano y la intuición cartesiana". En: "El perfil de la ciencia en América". Cuadernos de Quipu, N° 1. México: Sociedad Latinoamericana de Historia de las Ciencias y la Tecnología. (1986) "Mutis entre las matemáticas y la historia natural" en *Historia Social de las Ciencias. Sabios, médicos y boticarios*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. (1987) "Acercas del problema de la difusión científica en la periferia. El caso de la física newtoniana en la Nueva Granada (1740-1820)". En *Quipu*, 4 (1): 7-30. (1987) "Sobre una traducción inédita de los *Principia* al castellano hecha por Mutis en la Nueva Granada circa 1770". *Quipu*, 4 (2): 291-313. (1991) "Las teorías de Copérnico y Newton y los estudios superiores del virreinato de Nueva Granada y en la Audiencia de Caracas. Siglo XVIII". *Quipu*, 8 (1): 5-34. El informe final del proyecto sólo incluía los primeros tres artículos. Los tres restantes son resultado del trabajo que sobre el tema ha continuado haciendo el autor. La versión que se presenta hoy los integra todos.

mental y aplicado. La anterior situación es particularmente evidente en actividades científicas que como las matemáticas cuentan con una larga y rica historia de experiencias coyunturales de este tipo, fallidas en su mayoría.

Apenas recientemente sectores académicos han encontrado que es indispensable estudiar con todo el rigor posible tales procesos de constitución de núcleos de escuelas científicas, en su marco institucional y en su interacción con el resto de procesos histórico-sociales. Parecería que tal interés se encuentra muy relacionado con la recepción que en los últimos años han encontrado los llamados "estudios sobre las ciencias" entre esos sectores académicos y en las mismas agencias administradoras del Estado. Por lo que respecta a la historia social de las ciencias, se ha venido reconociendo que además de laboratorio para ejercitar una fecunda y original reflexión filosófica, es un instrumento de excepcional importancia para reconocer aquellos movimientos de ideas, corrientes culturales e ideologías que han intervenido decisivamente en nuestra vida intelectual. Las formas y características que presentan los procesos antes mencionados de profesionalización e institucionalización de las ciencias en Colombia, son consecuencia de una evolución conflictual de prácticas científicas de estudio, enseñanza, difusión, investigación y aplicación, mediadas todas por ideas, concepciones y mentalidades de tipo filosófico, político, religioso, social.

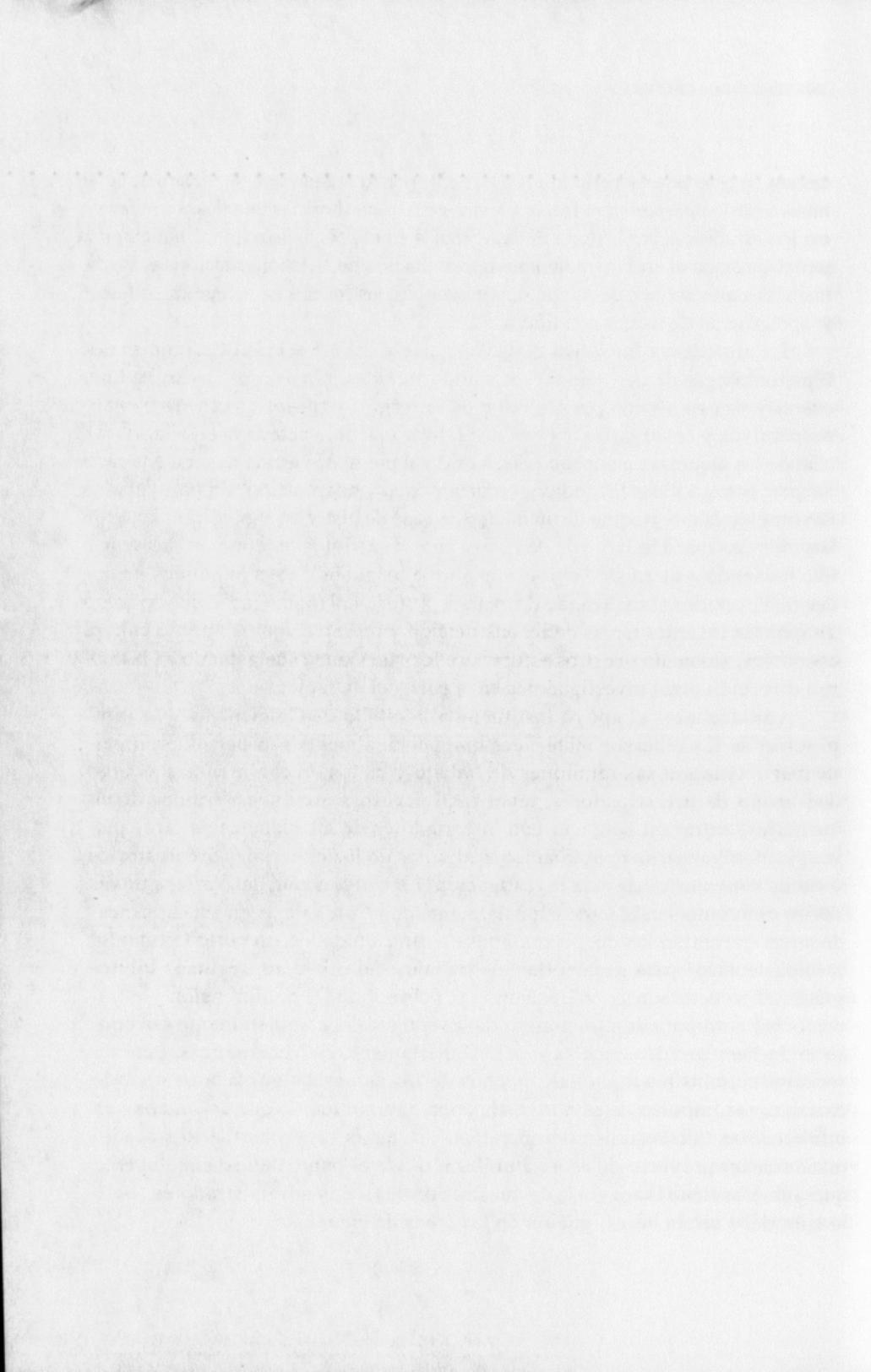
Como consecuencia de investigaciones históricas de este corte, se empieza a tomar plena conciencia de que ha sido precisamente a través de esas actividades científicas desplegadas a lo largo de dos siglos en la enseñanza, el aprendizaje en pequeños grupos aislados, en la lectura solitaria, o en el aprendizaje directo a través de la aplicación de tecnologías, a través de expediciones, de migraciones de científicos e intelectuales, de difusión de textos y manuales, de recepción contradictoria de escuelas filosóficas metropolitanas... como lentamente se han ido consolidando formas autóctonas de pensamiento, una cultura del quehacer científico en el sentido más amplio del término.

El conjunto de trabajos recogidos en la presente obra con el título *Matemáticas, cultura y sociedad en Colombia*, apenas es una aproximación al análisis de la historia social de las matemáticas en nuestro país. Motivados más por la formulación de interpretaciones históricas que por las descripciones más o menos exhaustivas de hechos y circunstancias, hemos preferido consignar a lo largo de las tres partes y en numerosas notas los temas y criterios fundamentales que, a nuestro modo de ver, deben comportar y pueden favorecer el desarrollo de esta investigación sobre problemas mucho más específicos. En efecto, en lo que nos compete como integrantes del equipo de investigadores del proyecto Historia Social de las Ciencias en Colombia, somos perfectamente conscientes de que los trabajos reali-

zados en este primer período (1984-1985), por lo mismo que se reclaman de un nuevo estilo interpretativo frente a lo que eran hasta ahora las prácticas dominantes en los estudios sobre historia de las ciencias en el país, tienen que conducir en la próxima etapa al esclarecimiento o reformulación de cuestiones históricas fundamentales aún sin respuesta como, por ejemplo, las formas de recepción, difusión y apropiación de teorías científicas.

La afortunada iniciativa de Colciencias y de la Sociedad Colombiana de Epistemología de seleccionar un equipo interdisciplinario de investigadores científicos con afición por los estudios históricos y filosóficos en sus campos respectivos y encargarles la tarea de realizar una obra colectiva en historia social de las ciencias en nuestro país, ha sido el punto de partida de toda una serie de proyectos e ideas fecundas y otras tantas aún en gestación. En particular ha favorecido la integración de un núcleo de base de historiadores colombianos de las ciencias que a lo largo de dos o tres años de actividades compartidas se han ido haciendo a un mismo enfoque analítico. Algunos de sus miembros hemos decidido continuar realizando de manera profesional (como individuos o como grupo) las ingentes tareas de reconstrucción y preservación de nuestra cultura científica, sumando nuestros esfuerzos a los que vienen adelantando en la misma dirección otros investigadores en el país y el extranjero.

Agradecemos el apoyo institucional recibido de Colciencias y la apropiación de los recursos materiales que personalmente nos permitieron participar en numerosas reuniones de trabajo y ciclos de conferencias a cargo del grupo de investigadores, tener fácil acceso a archivos y fondos documentales, entrar en contacto con historiadores de las ciencias de otros países, y divulgar en sus publicaciones algunos de los materiales preparatorios o complementarios de esta investigación. La Universidad del Valle, a través de un convenio establecido especialmente con Colciencias en esta área académica, garantizó los desplazamientos a otras ciudades, un corto tiempo (al menos teórico) para desarrollar los trabajos del proyecto, recursos bibliográficos y secretariales valiosísimos y, sobre todo, la comprensión y el reconocimiento para con un género de investigación completamente novedoso en la Facultad de Ciencias y en el Departamento de Matemáticas. Sin este reconocimiento institucional, muchos de los esfuerzos que hemos logrado canalizar al impulso de esta investigación habrían tenido que dilapidarse en infructuosas "discusiones democráticas" internas sobre los méritos académicos de un proyecto de esta naturaleza, desde el punto de vista excluyente que aún mantiene la mayoría de nuestros profesores y administradores sobre lo que debe ser la investigación en las áreas de ciencias.



Capítulo 1

TESIS PARA LA HISTORIA SOCIAL DE LAS CIENCIAS EN AMERICA LATINA

En la presente comunicación vamos a sustentar lo que nos parece son las tesis básicas que debe tener en cuenta una investigación histórica que se proponga restablecer la evolución de cualquier actividad científica en su entorno social. Esta es una cuestión de gran actualidad en los países latinoamericanos en los que, como en Colombia, se vienen adelantando programas de historia social de las ciencias.

Hemos llegado a los puntos de vista que vamos a exponer enseguida a través de múltiples discusiones en el grupo interdisciplinario de investigadores responsables del proyecto de Historia Social de las Ciencias en Colombia (Ciencias-OEA). También nos hemos beneficiado de nuestra participación en varios eventos académicos organizados por diferentes instituciones latinoamericanas y, particularmente, por la Sociedad Latinoamericana de Historia de las Ciencias y la Tecnología, en los cuales esta reflexión metodológica y conceptual ha sido abordada desde distintos ángulos.

En la primera parte de la exposición nos proponemos precisar la significación del problema de una historia social de las ciencias en nuestros países. De la consideración inicial de los aspectos que justifican a nuestro juicio este tipo de investigaciones, pasaremos al análisis de las dificultades metodológicas que un proyecto de esta naturaleza debe superar para poder dar cuenta de su objeto de trabajo.

A continuación se presentará en forma esquemática el cuerpo de nuestra propuesta metodológica para una investigación en historia social de las ciencias, bajo la formulación de una serie de problemas y tipos de historias que

consideramos prioritarios en todo proyecto de estas características. Por último desarrollaremos el análisis de uno de los problemas de la propuesta anterior al que le asignamos el mayor interés como objeto de investigación histórico-social: la profesionalización de una actividad científica.

EL PORQUE Y EL COMO DE LA HISTORIA SOCIAL DE LAS CIENCIAS

Tal vez convenga primero que todo preguntarse por las motivaciones para adelantar una historia social de las ciencias en un país periférico o, si se quiere, subdesarrollado o semicolonial. No solamente porque se precisa dar un contenido concreto a nuestras investigaciones en relación con aquellas que se adelantan en los países metropolitanos. También, y sobre todo, porque nos interesa deslindar campos, desde el comienzo, con las concepciones sobre la historia como simple objeto de cultura.

No será difícil ponerse de acuerdo en que toda investigación histórica, más tarde o más temprano, conduce al estado de mayor desarrollo alcanzado por una disciplina, partiendo de la consideración de su evolución anterior. Es decir, la historia del pasado no tiene ni sentido ni valor en sí misma.

Reconocer el proceso de evolución de los diferentes componentes de la actividad disciplinaria (sea la propia práctica de creación teórica, o la apropiación del conocimiento en la enseñanza o la difusión, o su aplicación teórica o práctica), significa que la reflexión analítica va de los estados heteróclitos a los estados de producción sistemática. Con ello queremos destacar que este rasgo esencial de toda investigación histórica constructiva produce necesariamente un efecto sobre el presente. En el caso de nuestros países latinoamericanos, este tipo de investigaciones funciona de tal suerte que las enseñanzas del pasado (a las que ellas conducen) arrojan efectos esclarecedores sobre el presente. En particular, favorecen la empresa del período caracterizada por la construcción de fuertes escuelas científicas ancladas sobre las respectivas realidades nacionales.

Se aspira, por ejemplo, a que la comprensión del modelo de evolución de las ciencias en un país determinado aporte naturalmente luces a la formulación de una nueva racionalidad en el diseño de las políticas que orientan el desarrollo de las ciencias y las tecnologías. Detengámonos en la consideración de algunos elementos sobre las dos ideas centrales contenidas en la afirmación anterior.

Al hablar de una interpretación histórica del modelo de evolución en nuestros países, queremos decir que tal modelo estaría caracterizado por los tipos de obstáculos comunes que ha enfrentado cada uno de tales países en su esfuer-

zo por construir núcleos de actividad científica, autónomos y estables. Entre ellos mencionemos la dificultad de hacerse a un sistema diferenciado de instituciones que acojan y den continuidad al trabajo científico. Por el contrario, en la mayoría de nuestros países la historia de las ciencias es la historia de la dispersión de recursos humanos y materiales; la historia de la incapacidad de capitalizar y potenciar experiencias; la historia de una ciencia insensible a sus realidades autóctonas, que se practica sin personalidad propia; la historia de los callejones sin salida por la falta de condiciones objetivas y subjetivas favorables de parte de los estados; la historia de la ausencia de políticas sistemáticas para reclutar talento científico.

Se encuentra generalmente que nuestras sociedades se han enfrentado al mismo problema estructural: los progresos científicos alcanzados en ciertas líneas surgieron de implantaciones históricas tardías de modelos culturales metropolitanos. A lo anterior se suma el hecho de que la administración científica es informe y reciente, con fondos muy limitados para promover la investigación al grado de lo que implicaría adaptar el modelo de corte metropolitano a las condiciones y necesidades del subdesarrollo económico. Y por si fuera poco, esta administración, por definición, se halla continuamente sometida a las interferencias del sector político, en forma tal que desnaturaliza muchas veces los propios fines administrativos que le fija la sociedad.

Cuando planteamos que la historia puede y debe contribuir a la búsqueda de una nueva racionalidad en las políticas científicas, queremos significar que la investigación sobre la evolución de las ciencias en su contexto social conduce al reconocimiento de las limitaciones que han manifestado los proyectos de los estados en este sector. Estas tienen que ver a menudo con las dificultades recurrentes de los gobiernos para regular las políticas de transferencia tecnológica y protección de mercados.

Otro problema cuya presencia se constata en diversos momentos de nuestras historias republicanas es la falta de políticas dirigidas a la consecución de un cierto nivel de autosuficiencia de cuadros, con sus correspondientes programas de desarrollo social y económico que aprovechen adecuadamente la formación técnica alcanzada. La nota característica no ha sido precisamente esta política, sino la improvisación, la no correspondencia entre plan de formación de cuadros (cuando existe) y plan económico, de lo cual testimonia el crecimiento desproporcionado de profesionales por áreas y sectores de servicio.

Más aún, los estudios históricos muestran que nuestras políticas científicas han estado muy débilmente orientadas a fortalecer una posición propia de la ciencia y la tecnología que puedan producirse en estos países, dentro del siste-

ma científico internacional. En los contados casos en los que ha ocurrido lo contrario, tales políticas han estado integradas dentro de un sistema de medidas gubernamentales tendientes a sustentar un prestigio, un reconocimiento político y a sellar pactos económicos internacionales. Su propósito último no ha sido el de buscar que la ciencia y la tecnología contribuyan a la afirmación de un desarrollo social, autónomo y competitivo.

Es por cuanto que los estudios históricos de diferentes épocas (inclusive las más próximas al momento actual) dan cuenta de la presencia de estas limitaciones y características, por lo que se puede sustentar la afirmación de que se ha venido estructurando entre nosotros un modelo particular de comportamiento de las actividades científicas. Esto tiene consecuencias fundamentales para los responsables del sector a nivel del Estado, puesto que podría ayudar a erradicar el espontaneísmo, ahorrar ingentes inversiones (¡e ilusiones!) y enfrentar nuestros países con sus verdaderas responsabilidades en este campo.

Por su parte, la investigación histórica sobre los anteriores problemas de la evolución científica en nuestros países le da un contenido y le imprime un interés radicalmente nuevo a la historia de las ciencias y las técnicas.

Queda por esclarecer el cómo: cuáles son los procedimientos que hacen posible que una investigación histórica de este tipo pueda realizar su proyecto de interpretación sociohistórica y lograr un efecto prospectivo.

En primera aproximación se puede responder a la pregunta de cómo hacer una historia social de las ciencias por la vía negativa, apelando a las lecciones que se pueden extraer de ciertas experiencias en "historias incompletas". Parece obvio que no podrá ser una historia exclusivamente internalista de la evolución de los conocimientos y saberes técnicos la que podrá satisfacer la variedad de intereses antes expuestos. Tampoco será una reconstrucción racional de nuestra evolución científica ajustada a los patrones universales de la actividad científica en cualquier centro internacional. Es decir, el análisis histórico esquemático y abstracto que pretende observar nuestra realidad con las categorías metodológicas y los presupuestos teóricos de la "ciencia normal", por muy sugestivos que éstos puedan ser.

Así mismo, el tipo de enfoque histórico que conviene a nuestra situación concreta no será indudablemente el de las tradicionales secuencias de eventos, por más que se organicen de acuerdo con causalidades histórico-sociales supuestamente valederas en cualquier interpretación histórica. Por ello no nos servirá una historia determinista que reduzca lo específico de la actividad científica al rasero del patrón cultural que correspondería a toda sociedad en un momento histórico.

Digamos, por otra parte, que no podrá ser ninguna de las siguientes formas exclusivistas de hacer historia, que están en boga en la literatura internacional: las biografías intelectuales (cuando no hagiografías) de científicos e ingenieros y los estudios actuales y descripciones estadísticas de instituciones, legislaciones, frecuencias de publicaciones, etcétera.

Hay que aclarar, sin embargo, que todas estas historias aportan, en mayor o menor grado y de acuerdo con las circunstancias, elementos importantes para una investigación de carácter más orgánico. Es más, algunas de ellas pueden ser la materia prima de una historia social, pero a condición de que funcionen como subproyectos de un proyecto integrador que les fije el tipo de contribución que deben dar al análisis global. Un poco más adelante esperamos ilustrar este punto de vista con una propuesta concreta.

De lo dicho hasta ahora empieza a perfilarse la orientación positiva de una historia social de las ciencias relativa a países con evoluciones científicas particulares. Lo que se esperaría de una investigación histórica en tales contextos es que ilustre la manera compleja en la que los intereses que corrientemente se agrupan bajo la denominación de "lo social", han ambientado y condicionado la actividad científico-técnica.

Descubrir la influencia de lo social en el desarrollo científico sería mostrar cómo, eventualmente, factores extracientíficos incidieron sobre una investigación en un momento dado (por ejemplo, en la escogencia por un individuo de problemas y métodos científicos) para orientarla en una dirección y no en otra posible. O sea, poner de manifiesto la intensidad de esta determinación o condicionamiento social, lo cual se revelaría en la obtención de un tipo de resultados considerados como probables en relación con el estado de la línea de investigación, pero que en virtud de tal influencia aparecen en la historia como resultados necesarios.

Esta tarea comporta desde luego dificultades más finas en comparación con cualquier otra investigación histórica sectorial de las antes mencionadas.

Especialmente en las ciencias llamadas "exactas" o, en términos foucaultianos, que ya han superado un cierto umbral de epistemologización, la presencia de lo social no es detectable tan directamente como en las ciencias sociales o las aplicaciones a la naturaleza. Pero esto no puede interpretarse de ninguna manera como que la actividad desarrollada en las tales ciencias no fuera social.

En estas ciencias muchas veces hay que desentrañar la presencia de lo social en las concepciones del trabajo científico, en las políticas de las instituciones, en los sistemas educativos, en los procesos de profesionalización, etc. Naturalmente hay momentos en los que esta presencia se evidencia directamente,

en particular en aquellas coyunturas sociales en las que toda la actividad cultural se ve afectada en su progreso o en su involución. Pero aun en estos casos los efectos sustanciales se reconocen en la perspectiva histórica.

ENUMERACION DE TEMAS QUE DEBEN SER ABORDADOS

1. Dentro de las técnicas de la historiografía tradicional, el estudio del papel desempeñado por cada clase de factores aporta elementos reveladores sobre la naturaleza de las relaciones históricas estructurales. En este sentido, algunas de estas historias aparecerán integradas a algunos problemas pero en una organización distinta.
2. Clasificación de problemas de la historia social.
 - Efectos estructurales de las relaciones sociales sobre la evolución científica.
 - Rol de las instituciones académicas, científicas y profesionales, de los sistemas educativos y de las políticas gubernamentales.
 - La transferencia de conocimientos y saberes técnicos y la intervención de escuelas y modelos metropolitanos de actividad científica.
 - Papel de las concepciones científicas y filosóficas en la evolución de las ciencias.
 - El proceso de profesionalización de la actividad científica.
3. Clasificación de historias de la historia social.
 - Historias de la invención, innovación, transmisión, adecuación o aplicación de conocimientos y saberes técnicos.
 - Historia de contribuciones individuales y biografías intelectuales de personalidades.
 - Historia de las instituciones para la actividad científica; para su promoción, su divulgación o apropiación social.
 - Historias interdisciplinarias de eventos relevantes en el desarrollo de una disciplina específica.
 - Otros tipos de historias auxiliares:
 - Análisis de fondos documentales y bibliográficos; de tesis, artículos y memorias científicas, de textos y manuales de divulgación y programas de enseñanza, en un campo científico o afines.

- Historia arqueológica de las variaciones del lenguaje, notaciones, etc., de un concepto o teoría.
- Historia de encuentros, congresos, seminarios y demás eventos académicos en una determinada disciplina científica.

ANALISIS DE UN CASO DE PROBLEMA HISTORICO: EL PROCESO DE PROFESIONALIZACION DE LA ACTIVIDAD CIENTIFICA

1. Denominamos profesionalización aquella categoría histórica que permite designar el período de transición en el desarrollo de una actividad científica al final del cual esta actividad se adelanta por su valor intrínseco.

El comienzo y la duración del período están determinados por condiciones históricas relativas a la trayectoria cultural, política y social del país de que se trate.

Caracterizar el período de profesionalización en el ejercicio de una disciplina significa esclarecer las siguientes circunstancias históricas.

- El proceso de constitución del grupo o grupos de profesionales que entraron a sustituir a los aficionados en las responsabilidades de la actividad científica.
 - Los estímulos a la profesionalización provenientes del sistema educativo como nivel de condensación de condiciones específicas del contexto social.
 - Estas condiciones específicas corresponden a los procesos de organización de la sociedad concreta alrededor de las modernas relaciones capitalistas de producción.
2. Observemos que desde los orígenes de la profesionalización científica en los países de Europa Occidental en el siglo XIX, se pueden distinguir tres niveles de causalidad histórica.
 - Introducción a un sistema de competencias y sus respectivos criterios de reconocimiento social para garantizar la vinculación de los individuos al campo específico de la actividad científica.
 - Un principio de legitimidad social de la formación adquirida en los conocimientos y saberes técnicos de la disciplina.

- Un control o sistema de estratificación que brinda la garantía a los productores de servicios especializados en la rama del saber, de ejercer el monopolio de su estatus.
3. Para alcanzar el nivel deseado de profesionalización científica se requiere un desarrollo histórico que permita a la sociedad ofrecer a una élite de sus asociados.
- Un cuerpo especial del conocimiento, saberes técnicos y destrezas, y
 - Un mercado de servicios.

La esencia de la profesionalización es el entrenamiento del futuro profesional. Así, pues, en los orígenes de la profesionalización como fenómeno moderno de la historia social de las ciencias se encuentra la expansión y fortalecimiento del sistema de universidades.

Es sabido que la institución universitaria, en la época de la universalización de la producción capitalista, responde a las necesidades de monopolizar el entrenamiento de los individuos que lo demandan y que se consideran aptos para capacitarse en la profesión de acuerdo con un sistema específico de normas.

4. Desde el punto de vista de la evolución de una disciplina científica, el rol fundamental en su profesionalización lo desempeña la investigación.

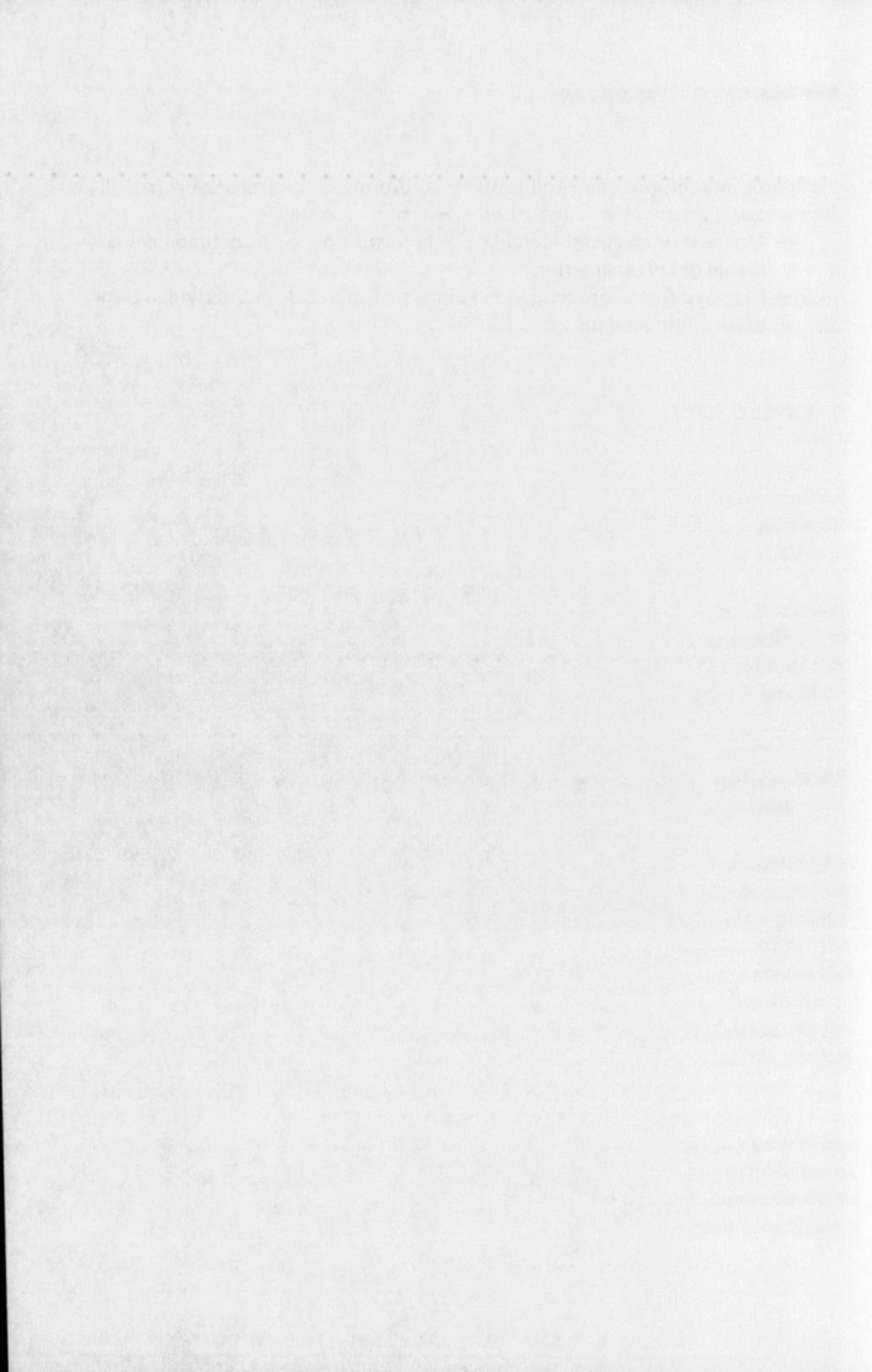
De lo anterior se concluye que un criterio determinante en el análisis histórico de la profesionalización de una ciencia es el aislamiento de aquellas formas perdurables de actividad investigativa que se hayan podido presentar. Enseguida hay que hacer evidentes las formas de profesionalización que las han acompañado y que se transmitieron a las etapas sucesivas del proceso, frecuentemente a través de sistemas o subsistemas educativos.

En cualquier grado de su evolución, las formas de profesionalización detectadas de alguna manera serán el resultado de la intervención de tres clases de factores históricamente determinados.

- Elementos de un sistema educativo. Antes que se consolide y generalice el sistema de universidades —sobre todo en los países periféricos en proceso de centralización del Estado y de organización moderna de su economía— las formas de profesionalización pueden estar asociadas a

otras configuraciones educativas: autoformación, enseñanza personalizada, instrucción avanzada en el exterior, etcétera.

- Una actividad social ejercida con la formación recibida fundamentalmente del nivel anterior.
- El apoyo financiero requerido para la realización de una actividad científica mínimamente consistente.



Capítulo 2

MUTIS Y LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMATICAS

La historia de nuestra cultura matemática es la historia de las ideas, ni siquiera la historia de los matemáticos, es la historia de los manuales... Matemático se llama a quien de dos manuales sabe sacar un tercero...

Educados en esta ciencia redondeada y perfecta de los manuales, donde todo aparece terminado, donde no hay ninguna laguna que llenar, ni fronteras que extender, nace en nosotros cierto respeto supersticioso hacia los investigadores...

JULIO REY PASTOR

*El progreso de España en las ciencias
y el progreso de las ciencias en España*
(Discurso, Valladolid, 1915)

MUTIS ENTRE LAS MATEMATICAS Y LA HISTORIA NATURAL

Con el fin de poder examinar con entera familiaridad en el resto del trabajo las ideas y concepciones de Mutis sobre la enseñanza de las matemáticas, conviene situar históricamente las circunstancias de su magisterio en este campo. En primer lugar se extraerán de los numerosos materiales históricos sobre el tema aquellos elementos que informen sobre las actividades matemáticas de Mutis con respecto a su principal proyecto intelectual en la Nueva Granada. Enseguida estableceremos un balance inicial sobre la función positiva de la enseñanza de Mutis en su momento histórico y en una perspectiva más global de la evolución de las matemáticas. Nos merecerá especial interés el estudio del funcionamiento práctico y de la influencia real de la cátedra de Mutis en el Colegio del Rosario.

Las narraciones convencionales y aun estudios más analíticos han reproducido una ideología mistificadora que sobrevalora particularmente el aspecto matemático de la docencia científica de Mutis. Este impresionismo tomó cuerpo y se arraigó en las mentalidades con el paso del tiempo, pero se originó en el mismo momento de su llegada a estas tierras. El propio Mutis captó rápida-

mente la representación que los otros se hacían de sí mismos y la aceptó como un hecho sin proponerse, que se sepa, alterar tal actitud. Dejando para más adelante la consideración muy importante de las cuestiones de intencionalidad, lo que interesa resaltar es que la mistificación estaba naturalizada en el tipo de relación que Mutis debió establecer con los neogranadinos. Dos situaciones nos permitirán constatar lo afirmado:

En una carta enviada desde Cartagena en mayo de 1763 (Hernández de Alba, 1983, I: 19-20) a un destinatario desconocido, Mutis narra los acontecimientos de su llegada (octubre 31 de 1760) e instalación en Santafé como médico del virrey Messía de la Cerda.

Al describir sus actividades, refiere el hecho "bastante memorable" de su lección inaugural de la cátedra de matemáticas en el Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario el día 13 de marzo de 1762:

(al acto) ... concurrió públicamente el Virrey con todas las personas de distinción de la ciudad, comunidades y colegios. El teatro fue el más lucido que hasta entonces hubo en Santafé. De los lucimientos del orador no puedo y soloamente le diré que no debiendo agraviar a los sabios de aquella ciudad que ponderaban desmedidamente el mérito de la oración deberé atribuir a fortuna, todos los elogios que me hicieron. Lo que yo noté y que puedo referir sin recelo alguno de engañarme, es una particularísima atención con que todos me oían. Jamás hubo auditorio más pendiente de la voz del orador.

En otra carta fechada en Mariquita el 19 de diciembre de 1789 (Hernández de Alba, 1983, I: 502-507) y dirigida a Francisco Martínez Sobral, médico de Carlos IV, Mutis hace un balance elocuente de su labor en los 30 años anteriores como médico, naturalista, sacerdote y educador. Se trata de un texto en donde se revela el desencanto (asumido con una profunda resignación cristiana) que le han producido a Mutis los sinsabores de haber querido siempre someter todos sus actos al servicio incondicional de los intereses de la corona española y la frustración de no haber podido regresar a su patria a disfrutar los beneficios de la consagración de su carrera en América. No obstante, Mutis se enorgullece, entre otras cosas, de haber formado

(...) una multitud de discípulos y aficionados a las ciencias útiles en un reino envuelto en las densísimas tinieblas de la ignorancia a pesar de una juventud lucidísima, ocupaciones que me constituyen el oráculo de este reino con satisfacción de mis interesantes tareas.

Al valorar los historiadores tanto la enseñanza matemática como otras actividades que Mutis desempeñó entre nosotros, han destacado exclusivamente su sen-

tido altruista y voluntad de servicio y los innegables beneficios que produjo su labor de 50 años de vida entre nosotros para el progreso cultural y el desarrollo de nuestra sociedad. Esta metodología de concentrar el interés histórico en un personaje ideal impide pensar cuestiones de tanta importancia como la desigualdad (e incluso el conflicto) cultural que indudablemente debe haberse operado en el proceso de transmisión-recepción de saberes entre Mutis y la sociedad santafereña de la época, en su afán por compenetrarse del espíritu de la ilustración europea. Así, desde el punto de vista del joven médico y de los intereses que él representaba como funcionario del virrey, contribuir de su lado a despejar en Santafé las "densísimas tinieblas de la ignorancia", era un componente cultural de un mandato colonial de nuevo tipo. Pero al mismo tiempo, esta misión educativa fue pasando a convertirse en imperativo y condición de subsistencia intelectual, en un territorio en el cual debía permanecer (al menos) un largo período hasta la realización de su ambicionado proyecto de escribir la historia natural de América septentrional. La enseñanza de las matemáticas de Mutis debe verse como parte de un mandato colonial asumido libremente. La función cultural e ideológica de todo mandato de esta naturaleza es contribuir al sometimiento del otro a través del saber. Busca reforzar una posición de poder mediante la autoridad académica y científica. Expresese esta función a través del ideal cristiano del proteccionismo o del ideal ilustrado de igualdad en la racionalidad, su finalidad última es la asimilación del otro al proyecto colonial. La ciencia no sólo se enseña por su valor intrínseco o su utilidad social. También "para servir la religión, al rey y a la patria" (Mutis, 1982a: 41). Así, la instrucción matemática de la juventud busca formar en unos conocimientos necesarios al bien del Estado. En su *Plan Provisional* para la enseñanza de las matemáticas de 1787, se establece claramente el objetivo central de formar:

(...) los jóvenes matemáticos que harán algún día el ornamento de la república y su siglo son la expectación de los verdaderos patriotas; y finalmente la floreciente juventud de que se encarga con predilección el superior gobierno desde este feliz momento para su respectivo destino según los importantísimos designios con que promueve y fomenta estas ciencias (Mutis, 1982b).

Se trata evidentemente de una verdadera política educativa para el Nuevo Reino en función de los intereses patrióticos de Mutis: el objetivo último de la enseñanza es detectar y reclutar talento matemático que se ponga al servicio de un proyecto de Estado. En numerosos escritos y discursos, Mutis demuestra tener una conciencia política precisa de su papel histórico entre nosotros como funcionario de la Corona y como científico. Curiosamente los historiadores del personaje ideal han omitido la consideración de este hecho, reduciéndose a examinar

los discursos y la obra del individuo en abstracto, al margen de toda intencionalidad, como si fueran textos transparentes. O como si se temiera que un tal análisis demeritara el extraordinario aporte científico y cultural de Mutis. Al contrario, es por cuanto reconocemos la significación histórica del hombre y de su obra, por lo que debemos evaluar críticamente las bases de su programa intelectual.

La instauración en 1762 de la cátedra de matemáticas de Mutis ha sido con justicia mirada como el acontecimiento más importante en la historia de las matemáticas modernas en el país. A su manera, se prefiguraron entonces las primeras formas de institucionalización y profesionalización de actividades académicas en este campo. La instrucción matemática fue tenida como algo esencial para la formación de las élites. El régimen de gobierno le otorgó un estatuto autónomo y dispuso los recursos para que se ejerciera esta enseñanza especializada. Con la estabilización de una cierta demanda de saberes matemáticos, poco a poco se creó un mercado de servicios, aunque en los términos de una actividad matemática más recreativa que creadora. Las contradicciones y los valores del proceso de funcionamiento de la cátedra no impidieron que el país capitalizara esta experiencia primigenia de enseñanza profesional. En adelante la actividad matemática se adelantaría en el marco de un sistema educativo embrionario, parte integrante de un sistema social y político más complejo.

Con todo lo anterior, hay que decir que la importancia de la cátedra de Mutis se vio limitada por las circunstancias históricas en las que se creó y debió ejercerse. Hay que recordar que la actividad profesional reconocida de Mutis desde el primer momento de su llegada a la Nueva Granada, fue la medicina. Aunque desde el punto de vista de su inclinación intelectual en los últimos tres años de su estadía en España, el objetivo que realmente lo animaba, y que lo decidió a emprender el viaje, era otro muy distinto al de ser médico del virrey. Según lo manifiesta en su *Representación* de 1763 al rey Carlos III (Hernández de Alba, 1983, I: 31-43), su proyecto principal era emprender todo un programa de excursiones botánicas y campañas de exploración de los recursos del Nuevo Reino, con el propósito de elaborar la historia natural de la América septentrional que aún estaba por realizarse, no obstante el más reciente viaje de exploración del sueco Loeffling (1754-1756). Comentemos de paso que este documento muestra que Mutis fue de los primeros naturalistas españoles en proponerse la exploración de una parte importantísima de las colonias en América, consciente de la necesidad de completar la obra de reconocimiento sistemático iniciada con el viaje de Loeffling, pero que hubo de ser suspendida a raíz de su muerte.

Que el ejercicio de la docencia en matemáticas de Mutis haya recibido reconocimiento oficial anterior (1762) a su cargo más relevante como director de la Expedición Botánica (1783), es un hecho circunstancial. En efecto, en sus anotaciones en el *Diario de observaciones* del año 1762 (Hernández de Alba, 1958)¹, cuenta que en cumplimiento de la promesa que había hecho a los oficiales y pajes del virrey durante la travesía (Cádiz: septiembre 1760 - Cartagena: noviembre 1760 - Santafé: febrero 1761) de enseñarles matemáticas en forma privada, se dispuso a montar el curso a comienzos de ese año. Su propósito era alternar tal actividad con la intensa práctica oficial y privada de la medicina y los entonces ocasionales trabajos en ciencias naturales. Probablemente un grupo de notables santafereños había reconocido de alguna forma que Mutis, además de médico, era portador de una cultura matemática que podría satisfacer su demanda de saberes y su curiosidad en este campo; con lo cual la cuestión de un curso privado a los oficiales del virrey se convirtió inmediatamente en un curso público en el Colegio del Rosario:

El día 29 de Febrero fui a hablar con S.E. sobre este punto; el mismo día me dijo S.E. en la mesa su consentimiento y gusto en esta nueva disposición. El día 1o. de Mayo comencé a prepararme con una oración inaugural que diese principio a este curso. Dentro de cinco días había yo formado mi oración², preparándome al acto que se había determinado para el día 8 del mismo mes. Pero queriendo S.E. asistir a este acto en una casa, de quien siendo patrono el rey, S.E. es vicepatrono, y en una facultad nunca leída públicamente y comenzada entonces, bajo la protección del señor virrey, se cambió de disposición, determinando que fuese el día 13 del mismo mes.

En lo que hace a fechas y plazos, comentemos que la mención a los cinco días parece estar dirigida a subrayar la madurez y convicción de las tesis y concepciones de Mutis sobre las matemáticas y su enseñanza tal como están expuestas en el *Discurso Preliminar*. También retengamos el interés de Mutis en destacar la importancia oficial que el virrey y la sociedad local confirieron al acto (ver al respecto el extracto de la carta de mayo de 1763, citado anteriormente).

La primera cátedra propiamente de matemáticas que se creaba así en la Nueva Granada desde la conquista española funcionó en dos períodos completos a cargo de Mutis durante los años comprendidos entre 1762 y 1766, excluyendo un interregno de más de un año en el cual tuvo que instalarse con el virrey en Cartagena (1762-1763). En septiembre de 1766 Mutis abandona la cátedra al asumir la dirección y el control de la explotación de las minas del Real de Montuosa (jurisdicción de Pamplona) y fija allí su residencia hasta 1770. Este año regresa a Santafé y permanece allí hasta 1777,

período en el cual habría podido asumir nuevamente la enseñanza, directamente o a través de sus alumnos³. Coincidiendo con su traslado al Real de Minas de Sapo (jurisdicción de Ibagué) en donde permanece de 1777 a 1782, en 1778 se suprime oficialmente la enseñanza de las matemáticas como culminación de la campaña que había emprendido años antes la reacción clerical y conservadora contra el Plan de Moreno y Escandón de 1774 que reglamentaba y racionalizaba la enseñanza en los colegios de Santafé⁴. En octubre de 1786 la cátedra es restablecida por el virrey Caballero y Góngora, quien atendiendo la solicitud de Mutis nombra a Fernando Vergara, joven abogado y catedrático de filosofía del mismo colegio, como su adjunto y a Mutis catedrático perpetuo. Mientras tanto, Mutis asume de lleno sus actividades de naturalista y coordinador provisional de la Expedición Botánica y, después de la inauguración oficial del 29 de abril de 1783, se instala en Mariquita (Tolima) hasta 1791.

Con respecto a la suerte de la cátedra después de 1787, se sabe que Vergara

abrió sus lecciones con un concurso numeroso y lucidísimo, al decir de Mutis, quien había enviado al joven profesor una instrucción sobre textos y horarios. Pero al fin hubo de dejar la cátedra por falta de discípulos.

Se restablecen las clases de matemáticas en el Colegio del Rosario en 1802, al confiar el virrey Mendinueta esta cátedra a Jorge Tadeo Lozano, como sustituto de Mutis. Y al morir Mutis, el virrey Amar nombró catedrático en propiedad a Caldas, el 7 de febrero de 1809, "respecto a su notoria aptitud confirmada en el servicio que ha hecho en la interinidad de ella" (Pacheco, 1984: 39).

Baste la anterior descripción cronológica para comprobar la discontinuidad y consecuente falta de eficacia práctica de la enseñanza matemática de Mutis, motivada principalmente por el hecho de no haber sido nunca esta disciplina ni su vocación intelectual más importante, ni una actividad que lo llevara a asumir un compromiso más profesional. Esto es necesario que se puntualice para no sobrevalorar la influencia de la cátedra. Aunque faltaría confrontar esta hipótesis con nuevos datos e informaciones, tal parece que Mutis, consciente de sus limitaciones, se ocupó en promover a aquellos de sus discípulos más motivados para que asumieran el ejercicio de la enseñanza que él irremediamente debía relegar a un segundo plano, en la medida que emergía su proyecto principal. Una vez que el discurso sobre la importancia de las matemáticas empieza a materializarse en una voluntad de saber, de las élites cultas, Mutis asiste a la paradoja de su incapacidad para liderar y profundizar el proceso, como lo demandaría la imagen de primer

catedrático y “matemático providencial” que los jóvenes santafereños de habían formado de él. Quizá para salvar en lo que le competía la contradicción en él representada, es por lo que estimulaba tanto la introducción de la enseñanza de las matemáticas en otras cátedras como la de filosofía, la difusión de textos como los de Wolff y Bails (sobre las cuales volveremos después), la defensa audaz y decidida de unas concepciones y de unos principios ilustrados en materia de ciencia y filosofía, el rescate de los espacios institucionales de enseñanza científica y la posibilidad de que jóvenes americanos de talento pudieran asumir estas tareas en forma permanente. A este propósito puede servir la siguiente cita tomada de su carta del 3 de noviembre de 1785 al arzobispo- virrey Caballero y Góngora:

Vuelvo a suplicar a V.E. se sirva nombrarme un sustituto y un sucesor tan digno como V.E. los descubrirá en las nobles y generosas expresiones con que este joven [Fernando Vergara] protesta ante V.E. sus inflamados deseos al consagrarse por toda su vida a la enseñanza pública. Este es el único medio de lograr profesores consumados (...) (Hernández de Alba, 1983a, I: 262).

Sin embargo, Mutis no se excluía definitivamente de la enseñanza de la cátedra, puesto que al mismo tiempo sugería al arzobispo- virrey que le reservara el derecho de permanecer como catedrático perpetuo. La intención era doble. De una parte garantizar el monopolio de su estatus, la eficiencia e idoneidad de la actividad de la enseñanza y el adiestramiento cabal de sus sucesores, todo ello con su control y dirección. Pero también y fundamentalmente pensaba en velar como catedrático perpetuo por el cumplimiento de uno de los objetivos principales de esta enseñanza: detectar y capacitar talento matemático en función de los intereses de una política de Estado. Ello está claramente expuesto en el último párrafo de su *Plan Provisional* de 1787 (Mutis, 1982b: 124), con cuya citación concluimos esta parte consagrada al examen del funcionamiento práctico de la cátedra de Mutis:

Al fin de estos cursos pasará el catedrático una lista de los discípulos de aplicación y genio extraordinario con informe por separado, cuando lo pidan las raras prendas o monstruosos talentos de algunos discípulos, tanto al señor Director Regio, como al catedrático perpetuo, para informar de oficio al supremo jefe del reino, o poder hacerlo con la debida justificación cuando extemporáneamente se le pida para los objetivos importantes que se premeditan.

Por último, nos parece conveniente agregar una consideración general sobre las características antes expuestas de la enseñanza matemática de Mutis. Si el interés del estudio histórico ha sido retratar críticamente el papel desempeñado por el individuo aun yendo en contra de la mitología del personaje ideal, el uso reiterado de la palabra intencionalidad no puede tomarse en el sentido estrecho de responsabilidad personal. La actividad intelectual de Mutis entre nosotros está determinada, ciertamente de manera no mecánica, por un sistema de valores y concepciones asociados con el proyecto colonial de España en la época de los Borbones. Este sistema define a su vez el tipo de relaciones intelectuales de los españoles con los americanos. Frente a la época de la conquista, ahora no se tratará simplemente de tomarnos o destruirnos sino de comprendernos, para utilizar las palabras claves de una obra reciente de Todorov (1982). Pero esta comprensión no se acompaña aún de un reconocimiento pleno del otro como sujeto y, por consiguiente, la función del saber se subordina al poder. O lo que es lo mismo, al no tenerse en cuenta la identidad del otro, se proyecta en éste el ideal que se tiene sobre la naturaleza y la función del saber.

El período del intento de reposición del régimen colonial comprendido entre 1816 y 1820, permite ilustrar cómo este desconocimiento de la identidad del americano llega a convertirse en desprecio absoluto. En efecto, el régimen de terror impuesto por el Pacificador Morillo durante los cuatro años de la reconquista española echaba por la borda la política del colonialismo ilustrado de los Borbones en los territorios americanos, sustituyéndola por la política del sometimiento y la destrucción. Sometimiento a sangre y fuego a un *estado de cosas* que los sucesos de la llamada independencia habían desestabilizado y erosionado, sin que hubiese sido todavía remplazado por un régimen político alternativo. Destrucción física de la élite intelectual que sobrevivió a las luchas de los años 1810 y que, desde la posición militarista despótica del conquistador anacrónico, representaba en alguna forma posiciones patrióticas en política. En el mandato de Morillo el saber ya no tiene una función local de formación de cuadros o reconocimiento científico del territorio del país colonial. Como esta función se ejerce directamente desde (y en) el centro metropolitano del poder, los centros de cultura neogranadinos sólo le sirven al conquistador anacrónico como cárceles o patíbulos. Ya que el saber en el despotismo absoluto está subordinado, sin mediaciones, al poder central, no cabe más que liquidar empresas como la Expedición Botánica (o lo que quedaba de ella después del desgreño de sus actividades a partir de los acontecimientos políticos de 1810); reducir a prisión en Cartagena a su director Sinforoso Mutis y, actuando en cumplimiento de órdenes precisas del gobierno español, mandar a recoger en 105

cajas los materiales de 25 años de investigaciones naturales de la Expedición Botánica y remitirlos en 1817 directamente a Fernando VII.

La conquista de la autonomía política y del derecho a erigir y administrar un Estado nacional no ha permitido por lo tanto asignar al saber una función de autorreconocimiento y afirmación en el plano de la cultura. El país ha tenido que esperar más de siglo y medio para que se adviertan signos renovadores. Enfrentados a la construcción de espacios de realización cultural al margen del poder, sectores significativos de intelectuales hemos venido descubriendo que, como lo decía García Márquez en su conferencia del Premio Nobel, "la interpretación de nuestra realidad con esquemas ajenos sólo contribuye a hacernos cada vez menos libres, cada vez más solitarios" (García Márquez, 1982).

Y frente a países con los que nos unen lazos históricos tan fuertes, no tenemos más que compartir el voto que tan hermosamente expresó en su discurso el escritor colombiano:

(...) creo que los europeos de espíritu clarificador, los que luchan también aquí por una patria grande más humana y más justa, podrían ayudarnos mejor si revisaran a fondo su manera de vernos. La solidaridad con nuestros sueños no nos hará sentir menos solos, mientras no se concrete con actos de respaldo legítimo a los pueblos que asuman la ilusión de tener una vida propia en el reparto del mundo.

LA CULTURA MATEMATICA DE MUTIS

A guisa de introducción

En esta sección vamos a intentar una aproximación a la cultura matemática de Mutis desde un conjunto de elementos informativos que hemos recopilado con este propósito en diferentes publicaciones. Obviamente la interpretación que se hace en el conjunto de la monografía sobre su enseñanza matemática, de una u otra forma ha estado determinada por un enfoque que pretende ubicar al personaje en su momento histórico, social, cultural y político. La intención en todo instante ha sido y será hacer emerger concepciones predominantes y características de su pensamiento que orientaron sus actividades de enseñanza en este campo. Sobre esto tenemos todavía mucho que investigar. Hay que esclarecer grandes interrogantes sobre la formación de la cultura matemática en el joven Mutis y su configuración hasta 1760 en la península. Los valores, comportamientos, ordenamientos institucionales, hábitos, modos de asumirse frente a las

matemáticas del momento, que Mutis compartía o no con una cierta élite. De qué manera estos valores definieron una voluntad de saber matemático que lo conduciría, dentro de las condiciones de circulación de obras y textos de los años 1750 en España, a hacerse a una formación teórica que aún no podemos precisar. La pregunta concreta por el estado real de este componente de cultura matemática en Mutis, se liga inmediatamente con la otra sobre la manera en la cual unos saberes matemáticos de base funcionaron y se desarrollaron con relación a la cambiante y multifacética vida intelectual suya.

Hasta ahora hemos estado obligados a hablar de la enseñanza matemática de Mutis sin haber absuelto preguntas tan fundamentales, guiados ante todo por las lecturas más o menos atentas (aunque no especializadas en su mayoría) de algunos textos y discursos que él nos legó. Materiales éstos que reflejan la evolución de una cultura matemática en una realidad histórico-social muy particular, una vez que Mutis se instala en la Nueva Granada. Y aquí los problemas de periodización son de una importancia extrema para no distorsionar la interpretación del hecho histórico. Por aventajada que sea la formación matemática de Mutis en España, lo cual está por aclararse, hay que tener siempre en cuenta que él asiste al proceso de institucionalización y difusión de la Ilustración en la península desde América. Esta es una circunstancia muy significativa desde el punto de vista de las obras que leyó, por cuanto la evolución de la cultura, en un período de transición intelectual como aquel, estaba íntimamente vinculada a la difusión y recepción de obras, textos, manuales..., reclamándose de la nueva ciencia o de la moderna filosofía o del nuevo humanismo. Para una concepción dinámica de la historia y teniendo en cuenta lo que Mutis representa en nuestra evolución intelectual, no es por un mero prurito de erudición por lo que debemos saber por ejemplo qué obras, de la impresionante biblioteca que había acumulado hacia fines siglo⁵, al haber sido posible su lectura sólo aquí en la Nueva Granada, influyeron particularmente en su enseñanza científica sea porque ampliaron y mejoraron su formación teórica, sea porque modernizaron, por decirlo así, su perspectiva filosófica y su capacidad analítica, con respecto a la formación de juventud.

Inclusive la voluntad de saber, esa constante inquietud de Mutis por estar actualizado por todos los medios, tiene una significación cultural distinta según se la mire desde el estado de la recepción del ideario ilustrado en la España de los años 1750, o con relación a la circulación internacional de una variadísima literatura que llegaba a América por medios legales o por contrabando. La ponderada influencia sobre Mutis de un autor como Feijoo fue ciertamente decisiva porque moldeó su cultura en un "nuevo espíritu científico" de crítica al escolasticismo, de reforma

de instituciones, de gusto por la investigación científica. Como habría sido influyente en su vocación racionalista la lectura de las obras de Andrés Bóquer. Pero en el período americano de Mutis es plausible imaginar que se haya operado una organización y jerarquización de intereses intelectuales con marcada vocación por superar, al menos en algunas disciplinas, el nivel de curiosidad universalista. Todas estas hipótesis nos han movido a reseñar y clasificar en esta parte algunos autores y lecturas que a todas luces influyeron en la cultura matemática de Mutis en la forma como se manifiesta en sus escritos, sobre todo de la primera época de su enseñanza en la cátedra del Colegio del Rosario. Al menos estas reflexiones podrán motivar una búsqueda más cuidadosa de nuevas fuentes documentales al mismo tiempo que una relectura de los escritos conocidos sin sujetarse a las ataduras de los viejos esquemas interpretativos.

Comentarios sobre las lecturas matemáticas de Mutis

Una de las mayores dificultades con que se cuenta para poder profundizar en la comprensión de la cultura matemática de Mutis es el desconocimiento que sigue imperando sobre su formación académica básica y universitaria⁶. Hasta que no tengamos información histórica de primera mano seguiremos sustentando nuestras interpretaciones en datos indirectos o en apreciaciones válidas pero muy generales. Este es un gran inconveniente, pues a medida que se desarrollan los estudios críticos, epistemológicos, de ciertos problemas de la cultura de Mutis (por ejemplo, el alcance real de su ruptura con Descartes, su apropiación efectiva del estilo newtoniano, su conocimiento concreto del cálculo de fluxiones, etc.), aumenta la necesidad de apoyar el análisis en hechos históricos que infortunadamente son todavía oscuros.

A veces algunos comentarios marginales de personajes ilustres que conocieron a Mutis mueven con más fuerza a indagar por nuevos elementos que permitan confirmar definitivamente apreciaciones cada vez más evidentes. Es el caso de la extraña revelación que hace Humboldt en su noticia biográfica de Mutis sobre el origen de su formación matemática, y que se encuentra casi perdida en medio de referencias mucho más conocidas sobre sus méritos científicos en otras materias⁷:

(Mutis) No fue conocido en Europa más que por sus vastos conocimientos en botánica (Linneo lo llama *Phytologorum americanorum princeps*); pero los servicios que ha prestado a todas las ramas de la historia natural, el descubrimiento de las quininas en regiones donde se ignoraba su existencia, la influen-

cia benéfica que ha ejercido sobre la civilización y el progreso de las luces en las colonias españolas, le asignan un rango distinguido entre los hombres que han ilustrado el nuevo mundo.

Y continúa Humboldt: "Después de haberse ocupado con ardor del estudio de las matemáticas, Mutis fue forzado por sus padres a dedicarse a la medicina práctica...".

Si la afirmación anterior fuese cierta, antes de ser admitido en el Real Colegio de Cirugía de Cádiz el 15 de noviembre de 1749 (Quevedo, 1984: 40-41)⁸, Mutis habría estudiado matemáticas en su ciudad natal y no solamente gramática y filosofía como dicen la mayoría de sus biógrafos⁹. Lo cual viene a reforzar la apreciación antes referida sobre la sólida formación científica y filosófica que se obtenía en el Colegio de Cádiz merced a la doble orientación que le habían imprimido sus fundadores La Combe y Virgili, hacia las necesidades médicas y quirúrgicas de la Armada, por una parte, y a la recuperación de saberes de las ciencias básicas en la formación del médico, por otra¹⁰. Así mismo esta nueva información debería comprometer a los historiadores a prestar mayor atención al período de estadía de Mutis en Madrid entre junio de 1757 y julio de 1760 en el que además de sus actividades como médico de la Corte, según su biógrafo Gredilla (p. 32), se perfeccionó en el estudio de las plantas en el Jardín Botánico "al paso que progresaba en ciencias exactas". En efecto, el propio Mutis en la carta escrita el 26 de junio de 1764 a Carlos III sobre el proyecto de la Expedición Botánica recuerda:

Establecido *tres años* antes en esa Corte, y entregado a la lección de los *mejores autores extranjeros* que tratan de las ciencias naturales en *todos* sus ramos [subrayados míos, L.C.A.], iba notando las imponderables ventajas que nos hacían en los últimos siglos todas las naciones cultas en tales ciencias (Hernández de Alba, 1983a: 31).

Continúa la carta enumerando los proyectos que se hacía su autor en esos años movido por "un verdadero y desinteresado amor nacional": el establecimiento de una Academia de Ciencias y la elaboración de una obra colectiva en historia de autores españoles. El Mutis que lee "los mejores autores extranjeros", es de suponer, exponentes en varios campos intelectuales (inclusive, como veremos, en matemáticas y física) del racionalismo ilustrado, por su estrecha relación con círculos de la Corte en donde ya se agenciaban proyectos que podrían denominarse de apropiación e institucionalización de ese ideario ilustrado, tiene ahora motivaciones no solamente académicas sino políticas para proponerse enriquecer

y fundamentar su cultura científica. En esencia es el planteamiento cultural de Feijoo, que a fines de la década de 1750 ha sido ampliamente reconocido y adoptado como aquel que mejor interpreta los intereses de la nueva dinastía borbónica. Como bien nos lo han recordado Lafuente y Sellés, estos nuevos círculos están persuadidos de que los “nuevos ideales políticos y sociales están garantizados o sostenidos por la nueva ciencia y refrendados por las publicaciones, científicas o no, más importantes del momento” (Lafuente y Sellés).

El pensamiento político-cultural que vemos retratado en la carta de Mutis a Carlos III consiste en primer lugar en un reconocimiento del atraso cultural y científico de España asociado a una anacrónica política de aislamiento dentro de sus fronteras; a partir de este reconocimiento se genera un sentimiento patriótico y una toma de conciencia sobre la necesidad de una apertura al exterior a través de la recepción-divulgación de libros, autores, teorías, corrientes y escuelas de pensamiento. Este último momento permite, a su turno, ahondar en el reconocimiento del atraso mediante la posibilidad de relativizar lo propio que implica la apertura, y reforzando el sentimiento patriótico induce a los individuos de la élite a proponerse proyectos prácticos de reforma.

Pasemos ahora a examinar, de acuerdo con la información disponible sobre Mutis y sobre la circulación de literatura científica en España alrededor de los años 1750, cuáles podrían haber sido “los mejores autores extranjeros” cuya “lección” habría contribuido a disciplinar la cultura matemática y física de Mutis. Aunque ello no debe asociarse con etapas en la evolución histórica de sus intereses, podríamos convenir en revisar estas lecturas ateniéndonos a la triple forma de relacionarse con las matemáticas que se observa en los escritos más conocidos de Mutis: como método de pensamiento, como conjunto de conocimientos positivos y como saberes técnicos útiles, es decir instrumentables sobre todo en la física experimental. Más adelante revisaremos los autores y obras del primer nivel de influencia intelectual. En cuanto a los del segundo nivel, habría que distinguir entre obras matemáticas de conjunto tipo cursos y compendios, y tratados más especializados sean de exposición original o manuales comentados. Muy probablemente fue a través del *Compendio Mathematico* (9 Vols.) (A. Bordázar, Valencia, 170-175) del sacerdote Tomás Vicente Tosca, como Mutis hizo su primera formación en las ciencias matemáticas. Esta obra tuvo una amplia circulación en España y en América, y todavía hoy se encuentra en varios ejemplares en las principales bibliotecas. El *Compendio* se inscribía en la línea de los cursos enciclopédicos europeos de la segunda mitad del siglo XVII, elaborados con fines didácticos. Aunque, como informa Navarro

Brotóns¹¹, no comportaba temas de la geometría cartesiana ni del cálculo infinitesimal y aunque no es una obra homogéneamente moderna, “el límite superior podría fijarse globalmente con la ‘gran síntesis newtoniana’”. Después del discurso preliminar usual, el primer volumen contiene una versión fragmentaria de los *Elementos*. Entre el resto de temas matemáticos se encuentran: aritmética, álgebra, combinatoria, trigonometría, logaritmos, tablas trigonométricas y logarítmicas y estudio geométrico de las cónicas. Siguen los relativos a la física: mecánica, estática arquimediana, hidrostática, dinámica de graves, máquinas, hidráulica, acústica, dinámica de tiro, óptica, magnetismo y posibilidad de movimiento de la Tierra. Los otros volúmenes tratan sobre astronomía, arquitectura civil y militar, y otras materias de lo que se conocía como matemática mixta. Es posible imaginar que Mutis complementó en España la formación que obtuvo del *Compendio* con los *Elementa Matheseos Universae* de Christian Wolff¹². A pesar de que no tenemos una opinión clara sobre la difusión de esta obra en la península ni sobre la fecha de su estudio por el joven Mutis, hemos llegado a la convicción de la influencia decisiva de Wolff en Mutis a través de sus reiterados testimonios y del análisis de sus escritos generales y *Notas de enseñanza* en matemáticas.

Radicado en la Nueva Granada Mutis conoce y aprovecha al máximo los *Elementos de Matemáticas* de Benito Bails tanto en su edición original de 10 Vols. (Joachim Ibarra, Madrid, 1772-1776, 1783), como en la obra resumida *Principios de Matemática* en 3 Vols. (Vda. de Ibarra, Madrid, 1776). S. Garma ha ubicado apropiadamente esta obra: “... es el trabajo matemático de carácter enciclopédico más importante publicado en castellano durante el siglo XVIII”¹³. A comienzos de 1787 Mutis ha podido formarse un concepto preciso de los *Elementos* de Bails desde el punto de vista de su modernidad y de su orientación pedagógica, puesto que la recomienda en el nuevo plan de estudios de la cátedra de matemáticas del Colegio del Rosario en sustitución de la obra de Wolff¹⁴.

Mutis empieza por explicar en el proyecto de plan que si al comienzo de la cátedra en 1762 había preferido el *Compendio* y el curso completo de Wolff, era por “la dilatada experiencia de enseñar de aquel profesor” y porque eran “obras excelentes en su tiempo y modelo de las que posteriormente se han publicado”. Antes había comentado que éstas eran las obras más completas en su tiempo y las únicas que habían formado a los grandes matemáticos de ese siglo. Lo cual es efectivamente cierto y corrobora que, en general, tanto el nivel de conocimientos matemáticos de Mutis como la orientación de los mismos (particularmente en la enseñanza) estaban determinados por la obra que le era

más familiar y que en su época era la más popular. Seguidamente comenta que los avances posteriores de las teorías matemáticas han evidenciado que las obras de Wolff son “en cierto modo defectuosas” y que no convienen para la instrucción. Agrega:

Por fortuna logra hoy la España en el curso más completo y en su compendio el más bien reducido, las obras más excelentes de que no puede gloriarse a competencia alguna otra Nación de Europa. Se han trabajado con el mayor esmero de orden de la Real Academia de San Fernando por su Director de Matemáticas D. Benito Bails; cuyo acierto lo publican los aplausos de todas las Escuelas de la Península, donde se haya universalmente adoptado.

La opinión puede parecer desmesurada en cuanto a ubicar el compendio de Bails como una de las obras más excelentes de Europa, mas no en la alusión a la importantísima difusión que tuvo en España y en América, y su consecuente influencia en la preparación de un nuevo espíritu científico en las ciencias matemáticas. Esta amplia acogida se debió, creemos nosotros, a que la obra venía a responder, en el momento preciso, a las expectativas de cierto público que requería pasar de la creciente curiosidad por las matemáticas a una comprensión integral y formalizada de las teorías más avanzadas, por supuesto dentro de lo que era la visión paradigmática del momento en España. Es decir, enfatizando el interés en aquellos saberes que, como decía Bails en el prólogo de la obra, satisficiesen las “empresas de universal utilidad”, y considerando como natural que se debía “sacrificar la especulación a la práctica”¹⁵. Esta es la concepción con la cual Bails se dedica, como él mismo reconoce, a “extraer o copiar” de las más celebradas obras clásicas y modernas; y traduciendo esa concepción en un efectivo plan pedagógico, procede a “enlazar con todo esmero los pedazos para la formación de un tratado...”. Bails extracta, copia, parafrasea, de acuerdo con su *grille d'intérêt*, de Euclides, Descartes y Newton, directamente o a través de sus divulgadores, también de autores más recientes como L'Hôpital, MacLaurin, Euler, Lagrange, Emerson, Clairut, Ricati y otros, aparte de Bézout y Cramer cuyos tratados fueron sus fuentes principales. El contenido de los *Elementos* se refiere a las siguientes materias principalmente: aritmética, geometría y trigonometría; álgebra (según Bézout, Newton y Euler), cónicas, cálculo infinitesimal (en la notación de Leibniz), ecuaciones diferenciales y cálculo de variaciones (Lagrange); dinámica y electrodinámica (principios); óptica (instrumentos y preparación de vidrios); agronomía (apoyo táctico a Copérnico); arquitectura civil e hidráulica y una tabla de logaritmos.

Si nos hemos extendido en comentar la obra de Bails es para poder apreciar en su justo valor el elogio que de ella hace Mutis. Aunque la tentación es grande de comparar la posición de Bails frente a las matemáticas con la de Mutis, preferimos abstenernos hasta tanto hayamos profundizado en el estudio crítico de sus respectivas lecturas: de las principales frente a las secundarias, de las reales frente a las ficticias. Esta cautela es ante todo indispensable en el caso de Mutis de quien si bien podemos decir que conoció directamente y a través de comentaristas a Euclides y Arquímedes, a Cavalieri y Descartes¹⁶ y por supuesto a Newton (no sólo los *Principia* y la *Opticks*, sino también los elementos de su novedoso método del cálculo de fluxiones¹⁷), por falta de evidencias, por dificultades de datación, por inconsistencias, etc., encontramos problemática la lectura que Mutis dice o insinúa en sus manuscritos haber realizado de autores matemáticos contemporáneos suyos como L'Hôpital, Euler, La Caille, d'Alembert, Boscovich, Le Seur & Jacquier, entre otros. Esta es una cuestión que por sí misma justifica continuar profundizando la investigación sobre el gaditano, pero que no podrá ser abordada eficazmente sino en la medida que se vincule al análisis de la recepción-difusión-apropiación de estas obras y textos en España y América.

De cualquier forma, nos parece que el elogio de Bails, más allá de los ecos de la popularidad alcanzada por la obra en la península o la autoridad con la que se la recomendaba en planes oficiales de estudios, expresa la identidad de Mutis con una actitud ante las matemáticas, que siempre fue la suya: esa habilidad para desplazarse sin prejuicios entre textos y discursos disímiles, y aprehender de cada uno *lo útil*, aquello que en las matemáticas (como saber, no tanto como pensamiento vivo) pueda venir en apoyo de cualquier proyecto educativo-divulgativo sostenido por un "verdadero y desinteresado amor nacional" (una expresión equivalente se encuentra también en Bails). Es decir, el primado de la visión pragmática de la nueva racionalidad (matemática) sobre la especulación (de sospechosa factura escolástica): mejorar aquí y ahora la vida cotidiana, el atraso, la superstición, la falta de ilustración... Esta concepción y la otra sobre el carácter fundamentalmente empírico de la nueva ciencia, en virtud de la cual el problema del método es primero que todo someterse a las experiencias y las observaciones, se refuerzan mutuamente. A nosotros nos parece que si en ocasiones Mutis entra en conflicto con esta visión dominante en los medios en los que se formó y desarrolló, y propugna por aproximaciones a la matemática desde el interior de ella misma, apropiándose de sus principios, expresándose en un lenguaje de símbolos y relaciones abstractas, con

algoritmos y cálculos algebraicos..., termina por ceder y acondicionarse a la mentalidad de su época.

Mutis entre el rigor wolffiano y la intuición cartesiana¹⁸

Probablemente el fragmento que se conoce con el nombre de *Método Matemático*¹⁹ fue la lección primera que dictó Mutis a sus alumnos del curso de matemáticas en el Colegio del Rosario. Aunque este documento no ha podido ser datado con exactitud, por la manera de abordar de lleno y sin más preámbulos la materia, parecería que fuese consecutivo del *Discurso Preliminar* del 13 de marzo de 1762. Como se sabe, este discurso cuya finalidad era inaugurar la cátedra, fue concebido ante todo para presentar en una forma lo más ilustrativa y general posible y a un público más amplio que el de los propios alumnos del curso, las ideas de Mutis sobre la utilidad práctica de las matemáticas y su importancia como método de todo pensamiento racional sobre la naturaleza. Por su parte, la lección sobre el método se inscribe en la tradición de la época de anteceder los cursos de matemáticas con una explicación sobre lo que hoy podríamos llamar la naturaleza y características del discurso matemático, su constitución, organización, lenguaje y criterios de validación interna. Mutis expresa en un cierto momento que una mínima comprensión de la lógica del discurso matemático es imprescindible "para hacer en adelante muchos progresos en esta ciencia". Y continúa (p. 127):

En este tratado, que estará dividido en muchos discursos, se encuentran muchos conocimientos utilísimos, de que no se habla cuando se enseñan los elementos de las matemáticas, pero ya, desde el primer año, da principio a aquellos discursos en que están encerrados tesoros riquísimos.

La lección comienza refiriéndose al "método geométrico" desde el punto de vista del orden exacto y riguroso con el que se procede en las matemáticas. La primera frase de Mutis (p.125): "Todo el artificio de las matemáticas, su certidumbre y solidez consisten en el admirable orden de que usan los matemáticos para enseñar sus dogmas", recuerda la idea con la que Wolff da comienzo al *Discours préliminaire sur la méthode dont on se sert pour traiter les mathématiques* (Wolff, 1757)²⁰: "El *Método Matemático* no es otra cosa que el orden que siguen los matemáticos al tratar las ciencias que hacen parte de las matemáticas".

Es notable la similitud de ideas entre el discurso de Wolff y la lección de Mutis, no obstante que el énfasis y el orden de la exposición son distintos. Más

interesado en la explicación pedagógica del ABC del método matemático a estudiantes que por vez primera escuchaban tales cuestiones, Mutis no escatima argumentos y ejemplos (geométricos) que les permitan comprender las reglas lógicas del pensamiento matemático, a partir de las evidencias y de lo que presume son saberes ya conocidos. Es menos sistemático y estrictamente descriptivo que Wolff, para quien la explicación de la lógica del método se realiza a través de una cadena de oraciones simples e independientes (cada una de las cuales forma un párrafo) sobre la naturaleza y función, en el discurso matemático, de las definiciones, los axiomas, los teoremas, los problemas, los corolarios y los escolios.

Sin embargo Mutis aborda estos mismos temas centrales en su lección, casi en los mismos términos en que lo hace Wolff. Para este último hay que comenzar por decir que: “Las *definiciones* son nociones *claras y distintas*²¹ por medio de las cuales no solamente se distingue una cosa de otra; también descubrimos en ellas todo aquello que nos permite concebir [tales nociones]” (II).

Mutis afirmará lo mismo pero después de dar un rodeo de carácter pedagógico con el fin de enfatizar ese rasgo del método matemático que consiste en ir de lo general a lo particular, y de lo simple a lo complejo. Advierte que para determinar la verdad de una proposición, el método de los matemáticos radica en construir su demostración a partir de las “definiciones supuestas, los axiomas concedidos y las proposiciones ya demostradas”. Está implícita aquí la importante problemática “análisis-síntesis”, considerada con más elaboración en otros textos mutisianos de esta misma época y a cuyo estudio detenido nos dedicaremos más adelante.

A continuación Mutis presenta una idea equivalente a la anterior de aquello que entienden los matemáticos por definición. Como Wolff, distingue entre definiciones “nominales” y “reales” (p. 126): “Por las definiciones nominales se explican los términos y por las reales las mismas cosas”.

Wolff llama a las primeras indistintamente “definiciones nominales” o “definiciones de términos (noms)”; y a las segundas “definiciones reales” o “definiciones de cosas”. Con respecto a estas últimas, mientras que Mutis se limita a anotar que deben manifestar “la naturaleza de aquella cosa que se define”, Wolff es más explícito: “las definiciones reales explican claramente la formación de las cosas” (IV). En el XV agregará que ello quiere decir “cómo la cosa es posible; es decir, la vía que se debe seguir y la manera de hacer tal cosa”.

En los párrafos anteriores del *Discours* se habían definido los términos noción, noción clara, noción confusa, noción distinta, noción entera y noción perfecta. El interés particular de Wolff en precisar esos términos proviene del hecho de que las únicas nociones sobre las cuales se establecen definiciones matemáticas

son aquellas que son claras y distintas (XII). Además porque la piedra angular de su concepción del rigor del método matemático es el principio de la no-contradicción, convenientemente aplicado mediante las leyes de la deducción. Mutis no se detiene en tales meandros terminológicos, tal vez porque le habría llevado mucho tiempo precisar todas "las condiciones que debemos observar para definir con acierto". Sin embargo coincide con Wolff en cuanto a que (p.127):

... la perfecta inteligencia de los términos y de las cosas, manifestada por las definiciones, son de suma importancia en todas las ciencias para evitar cuestiones ridículas y diferentes paralogismos que nacen frecuentemente del poco cuidado con que se hacen las definiciones.

De manera similar, el *Discours préliminaire* y la lección sobre el Método prosiguen en la consideración de lo que se entiende por axioma y postulado (Wolff prefiere la designación de axiomas de primera y segunda especie), aunque no coincidan totalmente en los ejemplos escogidos. Mientras que Wolff visualiza la idea de axioma (toda proposición que siendo evidente no requiere demostración) mediante la proposición geométrica "todas las líneas trazadas del centro de un círculo a su circunferencia son iguales entre sí", Mutis prefiere dar un ejemplo basado más bien en la experiencia²²: "... el todo es mayor que su parte. ¿Quién podrá dudar de una verdad tan manifiesta? Porque concedido qué cosa sea todo y parte, venimos en conocimiento de esta primera verdad".

Por el contrario, Mutis coincide con Wolff en el ejemplo con el que se ilustra la significación de postulado (lo que se pide o demanda: *pétitions ou demandes*): "desde un punto a otro se puede tirar una línea recta" (Mutis, *loc. cit.*, p. 128; Wolff, *loc. cit.*, XVII, p. vi). Ambos autores también creen conveniente aclarar que si las dos clases de axiomas no necesitan demostración, es porque su verdad "es conocida por el solo aspecto de las definiciones de donde provienen" (Wolff, XVIII; Mutis, final de la p. 128: "porque son verdades deducidas, sin que medien otras ideas, de las mismas definiciones").

Las similitudes se siguen presentando en la explicación de lo que es un teorema y en el ejemplo ilustrativo; incluyendo el aparte en el cual Mutis trata de justificar la importancia de designar ciertas proposiciones como lemas, término éste que Wolff no utiliza (p.129):

Algunos matemáticos, sin duda por un exactísimo rigor, no introducen *lemas* en sus elementos, y aun, si mal no me acuerdo, no nombran esta palabra en sus escritos... Nosotros siguiendo escrupulosamente todas las leyes del rigor geométrico no tendremos tal vez necesidad de *lema* y sólo se ha puesto su

definición y se ha dado su explicación para que no coja (sic) de nuevo una voz introducida en los escritos matemáticos.

El XXI en el que Wolff distingue entre la proposición y la demostración de los teoremas, es reproducido casi textualmente en la página 130 por Mutis. Así mismo el XXII que se retoma en las páginas 131-132, y en el cual se reitera la idea capital de que “en matemáticas no se admiten principios que antes no se hayan probado...”. Esta tesis junto con su correlato “ningún nuevo principio puede ser aceptado si no ha sido derivado de tales principios”, constituyen pilares fundamentales de la filosofía de las matemáticas de Wolff que Mutis hace suyos. Fundamentales no quiere decir originales. Más adelante nos referiremos a algunas de las más importantes tradiciones racionalistas representadas en las concepciones metodológicas de Wolff. Particularmente en lo que hace relación a su insistencia en el método deductivo como lenguaje universal en ciencia y filosofía (tema éste de gran actualidad en su época histórica), Wolff recoge y difunde la tradición aristotélica del método del silogismo.

Mutis parafrasea a lo largo de las páginas 132-133 las ideas que en este sentido expone Wolff en el XXIII, mencionando a los mismos autores en los que éste se apoya: el padre Clavio y su demostración por silogismos de la proposición I de los *Elementos* de Euclides. “Herlino y Dalipodio demostraron por silogismos los seis primeros libros de los *Elementos* y Heinichio toda la Aritmética”. Al insistir en que el poder de la demostración reside en la fuerza del silogismo, Mutis se reconoce en Wolff explícitamente (p. 133): “El grande Wolfio trabajó algún tiempo en inquirir cuidadosamente sobre este punto determinado”.

La parte final de la lección de Mutis (pp. 134-135) está consagrada a explicar el significado de los términos problema (con sus tres partes: proposición, solución y demostración) y corolario, a los que se refieren los párrafos XXIV y XXV del *Discours*. El XXVI con la explicación de lo que es escolio no parece haber sido tomado en consideración por Mutis (a no ser que el manuscrito sobre el método esté incompleto), no obstante que al comienzo (p. 126) había incluido éste entre la lista de términos que permiten representar el orden del método matemático.

Tampoco tiene en cuenta la versión que conocemos de la lección sobre el Método, los importantes párrafos XXVII, XXVIII y XXIX del *Discours* en los que Wolff expone respectivamente las siguientes características del “método de los geómetras”: a) es universal y provee un conocimiento sólido de las cosas; b) forma hábitos de cierto orden y exactitud de juicio que producen “una facilidad y una viveza admirable para percibir la verdad en otras ciencias a las que se aplica”; c) otras prácticas y ciencias “muy útiles al comercio de la vida”

no podrían por ellas mismas, sin la intervención del método matemático, proporcionar “esa fuerza de imaginación, esa vivacidad y ese hábito de invención” que se obtienen a través del pensamiento deductivo; d) “hay dos métodos generales para buscar las verdades en las matemáticas, a saber la *Síntesis* y el *Análisis*”. Concluye el *Discours* con la explicación de la *Hipótesis* desde el punto de vista del método: “... una suposición de lo que no es por lo que puede ser; así pues, no es necesario que la hipótesis sea verdadera, sino que basta con que sea posible”. Posible; es decir, objetivo, sujeto a un orden o normatividad, lógicamente posible; en una palabra: no-contradictorio. En la página 130 Mutis comenta al respecto:

Nada hay absolutamente posible sino el ente de por sí: todo lo demás se puede concebir posible, admitida tan solamente otra cosa que guarda respeto con la posibilidad, que es lo mismo que decir que todo existe bajo cierta condición. Esta condición [la hipótesis] se ha de anunciar igualmente en la proposición²³.

En cuanto a las características a), b) y c) que Wolff distingue en el método matemático, Mutis no considera necesario insistir en ellas en su lección por cuanto estas ideas fueron suficientemente desarrolladas en su anterior *Discurso Preliminar*, cuyo objeto era precisamente ése: ilustrar sobre las utilidades y ventajas del estudio de las matemáticas²⁴. Esta información adicional nos confirma en la apreciación de datar la lección sobre el método inmediatamente después del discurso inaugural de la cátedra pronunciado el 13 de marzo de 1762.

Por lo que respecta al punto d) sobre las dos formas que plantea Wolff para buscar las verdades matemáticas, quisiéramos exponer las razones que tenemos para afirmar que Mutis prefiere hacer aquí profesión de fe cartesiana. O sea que solamente toma de Wolff los elementos centrales de su teoría sobre el método matemático y sus criterios para fundar un entendimiento sobre la base del rigor. Empecemos por aclarar cuáles son las ideas del aparte d) que Mutis prefiere no tener en cuenta.

La definición de síntesis que presenta Wolff en el XXIX del *Discours* es la siguiente²⁵:

La *síntesis* es el arte de buscar las verdades o las demostraciones, la posibilidad o la imposibilidad de una proposición, por razonamientos sacados de principios; es decir, por proposiciones que se demuestran una por la otra, comenzando por las más simples, para pasar a las más generales y más complejas, hasta llegar a la *conclusión* que nos da un conocimiento claro y distinto de la verdad que se busca.

Observemos que para Wolff la existencia de lo posible está garantizada por una operación lógica concreta. El resultado es la evidencia: el conocimiento claro y distinto. En términos modernos uno podría argumentar como Wolff, por ejemplo, así: Sean p , r , q proposiciones. La proposición " $p \Rightarrow q$ " es verdadera si las proposiciones (más simples) " $p \Rightarrow r$ " y " $r \Rightarrow q$ " son ambas verdaderas. La idea de Wolff es que las proposiciones más simples son principios que se reconocen como verdaderos, y que las nuevas (las que se demuestran una por la otra) son cada una consecuencia lógica necesaria de las primeras.

A continuación formula Wolff su definición de análisis:

El *Análisis* es el arte de descubrir la verdad o la falsedad, la posibilidad o la imposibilidad de una proposición por un orden contrario al que se sigue en la síntesis, a saber suponiendo la proposición tal y como es y examinando lo que se sigue de allí, hasta llegar a una nueva verdad clara, o a alguna imposibilidad en la cual lo que fue propuesto sea una implicación necesaria, para conducir de allí a la verdad o a la imposibilidad de la proposición²⁶.

De nuevo es una operación de lógica, de naturaleza distinta a la anterior, aquello que decide de lo posible, y de lo cual resulta su evidencia. Se podría traducir la definición en lenguaje moderno estableciendo una cadena de proposiciones partiendo de la que se va a demostrar y de tal forma que cada una (incluyendo la primera) sea consecuencia de la anterior, hasta concluir en una proposición conocida. De donde la primera es una consecuencia de la última, y por consiguiente, verdadera como ella²⁷.

Mutis se refiere exactamente en estos términos a los "métodos sintético y analítico", no en la lección sobre el método sino en el *Discurso Preliminar* (Hernández de Alba, 1982a: 36)²⁸ cuando explica las ventajas que aporta la lógica al entendimiento de las cosas:

(en las matemáticas) se acostumbra el entendimiento a proceder sin error, conduciéndose siempre de unas verdades a otras, de la más simple hasta la más compuesta, o al contrario según la aplicación de los dos métodos sintético y analítico.

Anota a continuación que la geometría es la parte de las matemáticas en donde se observa este "ajustado método de proceder".

Dos años más tarde, en su explicación de la filosofía newtoniana a los estudiantes del Colegio del Rosario en 1764, Mutis vuelve a referirse a los métodos analítico y sintético (Hernández de Alba, 1982c: 51), pero relacionándolos con la supuesta posición de Newton en el estudio de la naturaleza. Hemos

reservado un análisis particular de esta cuestión en un aporte posterior en donde examinaremos las ideas que se hacía Mutis del método de Newton.

Contrario a los dos textos antes mencionados, en la lección sobre el método de 1762, Mutis no se refiere a los métodos sintético y analítico por su nombre ni los presenta en forma relacionada en un lugar destacado del discurso a la manera de Wolff. Pero tampoco los desconoce. Se referirá implícitamente a ambos dentro de un contexto diferente, en el que el interés pedagógico parece imponerse sobre la descripción lógica del procedimiento riguroso del método. Mutis quiere empezar a hablar del rigor del "método geométrico" a un nivel lo más intuitivo posible, dejando para "el lugar oportuno" la explicación de "las leyes que se deben observar para que la demostración sea buena" (p. 130). Esta precaución se manifiesta en diferentes lugares de la lección. Así, pues, Mutis abandona el enfoque logicista y se inclina más bien por el enfoque cartesiano del método. Entre las tres reglas generales del método geométrico (p. 125), "la primera es, que de las ideas más sencillas y más generales se ha de subir a las más compuestas y menos generales".

Este enunciado no concuerda, ni en su estructura formal ni en su contenido, con la definición de Wolff anteriormente transcrita. Está más próximo de la llamada *regla de la síntesis*, la tercera de las principales reglas del método que incluye Descartes en la segunda parte del *Discurso del método*²⁹: "Ordenar mis pensamientos, comenzando por los más sencillos y fáciles, para subir poco a poco y como por grados hasta el conocimiento de los más compuestos (...)".

La segunda de las tres reglas mutisianas del método hace hincapié en la necesidad de las definiciones claras y precisas (que "nada quede oscuro, nada quede ambiguo" al definir). La última, como ya lo examinamos, también es de inspiración cartesiana. Descartes postula en la regla III (pp. 99-100) dos métodos complementarios del conocimiento: a) por *intuición* ("la concepción firme que nace en un espíritu sano y atento, por las luces naturales de la razón"); b) por *deducción* ("consiste en una operación por la cual comprendemos todas las cosas que son consecuencia necesaria de otras conocidas por nosotros con toda certeza"). La tercera regla de Mutis es la siguiente (p. 126):

(...) todas las proposiciones, *cuyas verdades no constan a primera vista por la significación y percepción de los mismos términos con que se enuncian* [que no son intuitivas, sobre las cuales no existe certeza], *se hayan de probar demostrando muchas verdades, y por medio de las definiciones supuestas, los axiomas concedidos y las proposiciones ya demostradas* [a través de la deducción].

Como se observa, Mutis, al igual que Descartes, parte de la intuición del espíritu cognoscente y no, por ejemplo, de las categorías leibnizianas del ser. Haciendo depender la evidencia de la intuición directa, la convierte en criterio de verdad y, de allí, evidencia y certeza son una misma cosa. A partir de su primer eslabón, la cadena ordenada de conocimientos en Descartes depende de la evidencia. Al contrario de Leibniz para quien el orden, como dice Belaval, es una *catena definitionum*³⁰: "(...) Leibniz tiene una concepción más axiomática, la claridad de los principios va siendo progresivamente conquistada con el desarrollo de las consecuencias".

Esta interpretación contribuiría a explicar la distancia que en un momento determinado toma el Mutis cartesiano con respecto al Wolff leibniziano en materia de la fundamentación del orden, del método y de la lógica del conocimiento. No obstante el Mutis matemático seguirá reclamándose wolfiano siempre que se trate de mostrar las virtudes del método matemático para moldear la razón. Probablemente esta ruptura (espontánea) se daba en Mutis como una transición natural de un campo a otro, en la medida que tampoco parece que Wolff haya roto completamente con la adhesión cartesiana de su primera época intelectual³¹.

Por otra parte este mismo Mutis puede llegar a ser cartesiano vergonzante dos años más tarde cuando se trate de reivindicar las virtudes de la filosofía newtoniana de la naturaleza, y tomar partido decididamente al lado de la mayoría de los franceses en contra de las doctrinas cartesianas. Hasta el punto de declarar³²:

(...) procuraremos inspirar el justo horror a este fantasma, y el debido desprecio a sus declarados apasionados, pues hay algunos que no dejan piedra por mover para hermohear las ideas cartesianas y aumentar el número de sus admiradores. Parece muy oportuno a favor de la verdad que al paso que vayamos descubriendo el verdadero método de filosofar, vayamos también haciendo conocer las ilusiones cartesianas.

Sorprende el tono de esta declaración (apenas comparable al de las polémicas contra los escolásticos), más aún por provenir de quien en el mismo Colegio del Rosario, por la misma época, no solamente utilizaba implícitamente elementos de la filosofía cartesiana en sus lecciones sobre el método, sino que muy probablemente enseñaba también su geometría. En efecto, entre las *Notas de enseñanza* del Jardín Botánico de Madrid hemos encontrado un par de cuadernillos titulados *Comentarios sobre la Geometría de M. Descartes*³³. En la Introducción Mutis explica que la exposición de los temas será todo lo "fácil y perceptible" a los alumnos que emprenden por primera vez su estudio. En la más fiel aplicación de la "regla del análisis" del *Discurso*, procederá "examinando por partes, y po-

niendo en cada lugar, todo lo que me parece útil para hacer inteligible su doctrina". Continúa argumentando sobre las ventajas de su metodología instruccional frente a la posibilidad de enfrentar directamente la lectura del original³⁴, apoyándose en el propio Descartes cuando afirma que siendo la geometría la más importante de sus obras, es la de más difícil lectura. También advierte Mutis que no es su interés hacer ningún elogio a M. Descartes, primero porque no lo podría hacer al nivel de lo que ese "gran hombre" se merece, pero ante todo porque "el mejor elogio será el explicar bien su Geometría".

Se podría pensar que Mutis defiende al geómetra y combate al filósofo de sistema. Pero justamente aquí radica nuestra extrañeza, porque hasta donde estamos informados Mutis nunca dio en su enseñanza una explicación (a la altura de la citada declaración) sobre los errores metafísicos de Descartes o sobre las inconsistencias de su sistema del mundo en comparación con el de Newton, a la manera como lo hicieron no digamos los newtonianos franceses como Bailly, Maupertuis o Clairaut, sino al menos un escritor sin mayor formación científica como Voltaire³⁵. Lo paradójico es que según los elementos históricos que nos quedaron de su enseñanza, tampoco se puede afirmar con certeza que Mutis hubiese comprendido plenamente las características radicalmente nuevas del sistema newtoniano en su matemática y en su filosofía natural³⁶. Sin embargo, todo ello no opaca el mérito histórico que se le reconoce por haber comprendido que con Newton se había operado una revolución científica (él utiliza la expresión en alguno de sus escritos), y por haberse propuesto asumir el papel de divulgador de las nuevas enseñanzas en este territorio con el objetivo consciente de transformar las mentalidades al espíritu de la época.

MUTIS, LAS MATEMATICAS Y LA ILUSTRACION

Hemos visto que no basta evaluar el papel que desempeñó Mutis en la enseñanza de las ciencias, y de las matemáticas en particular, exclusivamente por la intención renovadora que se expresa en sus discursos. Retomando la consideración de sucesos históricos bien conocidos, se han presentado algunos análisis que llevan a relativizar la influencia de su magisterio frente al estado lamentable en que se encontraban en la época las actividades científicas y su enseñanza. Inclusive en lo que se refiere a la introducción de nuevos saberes (en el caso que nos ocupa, elementos del cálculo de fluxiones y de la geometría cartesiana), creemos haber mostrado que una vez que hemos valorado la significación histórica de este hecho, así fuese solamente como *posibilidad* de ruptura con

un pasado anacrónico y de apertura a una mentalidad moderna, es necesario analizar la naturaleza y características de tal enseñanza de acuerdo con las concepciones y con el proyecto político que condicionaron su ejercicio.

En esta parte nos proponemos poner al descubierto algunas de las limitaciones y aspectos contradictorios de las ideas filosóficas de Mutis sobre las matemáticas, desde el punto de vista de lo que se conviene en aceptar que fue el "proyecto de la Ilustración" para explicar racionalmente el mundo a través de las matemáticas. Trataremos de mostrar que el pensamiento de Mutis sobre la relación entre razón y naturaleza, entre matemáticas y realidad, entre método y experiencia, se desplaza intermitentemente entre escuelas contradictorias a las que les presta elementos epistemológicos disjuntos. Algunos han asimilado esta trayectoria informe de Mutis con la tendencia al eclecticismo que parece haber sido característica común a distintos pensadores del Siglo de las Luces. Mencionemos en particular a Gonzalo Hernández de Alba, quien afirma en uno de los raros ensayos filosóficos que se han hecho sobre el pensamiento mutisiano:

(...) Se puede advertir en Mutis el ideal típico del eclecticismo: confianza en la *buen razón* y en el *espíritu crítico* como lo único que puede liberar al hombre de prejuicios y llevarlo a discurrir sobre las distintas ciencias con libertad de partidismos. Lo que implica mantener una constante crítica a la escolástica y una plena confianza en la filosofía experimental³⁷.

Por nuestra parte, postulamos que al menos en lo que se refiere a sus discursos sobre las matemáticas, las concepciones de Mutis antes que reflejar la vocación ecléctica de un período de madurez del siglo XVIII, revelan tardíamente las inconsistencias de un período de transición del cual fue representante su autor preferido: Christian Wolff. Si este planteamiento resultara plausible y otras investigaciones corroboraran nuestras apreciaciones, ello implicaría que deberían revisarse las consideraciones que se han formulado a lo largo de 200 años sobre la introducción en la Nueva Granada, vía Mutis, de los principios ilustrados de racionalidad y de matematización de la naturaleza.

A primera vista los textos matemáticos de Mutis³⁸ manifiestan algunos de los rasgos en que se nos representa el espíritu de la Ilustración sobre la razón, la naturaleza y las matemáticas. Mutis toma sus distancias en repetidas ocasiones con respecto a las especulaciones aristotélicas sobre la naturaleza y adhiere manifiestamente a un "programa racionalista". En general puede aceptarse que su concepción de un programa tal se fundamenta en la tesis baconiana de la experiencia como medio para elaborar y comprobar los resultados del pensamiento. Mutis *declara* reiteradamente su aversión por los sistemas globalmente

explicativos de la filosofía peripatética y por los discursos especulativos que adocenán el pensamiento con explicaciones sustancialistas. También podríamos aceptar que, en general, Mutis no manifiesta ningún interés metafísico por un pensamiento ontológico cuyo objeto fuese la búsqueda de la esencia de la razón. El énfasis de sus textos sobre el problema del conocimiento radica en el asunto del *método* a través del cual la razón obtiene sus resultados. Estaríamos, pues, inclinados a colocar a Mutis del lado de los pensadores ilustrados en lo que se refiere al proyecto de matematización de la razón y de la naturaleza. Pero es justamente en este punto en el que empiezan a hacerse presentes las inconsistencias y oscilaciones. O más precisamente, es aquí, en la parte del discurso mutisiano sobre la utilidad de las matemáticas, en donde apreciamos en su verdadera dimensión su vocación esencialmente formalista.

Dos son los criterios que, a juicio de Mutis, dan sentido al uso creciente y a los progresos que manifiestan las matemáticas en su tiempo. De una parte, su utilidad en la averiguación de la naturaleza, propiedades y funciones de los fenómenos del mundo real³⁹:

(...) ¿quién dudará que todo el aumento de la Física experimental le ha venido por las observaciones, experimentos y la justa aplicación de las matemáticas? Los matemáticos más insignes del pasado y presente siglo han ilustrado la Física con las demostraciones y varios cómputos analíticos propios a descubrir muchas verdades, que se hallaron después acordes con las experiencias. Debería yo alegar pruebas más específicas y determinadas, si todo el cuerpo de la Física Newtoniana no fuese una continuada prueba de lo mismo que llevo dicho (...)

Dejemos de lado por el momento el análisis de lo que Mutis entiende por “justa aplicación de las matemáticas” así como su referencia a la física newtoniana, y retengamos la idea general de este primer interés o utilidad de las matemáticas como método de explicación del mundo material.

En segundo lugar, Mutis destaca que el “método riguroso” por el que se rigen las matemáticas es útil para todo aquel que desee “formar sólidamente su juicio”. El método matemático (o geométrico) de razonamiento sirve: (...) “para avivar el ingenio, instruir el entendimiento, formar el juicio y ejercitar la memoria; y, últimamente, siempre es necesario para inquirir la verdad en todo lo que se ofrece y es permitido a la curiosidad del hombre”⁴⁰.

En este mismo nivel de método de razonamiento deberíamos también ubicar las reiteradas menciones que Mutis hace a la utilidad de las matemáticas como lenguaje⁴¹: (las matemáticas) “no son de menor utilidad para las otras

ciencias en que se mira introducido con ventajas imponderables el lenguaje matemático", y como sistema lógico⁴²:

El estudio de la lógica, llave de las ciencias y bellas artes, suele preceder a la instrucción de las demás facultades "... (En las demostraciones matemáticas se encuentran)" prácticamente los preceptos de la lógica. Allí es donde se acostumbra el entendimiento a proceder sin error, conduciéndose siempre de unas verdades a otras, de la más simple hasta la más compuesta, o al contrario según la aplicación de los dos métodos sintético y analítico.

No hay necesidad de multiplicarse en las citaciones de textos. Las anteriores bastan para constatar la familiaridad de Mutis con dos de los grandes temas de la filosofía de la Ilustración sobre matemáticas, razón y naturaleza. Pero familiaridad con unas ideas no significa conciencia ni mucho menos compromiso intelectual con ellas. Una lectura analítica de los documentos filosóficos de Mutis en estas materias, nos parece que pone en evidencia su adhesión real a la tesis de la utilidad de las matemáticas como método para formalizar el razonamiento. No hemos encontrado nada que nos convenza de que su reconocimiento de la importancia del método newtoniano de explicación e interpretación de la realidad, provenga de una convicción filosófica arraigada. Ello no puede extrañar a quien esté al tanto de las resistencias que opusieron las tradiciones metafísicas en el siglo XVIII al impacto de la revolución newtoniana⁴³. Una cosa era ubicarse en el bando de los partidarios declarados del estudio de la naturaleza mediante el poderoso método matemático de Newton. Otra cosa era apropiarse de él, de la manera novedosa y fecunda como lo hizo Newton, para descubrir los principios matemáticos de la filosofía natural. Es decir, exponer el espíritu racional a la experiencia de desarrollar las matemáticas (en el caso concreto, el cálculo infinitesimal) en el mismo movimiento en el cual se aplican a la realidad para producir la comprensión de algún fenómeno del mundo real.

Que se sepa, jamás en sus actividades en la Nueva Granada como físico, como naturalista o como médico, Mutis hizo realidad el ideal newtoniano que divulgó con ahínco y valentía, de apropiarse de la matemática para generar conocimiento. En las partes anteriores de esta monografía hemos analizado el carácter externo y circunstancial de su compromiso con la enseñanza de las matemáticas y la naturaleza recreativa de su cultura matemática, que seguramente contribuyen a explicar por qué el declarado newtonismo de Mutis adolece de incertidumbres e incomprensiones en aspectos de fondo. En lo que sigue trataremos de ofrecer argumentos en favor de la tesis de que Mutis reproduce de hecho una concepción de las matemáticas que se traduce en un manejo

formal de saberes y técnicas. Lo cual habría sido un obstáculo epistemológico fundamental para asumir consecuentemente una posición ilustrada progresiva en materia de racionalidad matemática.

Estudiando la cultura matemática de Mutis hemos constatado ya la influencia que ejerció sobre él la obra matemática y filosófica de Christian Wolff, el más importante divulgador de las nuevas matemáticas en la primera mitad del siglo XVIII. Recordemos que, en particular, en el texto sobre el *Método Matemático* Mutis retoma en varios apartes las ideas centrales del *Discurso Preliminar* con el que empieza el tratado de Wolff. A su vez, ésta fue la obra que utilizó como texto guía de la enseñanza de la cátedra del Colegio del Rosario. Nos hemos visto conducidos entonces a consultar algunos de los estudios más autorizados sobre las concepciones filosóficas y matemáticas de Wolff con el propósito de restablecer sobre bases firmes sus conexiones con las concepciones del propio Mutis.

La vocación racionalista del siglo XVIII se fundamenta en la búsqueda de la verdad con el objeto de despejar el velo de oscuridad y ceguera que había tendido sobre el pensamiento la escolástica. Para la Ilustración (*Aufklärung*), la claridad es signo de verdad y la oscuridad es signo de error. Y la verdad debe estar regida por una lógica que le dé precisión, coherencia y que elimine toda contradicción. El ideal de método para un pensamiento no contradictorio, es el método geométrico. Así, pues, la Ilustración matematiza la razón a través del método geométrico.

Hay acuerdo en que los orígenes de este movimiento racionalista se encuentran en las obras de Pierre Bayle, Giambattista Vico, John Locke y, sobre todo, en los populares tratados de Christian Wolff sobre lógica, metafísica y matemáticas. Christian Wolff (1679-1754) fue uno de los autores de la filosofía racionalista que mayor impacto y difusión tuvieron, no sólo en Alemania, sino también en Francia, en Inglaterra, en Italia, en los países nórdicos y en Rusia, en la primera mitad del siglo XVIII. Si la admiración por la obra de Wolff se fue extinguiendo lentamente después de su muerte al punto de haber sido muy poco reconocida por los historiadores de la filosofía, su contribución, escribe Paul Hazard (1963: 45-49 y 149-150), estará eternamente presente entre nosotros como la obra de un hombre que supo comunicar sus vibraciones al espíritu de su época. En la lectura de Descartes y los escolásticos se fue forjando el gusto inicial de Wolff por las cuestiones científicas y matemáticas y, particularmente, en cuanto se relacionaban con sus intereses lógicos y metodológicos. Esto lo condujo a entablar una estrecha amistad con Leibniz, de cuyas ideas

filosóficas fue el primer divulgador, aunque en versiones acondicionadas a sus propios puntos de vista (Buchdahl, 1972).

La filosofía de Wolff se caracterizó por querer someter toda forma de pensamiento a los criterios del rigor formal de la geometría. Para Wolff la matemática no es un pensamiento vivo que se construye y desarrolla continuamente en su propia dinámica o en sus aplicaciones, sino un sistema formal de tipos lógicos, un método. Como escribe Hazard (1963: 47):

No era la realidad de los hechos lo que le importaba, sino la aplicación del razonamiento al hecho, su disposición rigurosa, su desarrollo sin error; no interesaba tanto la concordancia de las diferentes partes de esta afirmación una vez establecida.

Si la filosofía racionalista de Wolff tuvo tanta aceptación en su momento en Alemania y en Europa, fue porque expresaba en su discurso formal ideas razonables sobre todas las cuestiones en las que se desplegaba la curiosidad del naciente movimiento ilustrado: "Ideas razonables sobre Dios, sobre el mundo y sobre el alma; ideas razonables sobre el hombre; ideas razonables sobre la sociedad..." (Hazard, 1963: 47). En donde lo razonable es lo no contradictorio. O mejor: el principio del rigor del razonamiento está sujeto al método matemático, quintaesencia de lo no contradictorio.

La voluntad de un pensamiento al mismo tiempo racionalista y universalista que se encuentra claramente expuesta en los escritos filosóficos de Mutis, igualmente está fundamentada por el énfasis en el rigor del método. Al comienzo de su fragmento sobre el *Método Matemático* se lee:

Todo el artificio de las matemáticas, su certidumbre y solidez consisten en el admirable *orden* de que usan los matemáticos para enseñar sus dogmas. Nada hay en las matemáticas, que no esté fundado en pruebas extremadamente severas. El *orden* con que se procede en las resoluciones y demostraciones es tan exacto y riguroso, que nada se admite, nada se deja pasar sin prueba. Ha merecido esta ciencia por la solidez que le es muy particular, *calificar todo el método exacto en cualquier materia que sea*. Y este modo de proceder los matemáticos es lo que se llama método geométrico⁴⁴ (Hernández de Alba, 1982: 125).

Ya hemos transcrito algunas citas en las que Mutis expone la variedad heterogénea de campos en los que se ejercita el "método riguroso de las matemáticas". Para Mutis, como para Wolff, el principio del rigor lógico se confunde con el propio principio del ser. Todo razonamiento que se quiera exacto (no contradic-

torio) debe ser objeto de un tratamiento mediante el método geométrico. De esto no se excluye la teología en la que las matemáticas son útiles para:

(...) la perfecta inteligencia de las Sagradas Escrituras, para el debido conocimiento de las obras naturales y sobrenaturales en materia de milagros, cuya decisión pide un teólogo suficientemente versado en unos puntos tan importantes al honor de la Religión verdadera⁴⁵.

La base del éxito de la filosofía wolffiana, la pretensión de explicación racional de todo lo divino y humano, sería, a la postre, su fracaso. Tal vez por eso se explica que Wolff haya sido relegado al olvido poco después de su muerte, como recuerda Hazard. Es que Wolff representa en la primera mitad del siglo XVIII un obstáculo al desarrollo de un movimiento racionalista dentro del llamado paradigma de la revolución newtoniana. La obra de Wolff está a medio camino entre la tradición escolástica y el racionalismo ilustrado. Como dice Buchdahl en la noticia del D. S. B. (Buchdahl, 1972), Wolff se limitó a *efectuar una síntesis formal entre el escolasticismo, los nuevos métodos matemáticos y las más recientes concepciones científicas*. No hay ruptura alguna, sólo intermediación entre dos épocas intelectualmente distintas por la vía ilusoria de una síntesis formal. El sueco Tore Frängsmyr contribuye al mejor entendimiento de esta interpretación al explicar que entre las fuentes de inspiración de la filosofía de Wolff se encuentra en primer lugar (...) "la tradición filosófica de trabajar con el instrumento de deducción: el modelo del silogismo de Aristóteles era un instrumento de ayuda importante que Wolff utilizaba profusamente" (Frängsmyr, 1975).

Más radical es el análisis que sobre este punto particular trae la *Noticia* del diccionario biográfico Michaud y que citamos *in extenso* porque nos parece que aporta importantes opiniones válidas también para la apreciación de la obra intelectual de Mutis:

Su lógica es esencialmente aristotélica; (Wolff) restableció el prestigio del silogismo, pero completando y perfeccionando las formas que hacen posible las diferentes combinaciones. El *criterio* de la verdad consiste, dice él, "en que el predicado pueda ser determinado por la noción de sujeto". La escogencia de tal *criterio* no puede expandir ninguna luz sobre la lógica. Esforzándose en trazar un método para la investigación de la verdad, Wolff no puede, pues, salir de las simples combinaciones artificiales de los términos del razonamiento. Es obvio que procediendo en tal forma no haya podido llegar a verdaderos descubrimientos. Sus largas disertaciones sobre la manera de proceder en filosofía, sobre el empleo de hipótesis, sobre las inducciones que se deben sacar de la experiencia, no son más que el desarrollo de algunas máximas sensatas y prudentes, pero banales... (Wolff, 1823: T.45).

En Mutis también existe una firme defensa del modelo del silogismo, contrario a lo que han supuesto algunos analistas que han creído ver en él un momento histórico de ruptura con la escolástica en la Nueva Granada. En efecto, en sus lecciones sobre el *Método Matemático*, Mutis afirma:

No hay duda en que algunos, aun de nuestro siglo, hayan querido persuadir que la forma y el orden de las ideas en los razonamientos de las demostraciones matemáticas debían estar muy lejos de la forma silogística y por consiguiente que toda la fuerza de las demostraciones no viene de la fuerza y convencimiento silogístico. Pero fácilmente veremos que todo esto es muy contrario a la naturaleza de las demostraciones cuya fuerza vemos que nace de la fuerza silogística. Esto mismo han creído muchos hombres doctos de gran juicio y penetración en estas materias. El gran Volffio trabajó algún tiempo en inquirir cuidadosamente sobre este punto determinado... (Hernández de Alba, 1982: 133).

Como Wolff, Mutis refunde en el método de exposición de las verdades matemáticas, el método de producción teórica. O lo que es lo mismo, reduce las matemáticas a una simple lógica. El siguiente paso radica en postular que el método de la deducción abstracta de las nociones científicas es aquello que constituye el eje medular de un pensamiento racional. Pero limitando el interés de la matemática al método de deducir proposiciones de principios abstractos, no se generan nuevos conocimientos. En consecuencia, no se explica la realidad y queda flotando, sin poderse realizar, el ideal de la Ilustración de aprehender racionalmente la naturaleza. Es esto lo que explica, a juicio de Hazard (1963: 134), que el siglo XVIII sea el reino del newtonismo ya que, partiendo, no de abstracciones decretadas *a priori*, sino de hechos y experiencias basados en la realidad, puso a las matemáticas a cumplir el papel que les correspondía como instrumento de la física. Por lo mismo se explica que las ideas de Bacon en su *Novum organum* hayan florecido en Europa, imponiendo un distanciamiento frente a la matemática como método, ya que:

(...) la lógica formal era más adecuada para consolidar y perpetuar los errores que para descubrir la verdad; lo mismo que el silogismo permitía relacionar las inteligencias pero no explicaba las cosas... no se podía continuar avalando las doctrinas de los maestros ni adorando sus ídolos... había que cambiar de método, practicar la observación, recurrir a la experiencia. (Hernández de Alba, 1982: 134-135).

Mutis reconoce la importancia de fundar el pensamiento racional en el método de observación de la naturaleza, especialmente en los apartes de los *Elementos de la filosofía natural*⁴⁶ consagrados a rebatir el método de los escolásticos de construir sistemas globalmente explicativos "inventados por la fuerza de su ingenio". Este texto, reforzado con una cita de Bacon ("no hay que presuponer ni inventar sino escudriñar lo que haga o produzca la naturaleza"), podría conducir a pensar, como le ha ocurrido a la mayor parte de nuestros comentaristas, que en Mutis se habría operado una transformación radical de método con respecto al problema del conocimiento en los escolásticos y escolásticos tardíos. Sin embargo, Mutis separa el proceso del conocimiento de un hecho real en dos niveles diferentes: el de la observación y la experiencia, y el de la demostración por las matemáticas. Más aún, Mutis tiende a privilegiar la función del segundo frente al primero, por su insistencia (sobre todo en el *Discurso Preliminar* y en el *Método Matemático*) en asignar al método matemático la virtud de demostrar la verdad de un hecho con independencia de la aplicación de la matemática al análisis del hecho. Inclusive en los *Elementos de la filosofía natural* solamente hay un pasaje en el cual se insinúa una relación íntima:

Sería difícil querer decir si Newton aprovechó más el conocimiento de la naturaleza, o en los medios de que se valió para su examen, porque enriqueció tanto las matemáticas con sus profundas meditaciones cuanto es fácil de conocer por el nuevo lustre que les dio (Hernández de Alba, 1982: 51).

Lo cual podría referirse al hecho de que Newton, en la aplicación de las matemáticas al estudio de la naturaleza, recurrió a nuevas técnicas matemáticas, muchas de las cuales fueron forjadas por él mismo: el álgebra, el método de las proporciones, la geometría proyectiva elemental, las series infinitas, el cálculo de fluxiones, la teoría de límites... No obstante este reconocimiento es tan puntual y sin repercusión sensible en el conjunto de su discurso, que lo más probable es que Mutis no se percató del profundo significado de sus propias palabras. Desde su punto de vista los principios de la filosofía natural de Newton son demostrados por las matemáticas y confirmados por la experiencia. En realidad, el logro más sobresaliente de la revolución newtoniana consistió en:

(...) mostrar cómo introducir el análisis matemático en el estudio de la naturaleza de una forma bastante novedosa y particularmente fructífera, de manera que pudiese descubrir los *principios matemáticos de la filosofía natural* (...) (Cohen, 1983: 34 y 148).

El estilo newtoniano de aplicación de las matemáticas se caracterizaba por la puesta en práctica de un método con dos momentos claramente diferenciados: en primera instancia se construye un análogo matemático de una situación natural; después se aplican nuevas técnicas matemáticas a este constructo de manera que interprete lo más adecuadamente posible la situación natural.

Mutis no comparte, en lo general, este enfoque newtoniano de aplicar las matemáticas a la realidad. Para él tal aplicación se refiere a una operación mecánica en virtud de la cual la matemática demuestra o presta la *forma externa* de su discurso al razonamiento. La utilidad del método matemático, en aquellos textos de Mutis cuyo objeto específico es reflexionar a fondo sobre la cuestión, es entendida como una intervención igualmente externa: que los experimentos suministren resultados numéricos; que se establezcan manipulaciones o medidas numéricas; que el razonamiento utilice la forma lógica (en lo posible, silogística) de argumentación y que el método de exposición siga la organización axiomático-deductiva que presentan las ideas en los tratados matemáticos⁴⁷.

La falta de una comprensión cabal de lo que es el estilo newtoniano de los *Principia mathematica* y de sus diferencias profundas con el método matemático tal como lo concebía Wolff, es la causa principal que ha conducido a varios estudiosos de la obra de Mutis⁴⁸ a legitimar históricamente malentendidos y equívocos sobre las verdaderas fuentes de inspiración de su pensamiento. Hay que reconocer que la autoridad y prestigio acumulados por el discurso de Mutis en más de dos siglos, han obstaculizado fuertemente las posibilidades de un análisis crítico de sus inconsistencias filosóficas. Confiemos en que un elemental sentido de objetividad histórica dé suficiente fuerza y coraje a los investigadores de nuestro pasado científico y filosófico, para ir al fondo de los mitos a restablecer los procesos reales de recepción y adaptación de escuelas de pensamiento en nuestro país.

NOTAS

- 1 El primero en llamar la atención sobre este hecho fue Diego Mendoza (1909). Después el comentario fue recogido en la edición de 1911 de Gredilla (1982).
- 2 Se trata del *Discurso Preliminar*.
- 3 En su carta del 18 de octubre de 1785 al arzobispo- virrey Caballero y Góngora solicitando la reapertura de la cátedra y nombrando como su sustituto a Fernando Vergara, Mutis recuerda que en sus forzosas ausencias las lecciones de matemáticas en el Colegio del Rosario eran atendidas por "los mismos catedráticos de filosofía escogidos a mi contemplación entre mis aventajados discípulos" (Hernández de Alba, 1983a, I: 254).
- 4 El estudio más completo de este plan y de las reacciones que suscitó se encuentra en la interesante monografía de Silva (1981: 48 y 55).

- 5 Mutis trajo naturalmente consigo muchos libros de España pero adquirió un número muy grande a lo largo del medio siglo de vida en la Nueva Granada. Los testimonios se multiplican en las listas extremadamente fragmentarias que se han conocido, en sus múltiples referencias de su *Archivo epistolar* y en el *Diario de observaciones* o a través de viajeros ilustres que lo conocieron. Es bien sabido que Humboldt reiteradamente manifestó a sus corresponsales europeos su admiración por los herbarios y la biblioteca de Mutis: "una de las más bellas y ricas que jamás se haya consagrado, en alguna parte de Europa a una sola rama de la historia natural", como escribe en el obituario del Michaud al que nos referiremos un poco después. O el comentario siguiente en una carta a Delambre, secretario perpetuo de la Academia de Ciencias de París, escrita en Lima el 25 de noviembre de 1802: "... hemos consultado gran cantidad de libros en la inmensa biblioteca de este gran hombre...", o en su carta de 1803 a Cavanilles, etc... Véase Roquette (1869).
- 6 Afortunadamente algunos historiadores han reconocido en los últimos años la imperiosa necesidad de búsqueda de nueva documentación sobre Mutis. En la historia de la medicina, Emilio Quevedo ha hecho aportes imponderables por lo que orientan la investigación, inclusive en otras áreas, sobre nuevas bases. Así por ejemplo, al haber disipado inconsistencias persistentes sobre la biografía del gaditano, Quevedo ha comprobado que Mutis estudió entre 1749 y 1752 en el Real Colegio de Cirugía de Cádiz, que ofrecía en ese entonces condiciones excelentes para una amplia y sólida formación científica y filosófica, en particular a través de "una biblioteca de autores modernos en diferentes ramas de las ciencias, la medicina y la cirugía, en donde Mutis debió pasar varias de las horas de estudio ordenadas por el reglamento del colegio" (Quevedo, 1984). El mismo Quevedo nos ha facilitado muy amablemente una copia parcial de la obra de Diego Ferrer, *Historia del Real Colegio de cirugía de la armada de Cádiz* (1961), en la que aparecen menciones sumarias pero interesantes sobre los libros de dicha biblioteca. Se sabe que fue creada y organizada por Pedro Virgili "con el ánimo de colocar su colegio a la altura de los primeros de Europa y de acuerdo con su experiencia alcanzada en París..." (p. 343); que en ella estaban depositadas: "todas las obras que han salido hasta hoy [16 dic. 1749] de la Real Academia de Ciencias de París... las obras de la Real Academia de Londres, aunque sean en inglés..." (p. 344); que Virgili adquiría nuevas obras a través de aquellos de sus alumnos que se especializaban en París y Leyden (p. 345); que un catálogo de 1850 reseñaba la existencia de 22 obras de matemáticas en 39 volúmenes y de 93 obras de física en 216 volúmenes, publicadas en el siglo XVIII casi en su totalidad (p. 355).
- 7 *Noticia biográfica de Don José Celestino Mutis elaborada por A. de Humboldt* (1823).
- 8 Quisiera recordar en apoyo de la información que aporta el trabajo de Quevedo (1984) sobre la importancia de la formación académica que se impartía en Cádiz, que como centro de comercio este puerto era también un centro privilegiado de recepción y difusión de obras, sobre todo francesas, en la España de mediados del siglo; véase en particular: Herr (1964: 61-72).
- 9 En particular Gredilla (1982: 32). Por su parte Pacheco (1984: 16) agrega a lo anterior que Mutis estudió con los jesuitas en Cádiz.
- 10 Virgili inclusive estimulaba a aquellos de sus alumnos pensionados en París, Leyden, Bolonia y Londres que se aficionaban a estudios distintos de los propiamente médicos, para que continuaran especializándose en éstos. El mismo sostenía relaciones muy estrechas con figuras científicas de otras áreas como Antonio de Ulloa y Jorge Juan, y participó activamente en la "Asamblea amistosa" que este último estableció en 1752 en Cádiz. Véase artículo sobre Virgili en Ballester (1983).
- 11 Biografía de Tosca en López Piñero (1983: 368-371). Navarro Brotons ha analizado la obra de Tosca en varios trabajos de investigación que desgraciadamente no hemos podido consultar para la elaboración de este informe.
- 12 Véase en las páginas siguientes la descripción del contenido del *Curso* de Wolff y alguna información sobre su nivel y modernidad. Como obra oficial de enseñanza en varias cátedras del país, el *Curso* tuvo una importante difusión en la Nueva Granada. También se encuentra en varias bibliotecas americanas desde la segunda mitad del siglo XVIII. Hay que recordar que la obra era recomendada en los planes de estudios de varias universidades españolas, p.e.: en el de Alcalá de Henares de 1770, véase Sarrailh (1981); también en la Escuela de Matemáticas de Aragón en la década de 1780, véase M. Hormigón (*Memorias del Primer Congreso Soc. Esp. Hist. Cienc.*:132). En su querrela de 1774 con los dominicos, Mutis recuerda que Carlos III ha ordenado que se incluya la enseñanza de Wolff en el nuevo plan de estudios de las universidades. Véase Hernández de Alba (1982: 156).

- 13- Biografía de Bails en López Piñero (1983: 92-94). Véase del mismo autor: *Los matemáticos españoles y la historia de las matemáticas del siglo XVIII al siglo XIX*. Tanto los *Elementos* como los *Principios*, pero sobre todo estos últimos, tuvieron una extraordinaria circulación en los medios académicos americanos. Inclusive se conoce una reimpresión en México, Galván, 1828, para uso de los alumnos del Seminario Nacional de Minería fundado en 1792 por Fausto de Elhúyar.
- 14 "Plan provisional para la enseñanza de las matemáticas en el Colegio de Nuestra Señora del Rosario, formado de orden del excelentísimo señor arzobispo virrey, por don José Celestino Mutis...". Manuscrito que se encuentra en el Paquete No. 65, pp. 225-229, del Fondo Mutis del Jardín Botánico de Madrid. Ha sido publicado, en particular en Hernández de Alba (1982). Aprovecho para mencionar que entre los papeles del Fondo con relación al documento anterior se encuentra una copia del "Plan de estudios y habilidades que por ahora se tienen y enseñan en el Real Seminario de Nobles de esta Corte, con una noticia de lo que la Real Casa les da para su decencia, de lo que han de contribuir por sus alimentos y de la ropa y efectos que deben traer consigo...". La copia lleva la fecha de 1785 y contiene un aparte sobre la clase de matemáticas. Sería interesante hacer un estudio comparativo de estos planes, del contenido de los programas de matemáticas, de sus profesores y de las obras adoptadas. Anotemos además que el R.S.N. fue reorganizado por Jorge Juan en calidad de Director y que hacia 1777 era catedrático de matemáticas el célebre Juan Justo García quien publicó en 1782 los *Elementos de Aritmética y Algebra*, una obra bastante avanzada (incluye también cálculo infinitesimal y series a la manera de Leibniz y Euler) y que circuló en México (véase S. Garma, Biografía de García).
- 15 Bails, B. *Elementos*, I: XIII-XV, citado en Garma (1983). Para la realización de este trabajo hemos consultado una edición posterior a la original (1779).
- 16 Así nos lo ha mostrado un primer estudio de sus papeles en el Jardín Botánico (especialmente de las Notas de Enseñanza) en los que se hacen referencias a algunas obras de estos autores que parecieran provenir de una lectura directa que hizo Mutis de ellos. Ultimamente hemos conocido una lista de las obras matemáticas que había en el Observatorio Astronómico en 1822 (véase R. Martínez, 1985) y que podrían haber pertenecido a la Biblioteca de la Expedición Botánica en vida de Mutis. Entre los autores referidos se encuentran los que citamos en esta parte de nuestro trabajo. En su versión de una lista de 1786 ya publicada (Mejía Duque, 1957) el mismo R. Martínez cita en el No. 17 las obras de Maupertuis que, de ser correcto, es un dato histórico que se debe tener muy en cuenta.
- 17 Mutis se refiere a los *Principia Mathematica* y a la *Opticks* principalmente en sus *Elementos de la filosofía natural...* de 1764 (véase Hernández de Alba, 1982: 64-65). Entre los papeles del Jardín Botánico se encuentran los manuscritos inéditos de sus lecciones sobre los *Principia* (caja o del material sin clasificar; cuadernillos que contienen párrafos numerados entre el No. 11 y el No. 357). Entre los No. 136 y 170 que tuvimos oportunidad de examinar con detenimiento se encuentran las lecciones muy sumarias de Mutis sobre conceptos y técnicas del Cálculo de fluxiones, que terminan en una presentación general de los algoritmos para calcular fluentes a partir de fluxiones conocidas y su interpretación como la medida del área debajo de la curva. Entre los Nos. 136 y 141 está la introducción en la cual Mutis se propone ilustrar las ventajas que ofrece el "método newtoniano de las fluxiones" en comparación con los procedimientos infinitesimales de los antiguos y del método de los indivisibles de Cavalieri (que expone minuciosamente). Mutis escribe que conviene entender los principios de este método porque es de él y no de otro que va a valerse en los cálculos de las cuestiones matemáticas en que intervienen los indivisibles. Nosotros no tenemos claridad suficiente sobre la fecha de este manuscrito ni sobre la obra de la que se inspira Mutis en sus anotaciones sobre el Método de fluxiones. Varias hipótesis cabe hacer con respecto a esto último. Si la lectura se hizo del original, Mutis pudo estudiar el anexo *De quadratura curvarum* a la edición de la *Opticks* de 1704. No sería directamente en los *Principia* porque es sabido que aquí los elementos del Cálculo de fluxiones no están expuestos en forma algorítmica sino en el lenguaje y la forma tradicional de la geometría sintética. De ahí que no parezca consecuente con esta interpretación la hipótesis de que Mutis leyó por primera vez los *Principia* en la edición de Mme. Chatélet de 1759 que circuló más en la Nueva Granada. ¿Por qué no podría haber sido la segunda reimpresión holandesa del original con los anexos *De analysis*, *De quadratura*, *De Methodis Serierum et Fluxionum* de 1723? Hay que recordar que las ideas newtonianas penetraron en España a través de los experimentalistas holandeses 'sGravesande y Musschenbroek y franceses Sigaud de la Fond y Nollet, a los cuales se refiere tantas veces Mutis en sus escritos. Sus obras circularon ampliamente en la Nueva Granada. R. Martínez (1985: 157) ha ubicado la presencia sin comentarios, de ejemplares de un Musschenbroek y un Nollet en la Biblioteca del Colegio del Rosario.

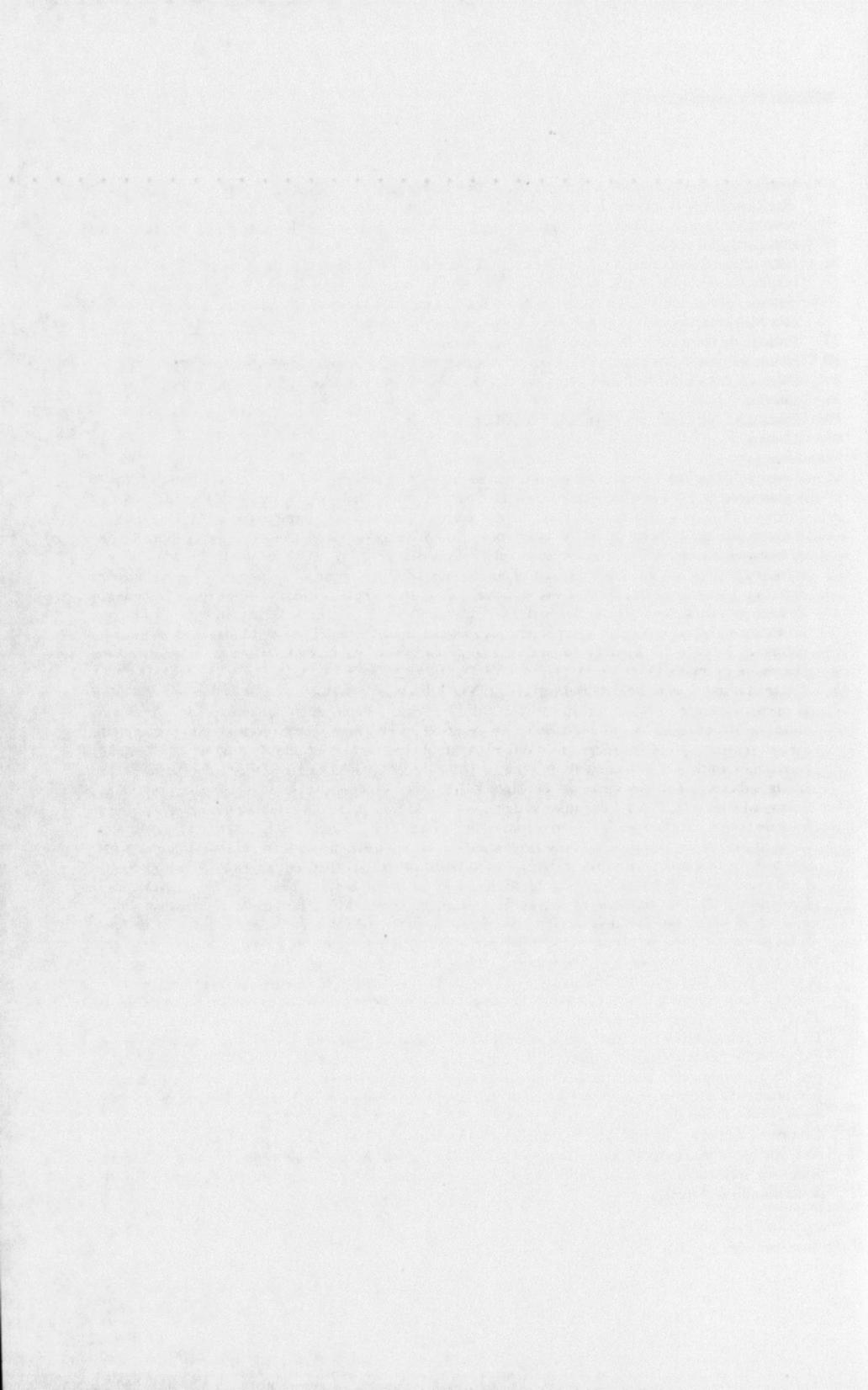
- 18 Publicado y leído por mí, en: "El perfil de la ciencia en América", *Cuadernos de Quipu*, No. 1, México, 1986: SLHCT, 117-129.
- 19 Del manuscrito original que hace parte de las *Notas de Enseñanza* de Mutis conservadas en el Jardín Botánico de Madrid. Como en el resto de esta monografía, nos referimos al texto publicado en Hernández de Alba (1982: 125-134).
- 20 El *Discours* está articulado por 29 párrafos y aparece en las páginas i-xii, siguiendo la *Préface* del traductor. En efecto, la edición francesa que hemos consultado (en el Archivo histórico del Palacio de Minería de México, D.F.) es la traducción abreviada del curso de Wolff publicado primero en dos volúmenes y luego en cinco en 1731 y 1741 en Ginebra, con el título: *Elementa Matheseos Universae* (la edición original alemana fue publicada en 1710 con el título *Anfangsgrunde aller mathematischen Wissenschaften*). La edición de París a cargo de un cierto Ferneti consta de tres volúmenes. El primero sobre aritmética, geometría, trigonometría rectilínea, mecánica, hidrostática, aerometría, hidráulica y cálculo literal. El segundo sobre óptica, catóptica, óptica, perspectiva, geografía, cronología, gnomónica, astronomía y navegación. El último sobre fortificación, ataque y defensa de plazas, artillería, fuegos artificiales y arquitectura. En su prefacio Ferneti explica que como la gran obra de Wolff le pareció de "enorme extensión para darla en lecciones en el tiempo fijado para un curso de matemáticas, hizo una abreviación para el uso particular de las escuelas... (cambiando) cantidad de cosas que no le parecían del gusto francés, extendiendo a veces el discurso original, insertando observaciones sin distinguirlas del texto en apartes donde (él) lo creía necesario (...)".
- 21 En el VIII Wolff presentará una definición de noción clara y distinta a la manera de Descartes (1981: 77 y ss.): son evidencias verdaderas que se forma nuestro entendimiento sobre alguna cosa; en consecuencia se trata de un atributo de las verdades geométricas (matemáticas).
- 22 *Método Mat., loc. cit.*: 127. En este ejemplo el interés didáctico de Mutis lo conduce, a diferencia de Wolff, a una inconsistencia lógica puesto que la evidencia de su proposición no es geométrica, esto es matemática (tal y como había sido establecido mucho antes por Spinoza y Galileo, y aceptado inclusive por una cierta tradición escolástica de clasificación de distintas clases de infinitos: véase el caso del jesuita José Urbina, analizado por Martínez en *La física en Colombia...*, Informe a Colciencias, pp. 87-91). La "evidencia" de la proposición de Mutis reposa en la experiencia sensorial. Se trata de una de esas "verdades" que, como lo anotó antes en la p. 126, "constan a primera vista por la significación y percepción de los mismos términos con que se enuncian". Vale decir, el ejemplo que Mutis prefiere presentar en la p. 127 permite develar el sentido oculto de una frase antes mencionada, en la cual la verdad última de ciertas proposiciones que no se demuestran reposa en los sentidos (sensualismo cartesiano). Por su parte, Wolff advierte sobre el peligro de confundir sus dos especies de axiomas con las experiencias (percepciones): "las experiencias no son más que proposiciones que se refieren a cosas particulares, ya que sólo percibimos las cosas en particular (XIX, p. vii). Curiosamente ésta es una de las pocas ideas centrales del *Discours* que se halla ausente de la lección sobre el Método.
- 23 Dijemos de lado la coincidencia entre Mutis y Wolff sobre lo posible como aquello que no implica contradicción. La siguiente reformulación de la primera frase de Mutis podría asimilarse a la posición cartesiana sobre lo posible: "Todo se puede concebir como posible menos el ente en sí". Suponer lo contrario implicaría que lo posible del ser sería atribuible al creador supremo y, en consecuencia, se limitaría su omnipotencia. Entonces lo posible no se puede definir sino con respecto a nuestro limitado entendimiento. Sería interesante verificar si, como en muchos otros puntos de su filosofía, en éste Wolff se identifica con la posición de Leibniz para quien lo posible —como dice Y. Belaval (1960)— es la medida de lo real. En el sentido de que lo posible no se inscribe en una lógica creada sino que gracias a una actividad formal de las ideas, tiende por sí mismo a la existencia (*loc. cit.*, pp. 372-379). Ahundar en la aclaración de estas ideas contribuiría a perfeccionar nuestra comprensión de las fuentes de pensamiento de Mutis y a hacer tal vez más plausible nuestro punto de vista sobre su inconsistencia epistemológica (véase parte 3a. de la presente Memoria).
- 24 En las otras dos partes de este trabajo nos detenemos a estudiar algunos aspectos puntuales de la infancia de Wolff en las ideas centrales del *Discurso Preliminar* de Mutis.
- 25 Wolff define "Síntesis & Análisis" en ese orden. También menciona que el método de "solución de un problema se llama *Zetéico* y el que determina cuándo, por qué razón y de cuántas maneras se puede resolver un problema, se llama *Porístico*". Estas últimas denominaciones son debidas a Viète. Por el

primer método se trata de inventar soluciones, mientras que el segundo tiene por objeto inventar la demostración de una solución. Véase: A. Lalande (1972).

- 26 En un cierto sentido Mutis presenta en la lección sobre el Método (p. 132) una formulación similar a la anterior: "para que la demostración sea perfecta, las premisas de los silogismos se han de ir probando siempre hasta llegar a un silogismo en el cual las premisas hayan de ser o definiciones que ya se concedieron, u otras proposiciones idénticas que no se pueden negar".
- 27 De acuerdo con la interpretación de J.M. Duhamel, *Des méthodes dans les sciences de raisonnement*, I. 41, citado por Lalande (1972: 55).
- 28 *Elementos de filosofía natural...* En: Hernández de Alba (1982c: 51).
- 29 Las reglas del método se encuentran resumidas en el *Discurso*, obra que fue publicada en 1637 en francés y en 1644 en latín. El *Discurso* estaba acompañado en la misma edición por la *Dióptrica*, los *Meteoros* y la *Geometría*. En cuanto a las Reglas, éstas aparecieron primero en una traducción flamenca en 1684 y luego en la versión latina en 1701. En la edición consultada en este trabajo (*Discurso más Meditaciones, Reglas y Principios*, Porrúa, México, 1981), la regla de síntesis aparece en una redacción distinta como la III de las *Reglas* (p. 16). En la regla IV (p. 104) se lee: "... Me propongo observar constantemente un orden que comenzando siempre por las cosas más fáciles y sencillas no me permita pasar a otras sino cuando nada ignore de las primeras. Por eso he cultivado, en lo que de mí ha dependido, las matemáticas universales ...". Esta temática se encuentra muy presente en la lección sobre el método y en otros textos de Mutis. Inclusive haciendo reposar este orden gradual de ideas en la evidencia de la observación, cuestión ésta tan cara a la "filosofía" mutisiana de las ciencias. Aunque sobre esto volveremos, anotemos de paso que en la lección sobre el método, Mutis incluye las experiencias y observaciones en la cadena lógica-deductiva del pensamiento en las llamadas matemáticas mixtas, y las excluye de las puras (p. 126).
- 30 *Loc. cit.* (Hernández de Alba, 1982c: 51-53).
- 31 De hecho la filosofía racionalista de Wolff basada en el método matemático, es de inspiración cartesiana, autor éste a quien leyó con fervor en el período de escolar en Breslau. Pero Wolff osciló permanentemente entre las ideas de Descartes y las de Leibniz, precisamente por querer aplicar ese método a la filosofía, un campo del pensamiento en donde las especulaciones no son puramente racionales sino también experimentales. Como dice la noticia biográfica del Michaud: "En vano Wolff, escapando a esta dificultad, ensayó de separar, en cada rama de la filosofía, la parte puramente racional de aquella perteneciente a la experiencia: en sí misma la separación es forzada, y contraria a la naturaleza de las cosas..." (Wolff, 1823).
- 32 *Elementos de la filosofía natural...* (Hernández de Alba, 1982c: 59).
- 33 Fragmentos de estos *Comentarios* y otros manuscritos de las mencionadas *Notas*, fueron publicados por primera vez en Mendoza (1909), y más recientemente en Hernández de Alba (1983b). Por las características didácticas del texto, su elaboración cuidadosa para principiantes, los puntos de contacto que nos parece tener a nivel de prerequisites y ordenación de conocimientos con las otras partes de las *Notas...*, estaríamos tentados a situar los *Comentarios* en el primer período de enseñanza de Mutis en la cátedra del Colegio del Rosario. Sin embargo hay que recoger aún otras pruebas históricas.
- 34 Este interés de Mutis en elaborar textos propios para introducir a los principiantes en el estudio de obras fundamentales (Wolff, Descartes, Newton), lo coloca como representante entre nosotros de la preocupación central de la Ilustración en el género de la *divulgación científica*. Guardadas las proporciones, Mutis, como Feijoo, se comprometió activamente a comunicar la nueva ciencia, en lo posible, en castellano y en una forma fácil, sencilla y directa. Lafuente y Sellés han encontrado la razón de esta actitud en: "El papel que está llamado a desempeñar el ensayista de la divulgación científica se hace cada vez más necesario e imprescindible, sobre todo si [como en la Ilustración] se desea hacer de la ciencia una palanca de impulso para el desarrollo económico de las naciones" (Lafuente y Sellés, 1980: 185).
- 35 Los primeros tres de estos autores han sido presentados por Cohen (1983), como personas que no solamente se limitaron a afirmar generalidades relativas a la revolución científica newtoniana sino que demostraron en la práctica intelectual de cada uno que habían comprendido el estilo newtoniano de la filosofía natural. El caso más notable por muchas razones históricas y científicas fue Moreau de Maupertuis. Véase la Introducción de Lafuente y Peset (1985). En cuanto a Voltaire, basta leer sus cartas 14ª y 15ª "Sobre Descartes y Newton" y "Sobre el sistema de la atracción" respectivamente, para estar de acuerdo con Savater (Introducción a las *Cartas Filosóficas*, Voltaire, 1976) al afirmar que: "... cuando muchos científicos profesionales más preparados que él para entender los misterios de la

gravitación ocultaban su reticencia ante las construcciones teóricas del inglés, Voltaire intuyó clarísimamente la enorme importancia de los descubrimientos astronómicos de Newton, que debían revolucionar no sólo la imagen cognoscitiva del universo sino también las creencias y esperanzas más cotidianas del pueblo" (p. 31).

- 36 Este último punto está siendo objeto actualmente de interés creciente de la parte de historiadores hispanoamericanos de las ciencias. Aún hay mucho que decir en cuanto a Mutis como receptor y difusor del newtonismo en América. Nosotros aportaremos algunos elementos en la última parte de esta Memoria, dejando para después un estudio más completo.
- 37 Prólogo de Hernández de Alba (1982); véase parágrafo 4 y p. 21.
- 38 Nos referimos, entre otros, al *Discurso Preliminar* de 1762 y al *Método Matemático*, fragmento, este último texto, de sus lecciones en la cátedra del Colegio del Rosario. Véase la obra citada en la nota anterior.
- 39 *Discurso Preliminar*, en: Hernández de Alba (1982: 38).
- 40 *Idem*: 42.
- 41 *Idem*: 41.
- 42 *Idem*: 36. Esta cita y otras relacionadas que se encuentran en el trabajo *Elementos sobre la filosofía newtoniana* de 1764 (en: Hernández de Alba, 1982: 51) y en el fragmento sobre el *Método Matemático* (*idem*: 125 y ss.), han sido utilizadas para respaldar enfoques interpretativos distintos sobre la importancia de la obra de Mutis entre nosotros. Silva (1981) considera que la versión de este planteamiento metodológico aparecida en el fragmento de 1762 (?), habría influido sobre los planes de estudios posteriores, en lo que respecta al punto central de hacer reposar la enseñanza sobre el método analítico y no sobre el silogístico. Por su parte, Luis Alfonso Palau (1983: 47-53) exhibe argumentos de peso para demostrar que, al margen de sus declaraciones, Mutis es inconsecuentemente newtoniano: no existe en Mutis una cabal apropiación del método inductivo en el que se fundamenta la filosofía natural de Newton. El objeto de este trabajo es precisamente respaldar dicho punto de vista con nuevos elementos de análisis.
- 43 Véase al respecto el trabajo de Belaval (1952: 337-355), uno de los análisis más esclarecedores sobre la oposición entre geometrización cartesiana del universo y explicación newtoniana de la realidad; entre metafísica deductiva y método inductivo; entre el conocimiento como proceso de explicación de causas primeras y como proceso asintótico y acumulativo de explicación de fenómenos. También conviene remitirse a la lectura de la obra de Cohen (1983) en lo que se refiere al estudio de las ambigüedades de los "newtonianos" del siglo XVIII.
- 44 Subrayados míos (L.C.A.). Llamamos la atención sobre la presencia de la palabra *enseñar* en la primera frase de la cita. El principio del orden parece estar asociado con la función de la enseñanza. Al respecto viene al caso el comentario de Emile Brehier (1968), quien refiriéndose a Wolff señala que éste fue ante todo un maestro que enseñó. Evidentemente Wolff no fue un matemático creador y su importante e influyente actividad matemática sólo se desplegó en la cátedra y a través de sus publicaciones divulgativas. En ello hay una muy significativa analogía con Mutis en cuanto el maestro, como recuerda Brehier, "tiene tendencia a dar más valor al rigor formal con el que una conclusión se deduce de las premisas, que a las premisas mismas". Mutis no escribió ninguna obra matemática ni filosófica; ni el ejercicio e influencia de su magisterio tuvieron una proyección en la Nueva Granada comparable a la de Wolff en Alemania y Europa. Pero sus reflexiones sobre el orden y utilidad de las ideas matemáticas, como en Wolff, están directamente en función de sus actividades en la enseñanza.
- 45 *Discurso Preliminar* (Hernández de Alba, 1982: 40).
- 46 El título completo es revelador de la ambigüedad mutisiana sobre la relación entre matemáticas y experiencia: "Elementos de la filosofía natural, que contienen los principios de la física *demostrados* por las matemáticas y confirmados con observaciones y experiencias: dispuestos para instruir a la juventud en la doctrina de la filosofía newtoniana en el Real Colegio del Rosario de Santafé de Bogotá en el Nuevo Reino de Granada, año de 1764" (en: Hernández de Alba, 1982: 43).
- 47 Comparar con el análisis de este "externalismo" en la obra de Cohen (1983: 154 y 155).
- 48 Así, por ejemplo, Hernández de Alba (1982: 25): "Es indudable que la obra (de Newton) es la más poderosa influencia que cabe destacar en la interpretación de la ciencia que se encuentra en el pensamiento de Mutis".



Capítulo 3

ACERCA DEL PROBLEMA DE LA DIFUSION CIENTIFICA EN LA PERIFERIA: EL CASO DE LA FISICA NEWTONIANA EN LA NUEVA GRANADA (1740-1820)

En el documento por medio del cual los organizadores nos invitan a reflexionar sobre el interés e importancia de este Seminario¹ se exponen de manera precisa algunas ideas que nos parece conveniente recordar en cuanto coinciden con los temas centrales de nuestra propia contribución al estudio histórico de la difusión científica en la periferia. Inicialmente se parte de la constatación de una gran insuficiencia: en la mayoría de los trabajos sobre esta problemática “la periferia continúa siendo vista básicamente como receptora de las acciones del poder metropolitano”. Ello se explicaría, a juicio de los autores, porque se utilizan libremente “esquemas de interpretación generados en el mundo industrializado”. Pero también porque hay una ignorancia generalizada sobre “la dimensión científica en cuanto a la estructura misma del conocimiento y su dinámica de crecimiento se refiere”. A continuación se nos propone revertir el enfoque interpretativo, reconociendo, por una parte, que “la transferencia del conocimiento no se da normalmente a un espacio social y cultural vacío”. Por otra, que los “materiales culturales” preexistentes alteran y vuelven complejo el fenómeno de la incorporación de conocimientos y saberes técnicos. Finalmente se sugiere considerar la síntesis resultante como producto de un proceso dinámico de “negociaciones” permanentes entre las estrategias y valores dominantes en el mercado internacional de disciplinas científicas, y los intereses fraccionales y nacionales de los *gate-keepers* intelectuales locales.

También nosotros, en nuestra investigación sobre la difusión de las ciencias en el siglo XVIII, y aun en el XIX, hemos comprobado en múltiples ocasiones la imposibilidad de explicar nuestras situaciones periféricas con enfoques metropolitanos de transferencia simple en ambientes idealizados. Nos hemos visto entonces conducidos a pensar en una metodología para procesos dinámicos y contradictorios que, al mismo tiempo, permita analizar las características singulares que comportan los distintos casos de difusión y de recepción en las periferias de lo que podríamos llamar "ciencia colonial", para referirnos estrictamente a las pautas generales y a las situaciones típicas en que más o menos se expresan los fenómenos de incorporación de ciencia metropolitana en nuestros países en los siglos XVII y XVIII.

Aparte de su función de interpretación objetiva de la historia de la difusión científica en este período, observamos que un enfoque analítico como el que vamos a sugerir en la presente comunicación es útil principalmente para aislar y descifrar ciertos rasgos de la formación en las periferias de tradiciones científicas autóctonas. Es precisamente en un espacio determinado por esta bidimensionalidad, en el que hemos venido adelantando nuestras más recientes investigaciones en historia social de las ciencias. Nos interesa restituir en un mismo momento a los acontecimientos intelectuales su historicidad y su función en el plano de la cultura. El eje histórico nos permite localizar cada época del pensamiento como un resultado de la interacción conflictual de actividades institucionales de estudio, enseñanza, investigación y aplicación, todas ellas mediadas por ideas, concepciones y mentalidades de tipo filosófico, político, religioso y social. De otra parte, tal reconstrucción organicista del acontecimiento intelectual está al mismo tiempo definida por un componente en el plano de la cultura, ya que este tipo de análisis histórico contribuye a detectar la presencia de formas autóctonas de pensamiento dentro del quehacer científico institucionalizado que, a menudo, se proyectan con fuerza hereditaria a los períodos subsiguientes. Resulta obvio que nuestro empeño investigativo en el campo de la historia social de las ciencias busca diferenciarse de las tendencias academicistas que predominan en los centros metropolitanos de la disciplina, sin que ello implique, por lo tanto, una pérdida de rigor interpretativo ni mucho menos el remplazo de categorías analíticas que han probado sobradamente su validez, por constructos que tal vez no alcanzarían a trascender un marco localista y un afán voluntarista. Siendo conscientes de este y otros riesgos, pensamos que al menos en el caso de la historia social de la difusión científica existe un seguro mecanismo de control en el aprovechamiento de la cada vez más amplia y completa variedad de estudios comparativos que se vienen publicando

sobre este problema. En la actualidad el historiador que en la periferia se interesa por el fenómeno de la recepción del newtonismo, para referirnos al problema que nos va a ofrecer el material de reflexión en esta ponencia, no puede continuar apoyando sus interpretaciones en las ideas vagas y generales que tenían sus antecesores sobre cualquiera de las cuestiones teóricas de la "nueva física". Ni reproducir esquemas ya gastados sobre los mecanismos de su penetración y aceptación en las distintas comunidades de científicos newtonianos, o sobre los diferentes géneros de publicaciones, o sobre la diversidad de lecturas y reinterpretaciones de los *Principia*, o sobre tantos temas en los que las variadas investigaciones de las últimas décadas prácticamente han hecho insostenibles viejos clichés y refundido lugares comunes. En consecuencia, si nosotros, historiadores de la difusión científica en la periferia, no nos esforzamos por comprender con la suficiente erudición el estado de domesticación² de la revolución newtoniana en el siglo XVIII por parte de los centros metropolitanos, ninguna voluntad de renovación de enfoque, ningún escrúpulo laudable de documentación exhaustiva en nuestros archivos, bastarán por sí mismos para revelarnos objetivamente el impacto de la recepción de estas ideas en nuestra vida cultural. Precisamente vamos a consagrar la primera parte de nuestra intervención a revisar las grandes líneas de ese proceso de domesticación del newtonismo en Europa. A partir de allí, consideraremos algunos ejemplos en los que trataremos de evidenciar el carácter problemático de la transferencia y recepción de la filosofía newtoniana, empleando un enfoque que trata de superar las falencias de que adolecen los trabajos corrientes sobre la cuestión. De allí pasaremos por último a proponer ciertos criterios que probablemente permitan enriquecer el análisis de la incorporación de ciencia colonial en la periferia.

PANORAMA DE LA DIFUSION DEL NEWTONISMO EN LA METROPOLI

Para empezar, quisiéramos sustentar nuestra convicción de que las mayores dificultades para practicar un análisis complejo de la dinámica de la difusión-recepción de teorías en la periferia no son tanto materiales (que subsisten) cuanto conceptuales e ideológicas. La tarea del historiador, en relación con épocas anteriores, se ha visto favorecida en los últimos años por la profesionalización e institucionalización de los estudios, por la profusión de recursos bibliográficos y documentales, por la aportación de enfoques inter-

pretativos provenientes de otras disciplinas, etc. En cambio, todavía subsiste la influencia abigarrada en buena parte de los mejores historiadores de la fe de nuestros antecesores en la idea del progreso científico, en la absoluta verdad e invariabilidad de las verdades eternas, y la creencia profunda en una visión unitaria y acabada de las teorías paradigmáticas que se difunden. En buena parte esto se debe a la preminencia que ejercen en la actividad del historiador hábitos, creencias y filosofías que articulan el trabajo de los propios científicos. Tal vez los historiadores tengamos que aprender como los sociólogos y antropólogos de las ciencias a desprendernos de estas trabas intelectuales y a reconocer las señales que nos ofrecen todos los días las investigaciones de nuestros propios objetos históricos, y que informan que todo saber es, en el mejor de los sentidos, un constructo social y está enraizado en intereses sociales. Esto implica algo más que una simple ampliación temática del campo de interpretación de los problemas históricos, como podría hacerse cuando además de la descripción del hecho intelectual se involucran en el análisis los factores sociales que han ambientado la progresiva evolución de las verdades científicas. Se trataría más bien de hacer nuestro el tipo de preocupaciones de aquellos grupos de científicos que se interesan en la búsqueda de nuevas estrategias epistémicas en el contexto social. Los historiadores tendríamos mucho que ganar adoptando en nuestros enfoques el punto de vista de una "sociología de la objetividad" que en palabras de Sal Restivo (1985: 147-156) consiste en "el estudio de las condiciones sociales y culturales de indagación y de cómo tales condiciones afectan nuestras habilidades individuales y colectivas para construir proposiciones objetivas y desarrollar conocimiento objetivo". Las ideas claves de esta sociología de la objetividad, según el mismo Restivo, serían: a) investigar más los contextos culturales de los fenómenos cognitivos; b) en tanto las creencias regularmente aceptadas como bien-fundadas por los científicos en su actividad práctica dependen no tanto de su "contenido de verdad" cuanto de su acuerdo con nociones corrientes de la cultura científica. Por consiguiente, c) la "verdad" de una descripción de un evento o proceso no se juzga desde un sistema cognitivo ideal o trascendente, sino de acuerdo con su función de utilidad dentro de un campo competitivo de actividades de producción y utilización de conocimientos. O lo que es lo mismo, d) siempre existe un contexto para establecer la verdad más amplio que el de cualquier sistema dominante de conocimientos. De allí que e) la objetividad es un complejo proceso de relaciones, sensaciones, pensamientos, intuiciones, impondera-

bles e indecibles. Por último, f) la sociología de la objetividad contribuye a generar nuevos contextos y significados de la verdad y de la objetividad.

Aplicado a la historia, un tipo de enfoque como el anterior puede aportar luces al estudio de la socialización de un paradigma, en particular el de la física newtoniana. El objetivo sería comprender las condiciones sociales y culturales en medio de las cuales el sistema teórico original fue sufriendo un proceso de intermediaciones y de reinterpretaciones hasta conquistar una opinión pública favorable. La teoría de los *Principia* pasa en medio siglo de ser comprendida (lo cual, ya se sabe, no quería decir compartida) por unas pocas individualidades de pensamiento excepcional, a convertirse en la física experimental que comprenden, comparten y practican todos los físicos de mentalidad y talento promedio. Los autores de obras newtonianas más influyentes en este sentido (por su parte Boerhaave, 'sGravesande, Musschenbroek y Nollet, pero también otros como Franklin y Priestley) no compartían un discurso unitario sobre la filosofía natural. Cada uno de ellos sucesivamente fue construyendo un discurso particular en el que se proponía divulgar la nueva filosofía a través de una reinterpretación original de lo que podría llamarse la axiomática newtoniana sobre el sistema del mundo. En una obra colectiva consagrada a la ciencia del siglo XVIII cuyo título es revelador de un nuevo enfoque, *The Ferment of Knowledge*, Simon Schaffer (1980: 55-91), comenta que estas reinterpretaciones o desarrollos contrastantes a veces han sido asociados con desviaciones de la norma newtoniana. La confusión radica en considerar a todos estos autores como representantes más o menos contradictorios de una misma "tradición newtoniana", cuando los estudios históricos ponen de presente que muchas de sus posiciones (en la teoría de la materia, en la concepción de lo que era fuerza, movimiento, trabajo, etc.) rivalizaban con los postulados más fundamentales de la filosofía natural de Newton. Sin caer, por lo tanto, en absolutismos ni relativismos extremos, los historiadores deberíamos tratar tales conceptos paradigmáticos, como categorías dinámicas. Ello comportaría, en particular, alterar el sentido corriente de objetividad, de tal forma que nos permita establecer nuestras valoraciones de los discursos teniendo en cuenta, simultáneamente, su objetividad *informativa* (es decir, su consistencia en relación con un promedio de información disponible sobre la teoría en un momento dado) y su objetividad *comprensiva* (o la apropiación de tales informaciones en el dominio de la experiencia, y la capacidad de reproducir el proceso) (Restivo, 1985: 149).

No vamos a ahondar en estas consideraciones generales. Lo dicho basta para respaldar con argumentos teóricos nuestra crítica a los esquemas interpretativos sobre la transmisión de un paradigma o de un programa acabado que

terminaría por imponerse a las generaciones subsiguientes en su lógica de progreso. También dejamos planteado que en el proceso que lleva del sistema teórico newtoniano original (con un auditorio reducido a unos cuantos *savants* miembros de las academias), a su socialización por medio de la difusión y la enseñanza a un público más amplio, existen variaciones y conflictos que, en nuestra opinión, es inútil y estéril considerar de acuerdo con una genealogía de la unidad y distinción de las ideas. Proponemos mejor centrar la atención en el *nivel de equilibrio* que alcanza este proceso de mutaciones discursivas y que se puede representar, para efectos del análisis de la difusión de una teoría, en el contenido y el enfoque de aquella obra de síntesis alrededor de la cual se realizó el consenso. Veamos cómo se traducen estos criterios para el caso de la estructuración y generalización del movimiento de ideas que se reclamaban de la física experimental en Europa, a lo largo del siglo XVIII. De aquí deberíamos sacar pautas operativas para examinar el impacto en la periferia de este movimiento intelectual en las condiciones concretas de producción de un nivel promedio de opinión favorable local.

En su trabajo sobre la filosofía natural experimental dentro de la obra colectiva del siglo XVIII a la que nos hemos referido anteriormente, J. L. Heilbron (1980: 357-387) propone tener en cuenta como tipo de obra de consenso en Europa, aquella que a fines del siglo presentaba las siguientes características:

(...) popular, con autoridad y con influencia. Debe ilustrar la teoría con experimentos siempre que ello sea posible, y utilizar números para medir pero no para calcular. Su cobertura debe abarcar como mínimo [principios de lo que hoy denominaríamos] mecánica, óptica, mecánica de fluidos, neumática, calor, meteorología, geofísica, electricidad y magnetismo, y excluir las ciencias biológicas (Heilbron, 1980: 363).

Evidentemente esta clasificación significa una ruptura frente a las características comunes a los programas de los textos tradicionales de física de comienzos del siglo. Pero también y sobre todo en cuanto al enfoque, ya que aquella física era, según recuerda Heilbron, estrictamente

globalizante, cualitativa y literaria. Cubría todas las ramas de la ciencia natural desde la mecánica celeste pasando por la biología hasta la sicología. Limitándose a las esencias o principios de las cosas, no informaba sobre sus dimensiones, sus velocidades de posición u otros "accidentes". Aquellas [ramas] que requerían medidas y cálculos pertenecían a las matemáticas, no a la física (Heilbron, 1980: 362).

La experiencia era completamente ajena a la física tradicional. Estaba excluido así mismo el uso de instrumentos y aparatos especiales para explorar la naturaleza, pues éstos no reproducen los fenómenos de manera natural, interfiriendo con el objetivo de la física de estudiar el comportamiento habitual de la naturaleza como estaba prescrito desde Aristóteles (Heilbron, 1980: 362).

Es pues en el reconocimiento generalizado de que la verdadera física es física experimental, donde cabría considerar la unidad y distinción de la física del siglo XVIII con respecto a la tradicional.

El proceso de domesticación de la filosofía newtoniana de los *Principia* y de la *Opticks* a través de la experiencia, ha sido estudiado suficientemente en los dos trabajos ya clásicos de Pierre Brunet (1926; 1931), en el de Hélène Metzger (1930), y en el de I. Bernard Cohen (1956). Sabemos que este movimiento en sus orígenes se asoció con el gusto intelectual y la necesidad psicológica de unos cuantos ilustrados (como J. L. Desaguliers y J. Keill) de exponer los saberes útiles de la filosofía newtoniana a la verificación experimental. Y poco a poco, a través de la enseñanza, los laboratorios y las publicaciones, se fue convirtiendo en una práctica institucionalizada como consecuencia del trabajo profesional de los experimentalistas holandeses (Boerhaave, 'sGravesande y Musschenbroek), y de sus seguidores en Francia (el abate Nollet, el abate Sigorgne y Sigaud de la Fond). Como consecuencia de una relación dinámica y contradictoria entre los enfoques experimental-especulativo y matemático-deductivo, se fue abriendo camino un pensamiento que ha sido identificado con la tradición de la ciencia experimental newtoniana. Su método, tal como lo presentan Brunet y Cohen (Brunet, 1926: 99-100; Cohen, 1956: 247), consistió en utilizar el recurso a la "imaginación controlada, la inspiración para producir ideas, la razón para explotar las consecuencias de las ideas, la experiencia como la prueba fina de validez de todo el proceso".

El tipo de discurso representativo de este pensamiento, con las características de ser a la vez popular e influyente y que obró como catalizador del consenso, ha sido localizado correctamente (por Brunet, Cohen y Heilbron) en los textos físicos de Musschenbroek. Los *Elementa physicae* de 1734 y, particularmente, la *Introductio ad philosophiam naturalem* de 1762, que tuvieron amplia difusión en Europa y en América en sus ediciones originales o en sus traducciones. En comparación con obras altamente importantes en la difusión de la física experimental (y que tuvieron tanta circulación como la de Musschenbroek, al menos en América), como los *Physices elementa mathematica experimentis confirmata* (Leyde, 1720-1721) y las *Philosophiae newtonianae institutiones in usum academicos* (Leyde, 1723), de W. 'sGravesande, las de Mus-

schenbroek acercaban más directamente al lector a los problemas de la "nueva física". En primer lugar, no lo comprometían de entrada en esa incómoda toma de partido en contra de Descartes y en defensa de la "verdadera filosofía", que convertiría rápidamente a los *Elementa* de 'sGravesande en blanco de los ataques de los cartesianos franceses y contribuiría desde temprano a ideologizar el problema de la recepción de la física experimental³. Además la obra de Musschenbroek aparecía al público, como recuerda Heilbron (1980: 365), median-do entre ese newtonismo doctrinario representado por 'sGravesande y las tradiciones continentales que aquél había estudiado como médico y como físico. Frente al reputado profesor de Leyde, catedrático de matemáticas y de física, discípulo más autorizado de Newton, a quien Voltaire visita personalmente en Holanda para consultarle el manuscrito de sus *Éléments de la philosophie de Newton*, Musschenbroek aparecía como un no menos prestigioso experimentalista cuyos libros no tenían parangón en cuanto a la comprensión de los principios a través de experimentos originales, claramente descritos por medio de dibujos y apoyados en completas tablas de datos.

El proyecto de difusión cultural de la Ilustración tendente a colmar la curiosidad intelectual de un público creciente ("instruir y divertir" como se lo habían propuesto Fontenelle, Plinière, Rohault, el abate Pluche y tantos seguidores suyos) encontró en la difusión de la física experimental un canal privilegiado de realización. A nivel disciplinar, los experimentalistas se habían ocupado en restablecer el campo teórico, al dotarse de un método pragmático para asimilar la revolución teórica newtoniana y al organizar principalmente a través de la experiencia la enorme masa de resultados científicos heredados de los siglos anteriores. Su esfuerzo pedagógico venía a satisfacer la demanda de vulgarización por los mismos medios: acercando a la gente a las grandes obras, llenas de autoridad para la ciencia y para el público, pero teóricamente inabordables además de muy costosas. La pedagogía de comunicar los principios de la "física nueva" a través de la experiencia permitía, además, vencer las resistencias y los intereses de los poderes institucionales defensores de la tradición sistemática. A condición obviamente de que los experimentalistas (tal como lo entendió Nollet en Francia) pusieran a punto un discurso en el que la física apareciera despojada de toda forma de pensamiento metafísico. Ni matemática formal, ni especulación filosófica. He ahí la clave del éxito: la *nuda experientia*.

Alumno de Desaguliers en Inglaterra y de 'sGravesande y Musschenbroek en Holanda, Nollet comienza en los años 1730 a enseñar en Francia un

curso de física del que se expurgaron las especulaciones sistemáticas y las complejidades demasiado eruditas de la matemática superior. Simplemente

colocaba sobre su mesa sus máquinas, sus palancas, sus mecheros y sus luletas, y no afirmaba nada que no se tradujera inmediatamente en pruebas de hecho. El éxito fue resonante... ante todo la física experimental penetró muy rápidamente en la enseñanza.

Este es un gráfico testimonio de la época recogido por Daniel Mornet en su libro seminal *Les sciences de la nature en France au XVIIIe siècle* (Mornet, 1911: 87) en el que llama a Nollet "el gran organizador de la victoria" de la institucionalización de la física experimental en el siglo XVIII. El curso de Nollet fue publicado en 1738 en seis volúmenes. Fueron las famosas *Leçons de physique expérimentale* que tuvieron numerosas reediciones oficiales y piratas, y de cuyas traducciones a varios idiomas una de las primeras fue la realizada en 1757 al castellano por el jesuita gaditano Antonio Zacagnini, preceptor de la corte de Carlos IV y profesor de física experimental del Real Seminario de Nobles de Madrid⁴.

Con la expulsión de los jesuitas de Francia en 1762, se levantaron las últimas compuertas que podrían haber represado en este país la extensión del movimiento de la física experimental. Ciertamente, la ausencia de la Compañía dejaba un vacío difícil de llenar: cien colegios en todo el territorio francés, cuarenta de ellos solamente en la provincia de París. Pero también hay que tener en cuenta que este sistema de enseñanza había venido consagrando un experimentalismo cartesiano que tenía las siguientes características: a) estaba más en consonancia con el espíritu patriótico de ciencia nacional sancionado por la Academia, b) representaba una salida espiritualista y sensualista más viable a los progresos de la filosofía natural, que el insoportable "materialismo newtoniano", y c) despojaba a los principios de la aridez del método de Newton de geometrización de la naturaleza. Un experimentalismo tan peculiar es refaccionado, hacia los años 1750, de manera que se adecue mejor al espíritu de la época. Uno de los logros más notables es la influyente obra del padre A.H. Paulian de 1758, el *Dictionnaire de physique portatif* (Paulian, 1758). Esta obra empieza reconociendo la amplia aceptación de los principios de Newton y su efecto "funesto" contra el cartesianismo y los peripatéticos. Objeta, sin embargo, que "una ciencia que debería estar al alcance de todo el mundo, ha sido presentada hasta el presente dentro de una armazón científica capaz de desestimular al común de los hombres". Reconociendo que los comentadores de Newton han introducido grandes dificultades que un físico no podría resolver sin ser un geómetra y un gran algebrista, Paulian asume el reto de emplear todos los medios a su alcance para que todos los términos de la física no se queden en su *Dictionnaire* sin "la explicación más sensible". No obstante, a

pesar de una tendencia renovadora como la que representó este esfuerzo tan importante del padre Paulian, el sistema educativo, en el fondo, seguía reproduciendo la inercia de la tradición cartesiana. De modo que con los acontecimientos de 1762 la enseñanza de la física experimental y de las ciencias en general, iba a poder adelantarse más libremente, tal vez improvisando aquí y allá, pero en todo caso sin resistencias ni peligros de reconducciones a través de las primeras alternativas cartesianas al experimentalismo newtoniano, como la de las todavía muy influyentes obras didácticas del jesuita N. Regnault (1729 y 1734)⁵. Refiriéndose a todas estas características de la enseñanza de la física experimental en Francia, Jean Torlais ha puesto de presente en qué medida ésta se convirtió a fines de siglo en una verdadera empresa del saber (Torlais, 1986). La profusión de cátedras y de costosísimos gabinetes y museos en colegios, en academias y en instituciones privadas, la aparición de obras divulgativas de todo género, la construcción de aparatos, instrumentos y montajes de colecciones, etc., todo ello condujo hacia los años 1790 al fortalecimiento del proceso de institucionalización y profesionalización de la física experimental. Como también representó este movimiento una contribución innegable a la transformación de la cosmovisión de grandes capas de la población, a la promoción de nuevos talentos y vocaciones científicas, y favoreció el desplazamiento hacia el campo de la física experimental de nuevas generaciones de matemáticos, de astrónomos y de físicos teóricos, con la consecuente renovación de estilos y de enfoques investigativos que supone la interpenetración de horizontes de referencia que hasta entonces permanecían distanciados. Tal vez deberíamos agregar, para redondear la caracterización de este proceso, que el estado antes descrito de institucionalización y profesionalización de la enseñanza de la física experimental, en lo fundamental, pasó por fuera de la universidad francesa. No podemos hablar aquí de las condiciones sociales de la época que explican esta situación en Francia, y aquellas que hacen que en otros países (Holanda e Italia, por ejemplo) la universidad desempeñe un papel más protagónico. En todo caso, las universidades francesas fueron casi siempre máquinas de distribución de diplomas en las que, o bien no existían cátedras de física experimental, o bien las que existían llevaban la impronta del espíritu especulativo que reinaba en las lecciones de física general dictadas dentro de los cursos de filosofía. Se trataba, pues, de reproducir una mentalidad puramente filosófica con respecto a la ciencia y al método experimental. Tal situación comienza a resquebrajarse apenas hacia los años 1780 con las reformas que teóricamente separaban los cursos de física del de filosofía, pero realmente no cambiará sino con la estructuración de la educación superior en el período revolucionario.

LA FORMACION DE UN CONSENSO FAVORABLE AL NEWTONISMO EN LA PERIFERIA

En el aparte anterior hemos presentado a grandes rasgos el proceso conflictual de incorporación, vía la física experimental, de los principios teóricos del newtonismo. El proceso ha sido analizado en el centro metropolitano que mayor repercusión directa e indirecta tuvo sobre la transmisión de esta teoría a la periferia, y concretamente a la Nueva Granada. El criterio rector del análisis que proponemos ha consistido en examinar, no tanto la apropiación de la teoría por una comunidad reducida de científicos con fines de hacer progresar las ciencias físicas y matemáticas, como la lenta configuración de un nivel promedio de difusión teórica capaz de conquistar una opinión pública y de incidir así en la institucionalización de la nueva ciencia, y en la transformación de una mentalidad social.

En los estudios históricos sobre la periferia, se tiende a confundir los dos procesos de difusión restringida y generalizada. Se tiene la ilusión de que en todo momento el centro metropolitano difundió y reprodujo, sin conflicto, ciencia paradigmática, en el caso un núcleo invariante de saberes y métodos de la física newtoniana de los *Principia* y de la *Opticks*. Desde esta perspectiva se ha llegado a valorar subjetivamente las actividades intelectuales nativas al privilegiar entre ellas la representación idealizada que se tiene de lo que era el paradigma dominante. Esta lógica de una cierta subjetividad histórica se reproduce corrientemente al hacer primar en el estudio sociocultural de todo un período, el punto de vista de los obstáculos locales ejercidos por factores ideológicos, políticos, culturales e institucionales, en la pretendida incorporación del paradigma en la periferia. Vamos a presentar algunos casos concretos de lecturas de obras de física en la periferia colonial, mediante los cuales se prueba que se hicieron esfuerzos aislados (inclusive tanto o más significativos que en algunos centros receptores europeos) por estudiar la teoría en sus autores originales y entre ellos, principalmente, a Newton. Pero a diferencia de otros criterios investigativos, probaremos que estos esfuerzos tuvieron significación solamente porque fueron adelantados en momentos en que ya los principios de la física habían penetrado suficientemente en la periferia a través de las obras divulgativas de los experimentalistas.

Antes quisiéramos hacer una consideración de orden conceptual sobre este problema. En un trabajo sobre el estudio de fuentes primarias en la periferia, C.A. Lértora Mendoza (1985: 63-75) ha mostrado que se hace indispensable pensar en metodologías especiales que permitan esclarecer la función del texto

europeo (en sus dimensiones intratextual y extratextual) en nuestras instituciones de enseñanza, en nuestras bibliotecas oficiales y privadas, en gabinetes y en laboratorios, etc. La aparición de una obra importante de difusión o de un texto de enseñanza en un momento determinado tanto en el centro como en la periferia, es un acontecimiento al mismo tiempo científico y cultural. Vale decir, el texto no solamente interesa en cuanto portador de un discurso científico moderno, sino también como representación en un campo específico del saber de la cultura histórica del medio en el que se crea y se difunde. Es natural que cuando el texto se separa de su red originaria de valores y relaciones, y se inscribe en otra distinta, su función se altera. En consecuencia, el texto en la periferia no se convierte en texto significativo en la incorporación de una teoría, única o principalmente porque su contenido sea moderno con respecto a un paradigma idealizado que ni siquiera pudo socializarse en la metrópoli. Así como tampoco es razonable suponer que tal contenido se habría ofrecido "libremente" a un público, de no ser por los obstáculos que el medio local interpuso a la función natural del texto de promover el saber. Pero al mismo tiempo hay que decir que una localización histórica adecuada del texto en la periferia puede ser una metodología privilegiada para la reconstrucción de nuestras actividades intelectuales en un período determinado.

Aclarado lo anterior, hay que tener en cuenta que a lo largo del siglo XVIII circularon en la periferia prácticamente todo tipo de obras de difusión y enseñanza de la llamada filosofía natural newtoniana. Durante más de medio siglo la periferia sufrió el impacto más o menos sensible de la mayoría de textos "representativos" de la "nueva física", que llegaban de Europa a través de una compleja red de trayectorias normales y ad hoc. Los testimonios abundan en los fondos existentes de libros "raros y curiosos" que pudieron sobrevivir a las contingencias de la destrucción y del pillaje, en las correspondencias, en los listados y catálogos, en los libros de cuentas, etc. La situación de la periferia no es entonces sustancialmente distinta de la de la metrópoli en cuanto, tanto acá como allá, una nueva opción teórica tuvo que interactuar con unas determinadas condiciones concretas del medio local antes de poder conquistar un mínimo consenso de algunos agentes de difusión, y aun recorrer un largo trecho hasta convertirse en opinión paradigmática relativamente consistente, con capacidad de funcionar en adelante como pensamiento vivo en la sociedad. Vamos a apoyar estas consideraciones generales, haciendo una rápida descripción del movimiento de textos en la Nueva Granada dentro del proceso de incorporación de la física experimental.

En términos aproximativos este proceso se extiende a partir de los años 1740 hasta el primer período de la República alrededor de 1820. En esta época

se puede decir que ya se ha estructurado una opinión favorable y se han institucionalizado actividades intelectuales y prácticas (obviamente moldeadas por las condiciones concretas de la periferia), en las que saberes y método de la física experimental obran como pensamiento orgánico. Es decir, la difusión y la enseñanza de la teoría alcanzan su nivel de equilibrio alrededor de 1820. Tomando la enseñanza como espacio privilegiado en el que se protagoniza la incorporación de la física en la Nueva Granada (en la actualidad Colombia), la maduración antes referida se expresa en la aparición del primer texto en español impreso en el país para la formación de jóvenes en la física experimental, elaborado por un profesor de amplia experiencia en la materia. Se trata de las *Lecciones de Física* para los jóvenes del Colegio Mayor Seminario de San Bartolomé (Restrepo, 1825) redactadas por José Félix de Restrepo, un ilustrado perteneciente a las primeras generaciones de colombianos que por influjo directo de José Celestino Mutis rompieron con la física escolástica y peripatética. Restrepo ejerció una importante labor en la difusión y enseñanza de la "física nueva" en la capital y en la provincia. Hombre público notable en el período de instauración del estado republicano (diputado, magistrado, ministro), su magisterio excepcional garantizó en buena medida una línea de continuidad en la difusión de la física entre dos épocas en conflicto. Las *Lecciones* tienen la mayoría de las características que antes se han asignado al texto de consenso en la física experimental en la metrópoli. Además fue manual para la enseñanza oficial de física en el país durante un largo período (Martínez, 1985: 75-87). Es importante subrayar que la incorporación definitiva de la física experimental a través de la enseñanza de este texto, está enmarcada y puesta al servicio de un proyecto educativo de construcción de un estado políticamente independiente. Las *Lecciones* son, pues, el primer texto autóctono de física experimental en la periferia colombiana no-colonial.

Si a partir de este momento de equilibrio, echamos una mirada retrospectiva al fenómeno de dispersión de textos de física propiamente newtonianos y experimentales en la Nueva Granada, podemos distinguir tres períodos más o menos diferenciados. En el primero, que se extiende entre los años 1740 y 1760, la cultura dominante de la física tradicional acepta dialogar con algunos textos avanzados de los que selecciona temas generales de física y cosmología, para luego reinscribirlos en su campo conceptual. En el período siguiente, que se extiende de los años 1760 a fines de siglo, hay una fuerte penetración del discurso de la física experimental a través de la difusión generalizada de obras modernas y de la enseñanza más o menos sistemática de sus principios fundamentales. En medio de conflictos intelectuales fuertemente ideologizados que expresan intereses con-

tradictorios de grupos de poder, poco a poco se impone un pensamiento promedio sobre la importancia intrínseca y extrínseca de cultivar la física experimental. Finalmente, la nueva sociedad pasa del reconocimiento sobre la importancia de promover dicho pensamiento a integrarlo (mediante instrumentos adecuados a ese fin) en su proyecto de construcción de un sistema educativo pragmático. Examinemos más detenidamente esta periodización.

Como hemos anotado, es posible afirmar que la etapa inicial de recepción de la física newtoniana en la periferia colombiana se distingue por la aparición, dentro del discurso sistemático y peripatético que reproducía la enseñanza religiosa de la filosofía, de ciertas representaciones modernizantes sobre cuestiones cosmológicas, sobre el sistema del mundo, el movimiento de los cuerpos, el continuo, la estructura de la materia, etc. Estas especulaciones aparecen en tesis, disertaciones y manuscritos de cursos elaborados en el país exclusivamente en latín. Las referencias difusas a ideas y autores modernos, aunque generalmente están en función de un contexto metafísico que de ninguna manera ponen en cuestión, revelan en todo caso una tendencia adaptacionista de la física tradicional, desde adentro de ella misma, y que no va más allá debido a la ausencia de un factor catalizador externo. Tal situación revela la circulación en el país de las obras newtonianas de la primera mitad del siglo. Estas nos llegaron principalmente por intermedio de las redes internacionales que comunicaban con sus centros a los diferentes sistemas educativos de las comunidades religiosas. Evidentemente este mecanismo de transmisión hace que el texto llegue a la periferia indisolublemente ligado a la reseña que le hacía corresponder el centro emisor de acuerdo con el estado de la polémica sobre su naturaleza y función. Por efectos de la ideología sistemática dominante, podemos imaginar que el texto más moderno era visto a lo sumo como una "novedad bibliográfica" de obligada adquisición en las bibliotecas eruditas. "Texto sagrado", posible hablar de él en privado y en público, pero su contenido permanecía incomunicable aun para aquellos privilegiados que estaban entonces en posibilidades de franquear el lenguaje y de apropiarse al menos de algunos de sus principios fundamentales. Esta mentalidad colonial, reactiva al discurso moderno del texto, empezó a transformarse en los años 1760, aunque las investigaciones históricas en curso parecen indicar que se encuentran algunos antecedentes, aparentemente aislados, de aproximaciones críticas y desmistificadas producto de la influencia de personajes carismáticos, revestidos de autoridad académica, y en quienes los nuevos saberes y métodos aparecían despojados de intención partidista y asociados con empresas de utilidad material. El caso más notable parece ser el de la expedición geodésica franco-espa-

ñaola para la determinación de la longitud de un arco de un grado de meridiano en el ecuador. Hay una serie de factores que se combinan para realzar la significación difusora de esta expedición. Por una parte, el prestigio del que estaba precedida la empresa, la autoridad de los expedicionarios, y la importancia científica y académica de sus operaciones. Por otra parte, bien pudo haber sido esta expedición una vía para acercar a algunos espíritus ilustrados a la comprensión práctica de la importancia de someter la razón a la experiencia, y para captar el significado concreto de lo que comportaba el problema de geometrizar la experiencia. Probablemente pudo haber reforzado la idea de que la periferia no era solamente dispensario de materias primas para la metrópoli, sino también un espacio para la actividad científica, empezando por el reconocimiento objetivo de su situación geográfica y de las características de su territorio.

Distintos investigadores han aportado elementos históricos sobre el impacto renovador de la expedición geodésica tanto en la época subsiguiente a la publicación de sus resultados y observaciones, como durante su permanencia en el país, a través de las actividades difusoras adelantadas simultáneamente con la realización de sus experiencias. Por lo que respecta a la introducción de obras científicas modernas, E. Keeding ha informado (1973: 43-67)⁶ que La Condamine y Godin obsequiaron obras de ciencias naturales a la librería general de los padres jesuitas de Quito, que todavía se conservan con sus respectivas dedicatorias. Entre ellas se mencionan las *Institutiones physicae* de Musschenbroek y el *Traité de physique* de Rohault, por lo que hemos visto, en las antípodas del proceso de la difusión de la física experimental. Mostrando la estrecha relación sostenida entre los expedicionarios y miembros de la Compañía, Keeding argumenta en favor de la hipótesis de que este hecho histórico habría repercutido en la penetración de las tesis de Newton y del sistema copernicano en la enseñanza de la filosofía en la Universidad de San Gregorio Magno. El autor reseña seis manuscritos que se ubican en el período anterior a la expulsión de los jesuitas, en los que, como también se ha señalado para el caso de los manuscritos santafereños, la filosofía y la cosmología sirven de marco a reflexiones copernicanas y newtonianas. Sin que ello implique de ninguna manera una transformación estructural del discurso sistemático, parece plausible afirmar que en Quito se destacó más la tendencia adaptacionista que en Santafé. El más importante entre esos manuscritos es el correspondiente al curso que dictó, por una sola vez en la Universidad de Quito, el jesuita español Juan Hospital durante el período 1760-1761, y en el cual se divulgó, según afirma Keeding, por primera vez en Hispanoamérica la astronomía moderna y la filosofía newtoniana. En ese curso se formó el erudito hombre público ecuatoriano Eugenio Es-

pejo. Pero tal vez fue otro alumno de Hospital, Manuel Carvajal, quien hizo intervenir una argumentación más clara en defensa del sistema copernicano y en pro de la validez de las leyes de Newton, en su tesis filosófica y cosmológica de 1761. También se refiere Keeding a la existencia en Quito, por esa misma época y como consecuencia de estas actividades divulgativas, de un círculo de ilustrados que constituían lo que se ha llamado la "Academia Pichinchense", prefiguración de las sociedades patrióticas que a finales de siglo movilizarán en actividades de tipo sociopolítico a todos aquellos que han sido ganados para un punto de vista mundano y utilitario de la ciencia.

Un poco después de la ocurrencia de estos acontecimientos en Quito, empieza en Santafé de Bogotá un proceso de difusión que desde el principio se reclama sin ambages de la filosofía newtoniana, del sistema copernicano, del nuevo espíritu de la física experimental y que manifestará mayor arraigo y capacidad para desencadenar fuerzas intelectuales contra la tradición sistemática. El agente que desencadena este proceso de catarsis mental es José Celestino Mutis, quien llega a la Nueva Granada en 1760 como médico del virrey Messía de la Cerda. Mutis pasó a la historia principalmente por sus actividades como naturalista, y por haber sido a partir de 1783 y hasta su muerte en 1807, el director de la Expedición Botánica del Nuevo Reino de Granada. En otros trabajos hemos analizado las características del magisterio de Mutis en las ciencias matemáticas y la función contradictoria que ejerció en la formación de una tradición científica con un tipo de racionalidad deductivo-experimentalista (Arboleda, 1986a y 1987). Bástenos recordar en esta comunicación que a fines de los años 1750 Mutis se perfilaba, por su formación y su talento, como uno de los jóvenes con una carrera más promisoría en los círculos de la corte de Madrid en donde ejercía funciones de médico.

En términos generales puede decirse que la cultura científica que poseía Mutis en ese entonces oscilaba entre: a) una formación matemático-especulativa todavía con fuerte inclinación clásica (en particular a la geometría euclidiana), y en donde, sin embargo, funcionaban ciertos saberes elementales del cálculo infinitesimal; b) una retórica analítica fluida sobre la importancia de la filosofía newtoniana para fundamentar todo conocimiento del universo, y c) una solvente cultura general en física experimental obtenida a través del aprendizaje autoritario de los textos de Boerhaave, 'sGravesande, Musschenbroek y Nollet. Aunque Mutis continuó profundizando y extendiendo su cultura científica durante los cincuenta años de su estadía en América, nada indica que por ello se haya alterado sustancialmente la combinación originaria de estos elementos. Aparte de lo anterior, hay que tener en cuenta que si un personaje con un pensamiento de tales

características ya era excepcional con relación al promedio localizable en España alrededor de 1760, en la Nueva Granada pasaba a convertirse, como en efecto lo fue en vida y hasta mucho tiempo después de muerto, en "oráculo de este reino", hombre de ciencia providencial y, en cualquier caso, agente carismático de la incorporación de ciencia moderna.

Con Mutis la física experimental llega en bloque a la periferia colonial: los textos que son los discursos en boga sobre esos textos, el catedrático que está en condiciones de enseñarlos desde el punto de vista de la preparación, del reconocimiento del poder virreinal y de los poderes económicos (con los que, dicho sea de paso, comparte otros intereses no intelectuales), y de una juventud curiosa que muestra disposición y voluntad de saber. Sin embargo, el proceso de incorporación efectiva de la teoría se enfrentó a condiciones que lo difirieron y reorientaron, con respecto a las expectativas y al entusiasmo renovador de los primeros años. Mencionemos entre otras las siguientes: a) la diversidad de actividades rivales en las que tiene que desplegarse el agente difusor, dado el carisma autoritario que representa y la creciente demanda de servicios que le plantea la sociedad local; b) el rápido desplazamiento del rol principal del agente de difusión: del ejercicio diletante y ad hoc de la enseñanza de la física y de las matemáticas, a la realización de su vocación profesional por la explotación de minas y las exploraciones naturalistas; c) los conflictos locales por la reforma de la enseñanza y contra el monopolio religioso de la educación superior, ideologizan la enseñanza de la física experimental destacando en exceso la polémica sobre el sistema copernicano. Observemos para concluir que d) la debilidad política de la élite local de criollos frente a las compañías religiosas que saben hacerse al respaldo del poder metropolitano, obliga a acuerdos en materia de planes de estudios en los que se retrotrae la enseñanza de la física, al menos en lo que respecta a Copérnico y al método de Newton, a un estado muy anterior con respecto a los niveles del comienzo del proceso de difusión. Por ejemplo, al proponer el Plan de Moreno y Escandón en 1774 (Moreno y Escandón, 1774) la enseñanza de la física a través de la obra del fraile Fortunato de Brescia (1756) no puede dejar de recomendar que se lo lea "con desconfianza en todos aquellos puntos que caracterizan el método de Newton" (Moreno y Escandón, 1774: 7). También Mutis desde 1767⁷ se había manifestado en contra del "extraño empeño" de Brescia de criticar a Wolff al haber concluido que el sistema copernicano era un objeto de estudio de la astronomía y que ello en nada se oponía a las Sagradas Escrituras. Así pues, frente a los esfuerzos de otros planes de reformas como el de la Universidad de Alcalá de Henares de 1770 en los que se proponía adoptar el texto de Musschenbroek para la ense-

ñanza de la física experimental y eliminar el de Brescia (Sarrailh, 1981: 148), en la Nueva Granada los reformistas ilustrados se veían obligados a conciliar ante la reacción tradicionalista en un principio sobre el que tanto había venido destacando la retórica mutisiana en los últimos diez años.

En todo caso el movimiento de difusión de la física experimental ya había alcanzado una dinámica que no podía ser completamente reconducida a través de jugadas tácticas a nivel de planes de estudio. R. Martínez ha revisado diferentes manuscritos de los años 1770 (algunos de ellos disertaciones, otros copias de cursos leídos en las universidades de Santafé y de Popayán) en los que los títulos son reveladores de la extensión de este movimiento: a) *De philosophia naturalis que physica dicitur*, b) *Physices elementa mathematica experimentis confirmata*, parte 3a. de las *Institutiones philosophiae moralis* (ese título es parcialmente idéntico al de la obra de 'sGravesande de 1720-1721: *Physices elementa mathematica, experimentis confirmata. Sive introductio ad philosophiam newtonianam* (2 vols., 4o.), c) *Elementos de la filosofía natural que contienen los principios de la física demostrados por las matemáticas y confirmados con observaciones y experiencias* (este título recuerda el del *Discurso* de Mutis de 1764: "Elementos de la filosofía natural que contienen los principios de la física demostrados por las matemáticas y confirmados con observaciones y experiencias, dispuestos para instruir a la juventud en la doctrina de la filosofía newtoniana en el Real Colegio del Rosario de Santafé de Bogotá en el Nuevo Reino de Granada". Ambos títulos recuerdan el de la obra antes mencionada de 'sGravesande)⁸.

Una prueba más del compromiso con que los ilustrados criollos asumieron la tarea de popularizar las ciencias, es la traducción castellana de la célebre obra de Alexandre Savérien, *Histoire des progrès de l'esprit humain dans les sciences naturelles et dans les arts qui en dépendent... Avec un abrégé de la vie des plus célèbres auteurs dans ces sciences*, París, Lacombe, 1775. Traducida por el deán de la catedral de Santa Fe y miembro de la Real Academia de San Fernando de Madrid, Francisco Martínez. Esta obra empezó a publicarse en 1791 con el dictamen favorable de Mutis y bajo el título de *Historia de las ciencias naturales*. Editada por entregas para "mayor comodidad del público", aparentemente se alcanzaron a publicar 7 de los 12 fascículos que formaban el plan inicial. Se sabe que entre los suscriptores no solamente aparecían Mutis, Caldas y todos los miembros más destacados de la élite neogranadina, sino también ilustrados de Caracas, La Habana y otros lugares del exterior (Posada, 1917-1925). El esfuerzo del padre Martínez prolongaba la tarea empezada por Manuel Rubín de Celis en 1775 con su traducción castellana de la "Historia de

los progresos del entendimiento humano en las *ciencias exactas*" (Rubín de Celis, 1775), cuyo autor es el mismo Savérien. Ambas se inscribían en el movimiento de aprendizaje de la cultura científica en lengua castellana que en física experimental tuvo un antecedente notable en la traducción de las *Lecciones* de Nollet realizada por el jesuita Zacagnini en 1757.

Esta es la forma en que se presentaba a comienzos del siglo XIX la difusión generalizada de la física experimental en la Nueva Granada. No podría estar completo este panorama si no se hace algún comentario sobre las características que adoptó entre nosotros la difusión restringida de obras newtonianas de mayor nivel teórico. A pesar de que estas obras no fueron los vehículos que permitirían movilizar una opinión favorable a las ideas de la física experimental (sino por el contrario), a fines del último tercio del siglo empieza a ser posible y necesaria para algunos ilustrados una lectura compenetrada de tales obras. Infortunadamente todavía no se cuenta con elementos de información suficientes que nos permitan formarnos una opinión certera en la materia, pero sí se conoce que además de las obras más significativas de los experimentalistas, a las que ya nos hemos referido, los criollos interesados en profundizar su conocimiento en los fundamentos conceptuales del newtonismo podían haber consultado entre otros autores a Newton, Boscovic, Maupertuis, Leseur y Jacquier, Mme. du Châtelet, La Caille, Euler, d'Alembert, Lalande y Jorge Juan (obviamente el del llamado *Tratado de Mecánica* de 1771). Todos ellos son mencionados en cuestiones puntuales de la física, particularmente por Mutis, tanto en sus discursos como en los fragmentos de sus lecciones más conocidos. Pero, repetimos, el problema que aún se plantea es saber con precisión si aquí como allá hubo, y en qué grado, experiencias de estudios sistemáticos de tales autores. Estamos en condiciones de ofrecer algunos elementos del estudio que actualmente adelantamos sobre el muy importante empeño realizado por Mutis por analizar atentamente (y probablemente divulgar a otros) los *Principia* de Newton en la edición comentada (llamada "edición latina") de los padres mínimos Thomas Leseur y François Jacquier (Leseur y Jacquier, 1739-1740 y 1742). Para empezar aclaremos que la obra más difundida en España y en América de Jacquier no fue la anterior, sino las *Institutiones philosophicae ad studia theologica potissimum accommodatae*, en 6 vols. y en 12o. de 1757. Entre sus numerosas ediciones y reimpressiones, dos fueron hechas en España en 1787 y 1791. También circularon en diferentes sitios de España y de América los *Éléments du Calcul intégral*, en 2 vols. en 4o. publicados por Leseur y Jacquier en Parma, en 1768. Las indicaciones que recientemente ha aportado Víctor Albis (1986) parecen señalar que el ejemplar existente de esta obra (por lo demás

incompleto, pues sólo se habla del volumen 1) habría llegado al país por intermedio de los franciscanos desde muy temprano. Los fragmentos de la traducción realizada por Mutis con la colaboración de alguien más, que hasta el momento hemos localizado entre sus papeles matemáticos conservados en el Jardín Botánico de Madrid, permiten concluir que, efectivamente, en 1772 Mutis no solamente estudió el volumen 1 de 1739, sino también por lo menos el tomo 1 del volumen 3 sobre el sistema del mundo, correspondiente, como parece, a la segunda edición de 1760. Los ejemplares restantes que se sabe que existieron, o bien no han sido bien localizados en las bibliotecas de Colombia (lo cual no sería extraño dado el nivel todavía incipiente de estos estudios), o bien pudieron haber desaparecido posteriormente.

Es necesario ubicar el contexto histórico de la difusión y enseñanza de los *Principia* en el que se inscribe este laborioso empeño de Mutis por traducir la obra de Leseur y Jacquier. La época es significativa. Es probable conjeturar que hacia 1770 ya existe en Santafé una opinión favorable a la física experimental, con intereses maduros por la obra de Newton. También es un período de reformas de la enseñanza (que podría haber creado expectativas en las posibilidades de una enseñanza de mayor nivel científico), y de controversias ideológicas públicas entre partidarios y opositores del copernicanismo y del newtonismo. No podemos detenernos en estas circunstancias. Pero sí podemos valorar la labor de Mutis en este punto, recordando la dimensión histórica que tenía la edición comentada de Leseur y Jacquier para un ilustrado europeo que hacia mediados del siglo XVIII hubiese querido sinceramente domesticar el "libro sagrado", y que aún no dispusiese de la edición francesa de 1759, en dos volúmenes en 4o. preparada por Mme. du Châtelet con la asesoría de Clairaut. No hay que insistir sobre el análisis de las dificultades matemáticas que comportaba una lectura directa de los *Principia*, las cuales no fueron resueltas tan sólo con las mejoras de la tercera edición y las orientaciones de Cotes al "sistema de filosofar" de Newton. Tales dificultades intrínsecas fueron reconocidas muy temprano por el propio Newton, y motivaron en parte las publicaciones de los difusores-experimentalistas, en las que sencillamente se expurgaban los principios newtonianos de la "geometría sublime" y se los hacía reposar sobre la experiencia. Otros como David Gregory se propusieron, por el contrario, escribir una obra que le presentara al lector los elementos geométricos de la astronomía física indispensables para comprender los *Principia* (Gregory, 1702). Pero como ya lo reconocía J. E. Montucla (1758: 562), este libro sería muy estimado pero "no respondió a lo que se había esperado de él: porque en general, no es más que los *Principia* puestos en un orden un poco diferente, y aque-

llo que es oscuro y difícil en estos últimos, no lo es menos en el de Gregory". Este vacío vino a ser llenado por primera vez con las informaciones conceptuales claras y completas, y con los exhaustivos comentarios, adiciones y explicaciones que Leseur y Jacquier insertaron en su edición latina de 1739-1740-1742. La misma que permitió enriquecer la edición francesa de Mme. du Châtelet y de Clairaut. Sin aún disponer de la edición francesa que recibe en Santa Fe con posterioridad a 1786, Mutis realiza lo que a nuestro entender fue la primera traducción (inédita) al castellano de los *Principia*, no en la metrópoli sino en su periferia colonial y dentro de un proyecto difusor-educativo.

A GUIA DE CONCLUSION

En el estudio de la incorporación de la física experimental en la Nueva Granada en la segunda mitad del siglo XVIII, hemos utilizado ciertas categorías y criterios metodológicos que conviene explicitar. Hemos hablado de la incorporación de una teoría científica en una sociedad periférica con un régimen colonial de nuevo tipo que, en comparación con el período anterior, hace posible y necesario el fomento de empresas culturales y científicas como parte de la readecuación de la dominación y el control metropolitano a las nuevas condiciones del reparto del mundo. A lo anterior había que agregar la evolución económica y política de la sociedad local que estimula la voluntad de saber y la orientación de los intereses intelectuales de las élites hacia un campo más amplio de saberes, con la confianza de estar favoreciendo de esta manera la realización de un proyecto patriótico.

Hemos estudiado el proceso contradictorio de domesticación de la teoría en un segmento acotado por dos situaciones culturales cualitativamente distintas del medio local. Un primer momento en que representaciones autoritarias de la nueva teoría, resultado de anteriores recepciones, han dejado algunas huellas sensibles en el pensamiento tradicional, pero cuya fuerza intrínseca no les alcanza para vencer la dinámica de reinscripción de la ideología dominante. El estado final de la incorporación estará caracterizado por la formación de una opinión pública que manifiesta una actitud favorable y una mediana comprensión de la nueva teoría suficientes para que la vida intelectual local se pueda ir organizando dentro de los patrones culturales de la nueva cosmovisión. Desde el punto de vista institucional, el cambio de estado entre estas dos cotas se evidencia en una tendencia contradictoria a la secularización de la enseñanza superior, en donde las élites locales ilustradas intentan, sin lograrlo completa-

mente, romper el monopolio del control religioso sobre los colegios y universidades, y reformar todo el sistema educativo: restructuración de planes de estudio, nuevas formas instruccionales, creación de cátedras de matemáticas y de física (relativamente autónomas de los cursos de filosofía), adopción de textos de enseñanza de la "nueva filosofía", promoción de criollos ilustres a los cargos de catedráticos, ampliación del mercado de libros, de obras de popularización científica y de aparatos e instrumentos, etc. Esta tendencia renovadora se ve moldeada por las "negociaciones" entre intereses contradictorios de los poderes y de las élites locales (mediados a distancia por la Corona), en relación con los proyectos educativos. Los acuerdos viables resultantes, obviamente contribuyen a imprimir características particulares al proceso de incorporación de la nueva teoría (que se traducirá *a posteriori* en la expresión autóctona de la cultura científica sobre la teoría)⁹. Pero no lo reconducen en una dirección contraria (al menos no en el caso que aquí hemos analizado).

El nivel de institucionalización correspondiente al nivel promedio de difusión de la teoría en la periferia, solamente se obtiene en el primer período de la República independiente, cuando el sistema educativo reformado se pone al servicio del proyecto de estado que se proponen construir los grupos locales de poder. Obrando entre los dos momentos, el elemento catalizador del cambio de estado es el agente transmisor, cuyas características de autoridad académica, de gestor de un proyecto cultural viable, y de personaje carismático con poder para congregiar opinión, hemos anteriormente analizado para el caso de Mutis.

NOTAS

- 1 Se trata del Simposium Internacional "La Dinámica de las Disciplinas Científicas en la Periferia" realizado en San José de Costa Rica, y en el cual fue originalmente presentado este capítulo. Que el texto haya sido redactado por el autor en primera persona plural, no es casual. De hecho, en su objeto, enfoque, estructura, e incluso, en sus ideas centrales, fue el resultado de una reflexión compartida durante muchas conversaciones con mi colega y amigo Antonio Lafuente, investigador del Centro de Estudios Históricos, del CSIC.
- 2 Utilizamos la palabra en el doble sentido con que se la utiliza habitualmente para el caso de los animales: a) hacer una teoría apta para convivir con el hombre, y b) educar la teoría, someterla al hombre de tal manera que ejecute ciertas habilidades. Véase Moliner (1975).
- 3 Véanse las reseñas críticas de los *Elementa* elaboradas por el célebre jesuita L. B. Castel, cabeza de la reacción contra la física newtoniana en Francia, en el *Journal de Trévoux* de mayo y octubre de 1721.
- 4 Zacagnini, A. (1757): *Lecciones de física experimental*, escritas en idioma francés por el abate Nollet de la Academia Real de Ciencias de París, de la Sociedad Real de Londres, del Instituto de Bolonia y maestro de física del Sermo. Sr. Delfin. Madrid, Imp. Ibarra, en seis vols. Sobre la amplia difusión de Nollet en España a través de sus obras y sus discípulos españoles véase el libro de Jean Sarrailh (1981).
- 5 La amplia acogida de esta obra puede medirse por las ocho ediciones que se le hicieron y la traducción a varios idiomas.

- 6 Estas cuestiones han sido tratadas en Lafuente (1983) y en Estrella (1986). Un análisis técnico completo de los objetivos y resultados científicos de la expedición se encuentra en Lafuente y Delgado (1984).
- 7 Mutis, J.C. (1767): *Defensa del sistema copernicano*, en Hernández de Alba (1982: 104-116).
- 8 Véase un completo listado de estas obras junto con algunas descripciones de su contenido en R. Martínez (1985: 1a. parte).
- 9 En una próxima ampliación de este trabajo nos proponemos continuar analizando este problema particular. Nos limitaremos aquí a señalar los efectos del proceso de difusión que por tener más arraigo y perdurabilidad, pudieron trascender en la determinación de rasgos constitutivos de una cultura nativa sobre las ciencias. Entre las características ideológicas, podríamos mencionar: a) conciencia de excentricidad periférica a dos niveles: reconocimiento de las élites nativas de la dimensión singular que comporta la empresa científica en la periferia, pero también actitudes pesimistas sobre la supuesta imposibilidad de reproducir o "hacer" ciencia metropolitana en la periferia; esta última creencia está relacionada con b) una incapacidad de valorar críticamente la ciencia metropolitana, ya que se reproducen concepciones, tales como autoritarismo (legitimación cultural desde afuera) y dogmatismo (reproducción periférica simple de un discurso normativo metropolitano); c) como reacción mecánica a la fascinación local de los discursos formales-abstractos sobre las ciencias, tendencia a constreñir las actividades científicas y técnicas a una dimensión exclusivamente pragmática y utilitaria en desmedro de la teorización; de aquí habría surgido: d) un debilitamiento estructural de las actividades de experimentación científicamente controladas. Entre los aspectos sociológicos de la cultura nativa, podríamos mencionar: a) excesiva dependencia de las actividades intelectuales de la institución universitaria concebida como el centro por antonomasia para la formación científica y técnica; lo cual está relacionado con: b) la inexistencia o existencia excesivamente debilitada de vías utilitarias de institucionalización (véase, por ejemplo: Lafuente y Peset, 1985, y Arboleda, 1987); c) endurecimiento de una ideología de dependencia científica y tecnológica asociada con el autoritarismo del mecanismo de incorporación de ciencia (el agente providencial, o las expediciones y misiones contratadas en el exterior); d) insolidaridad nacional de las élites científicas y de las instituciones universitarias o tendencia a realizar el saber en la gestión burocrática más que en la apropiación del saber con fines de resolución de problemas concretos de la sociedad local (véase Lafuente, 1985).

Capítulo 4

SOBRE UNA TRADUCCION INEDITA DE LOS *PRINCIPIA* AL CASTELLANO HECHA POR MUTIS EN LA NUEVA GRANADA CIRCA 1770¹

El seis de julio de 1801 llegó Alexander Humboldt a Santafé, en donde permaneció durante 63 días antes de continuar su viaje al Ecuador. Este tiempo le bastó para familiarizarse estrechamente con el estado de ebullición cultural que se vivía en la capital del virreinato de la Nueva Granada. Inmediatamente reconoció la impetuosa dinámica que comportaba el movimiento de modernización científica y, por supuesto, los obstáculos estructurales que enfrentaba para poder consolidarse, de parte de fuerzas retardatarias con mucha influencia en la orientación de la vida social. Descubrió que este movimiento se caracterizaba por su espontaneidad y por la fragilidad del incipiente proceso de institucionalización de la enseñanza, consecuencia esta última de una etapa anterior de reformas no completamente saldada. Veamos lo que Humboldt dejó anotado en su diario de viaje al respecto²:

En todas partes oigo hablar de la nueva filosofía, como se denomina aquí la enseñanza de la moderna física, mecánica y astronomía. La juventud americana se halla impulsada por un movimiento intelectual profundo que ni siquiera se conoce en España. Aquí todo el mundo se queja del yugo de la Iglesia y del absurdo escolástico y quiere liberarse de las ataduras que los peripatéticos tratan de poner a la razón. Hasta entre los monjes hay reformistas. En vano se prohibió bajo pena de destitución, a los profesores de las escuelas superiores, la enseñanza de esta nueva filosofía, puesto que la juventud sigue estudiándola por su cuenta.

A continuación narra el incidente que acababa de ocurrir antes de su llegada con relación a la negativa de las autoridades eclesiásticas para que un cierto padre Rojas defendiera el sistema copernicano en el convento de los agustinos. Al generarse una fuerte controversia, el virrey solicitó a Mutis un concepto. Este aporta elementos de juicio que recuerdan sus discursos anteriores, especialmente la defensa del sistema copernicano en 1773. La fuerza de sus argumentos y la claridad de sus explicaciones sobre la expansión incontenible de este sistema por toda Europa terminan por imponerse, y el padre Rojas puede entonces exponer libremente sus tesis públicas.

La intervención a la que se refiere Humboldt es el documentado informe dirigido por Mutis al virrey Pedro de Mendinueta el 20 de junio de 1801, que efectivamente contribuyó a apuntalar el movimiento de institucionalización de la física newtoniana, originada 40 años atrás cuando el mismo Mutis introdujo su enseñanza en la cátedra de matemáticas del Colegio del Rosario³. El testimonio de estos acontecimientos le fue transmitido a Humboldt en 1801, y ello ha debido causarle una gran impresión, puesto que en el obituario que años después publicará sobre Mutis en la *Biographie Universelle* de Michaud, se refiere en los siguientes términos al sabio gaditano:

Como profesor de matemáticas del Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario, difundió las primeras nociones del verdadero sistema planetario en Santa Fe. Los dominicos no vieron sin inquietud que "las herejías de Copérnico" profesadas ya por Bouguer, Gogin y La Condamine, en Quito, penetraran a la Nueva Granada pero el virrey protege a Mutis de los monjes que querían que la tierra permaneciera inmóvil. Estos se acostumbraron poco a poco a lo que llamaban todavía "las hipótesis de la nueva filosofía" (Michaud, 1823; 29: 658-662).

Así pues, Humboldt aparece en estas citaciones como uno de los viajeros europeos más autorizados, que supo valorar desde bien temprano el mérito histórico que le cupo a Mutis en la delicada empresa de casi medio siglo tendiente a aclimatar la racionalidad científica newtoniana en la Nueva Granada. A partir de entonces hasta nuestros días, este álgido capítulo de nuestra historia cultural ha quedado reducido a un "hecho", y la conflictiva actividad social de su principal protagonista apenas se evidencia en la biografía civil del precursor. Sin embargo, ocurre a veces que nuevos eventos insospechadamente arrojan luz sobre el pasado, restituyendo otros que habían permanecido olvidados a lo largo del tiempo.

Tal es el caso del manuscrito inédito de Mutis que me propongo reseñar en esta comunicación. Cuando en 1909 se refiere el historiador Diego de Mendoza

a lo papeles matemáticos y físicos de Mutis conservados en el Jardín Botánico de Madrid, destaca equívocamente un tratado sobre el Sistema del Mundo que habría sido escrito por Mutis para su curso de astronomía. También habla de un fragmento sobre "Principios matemáticos de filosofía natural", del "que no sabemos si será original o traducción; tampoco sabemos si Mutis es o no autor de un copioso trabajo titulado 'Comentarios de Newton'" (Mendoza, 1909: 41-45).

Hace pocos años el historiador más consagrado de Mutis, don Guillermo Hernández de Alba, publicó fragmentos de algunos de estos manuscritos que aparentemente no presentan mayores dificultades de autoría (Hernández de Alba, 1983b: t. 11). Pero la gran masa de la documentación continuó considerándose como "apuntes de cátedra". En 1984, en la primera revisión que hice de esta documentación, empecé a distinguir diferencias de estilo y de enfoque en el tratamiento de varias cuestiones de física. Poco a poco, lo que parecía un discurso newtoniano plano se fue fragmentando en discursos distintos aunque sobre asuntos de un mismo género. Ello fue posible merced a numerosas lecturas de las obras de difusión de los autores más citados por Mutis en sus escritos, como 'sGravesande, Musschenbroek, Nollet, Ferguso y Paulian⁴. También porque en algún momento entendí que además de la influencia de los experimentalistas, el pensamiento de Mutis era subsidiario de un gusto marcado por la aplicación del método matemático a todo tipo de problemas, formado en el estudio y enseñanza de la obra de Wolff (Arboleda, 1987).

En medio de las tensiones intelectuales de estos dos polos y bajo las circunstancias de un magisterio al que la élite santafereña le planteaba nuevas exigencias, descubrí un Mutis que antes se me había escapado: una mente inquieta, dinámica, en búsqueda de otros horizontes culturales. Más adelante trataré de precisar esta caracterización de periodos en la evolución de su cultura matemática y física. Por ahora señalo que restituyendo las lecturas de Mutis, reflexionando con criterios epistemológicos sobre su pensamiento, familiarizándome hasta donde podía con sus manuscritos, pude lograr organizarlos y precisar sus fuentes principales de referencia. Al cubrir una buena parte de las lagunas que había entre tratados, en la secuencia de proposiciones y secciones de un grupo homogéneo de estos papeles, pude llegar a reconstruir el texto que resultó ser una traducción de los *Principia* de Newton al castellano.

Debo advertir que se trata de una traducción curiosamente fragmentada, e infortunadamente incompleta. Así, el Libro I fue traducido a partir de la tercera edición latina de 1726, revisada y actualizada por Newton, y el Libro III de alguna versión (probablemente ella misma fragmentaria) de la primera edición latina de 1687. No existe traducción del Libro II y tal vez nunca fue realizada. Pero, en

contrapartida, hay una valiosísima traducción de un *Comentario* al texto del Libro I. El manuscrito está muy bien conservado como documento. Consta de alrededor de 300 folios, tamaño 21 cm x 30 cm, escritos en la caligrafía de Mutis (con la excepción de una pequeña parte) por ambas caras. El todo (unas 160 mil palabras) constituye más o menos la tercera del legajo de papeles matemáticos perteneciente al Fondo J. C. Mutis del Real Jardín Botánico de Madrid. No se ha elaborado una búsqueda exhaustiva en el fondo que permita determinar si algunos folios faltantes en el manuscrito de la traducción se han extraviado o nunca existieron. Aparte de que tal manuscrito durante casi dos siglos ha permanecido desatendido en comparación con los legajos restantes, las sucesivas manipulaciones con fines de publicación de pequeños tratados probablemente han ocasionado que se traslapen algunos folios. Es posible además que el orden original haya sido alterado como consecuencia del aprovechamiento de las distintas informaciones contenidas en algunos folios del manuscrito. Mutis acostumbraba utilizar en la traducción el anverso y el reverso de otros documentos que le dirigían, como cartas, cuentas, convocatorias a actos académicos, e informes breves. Esta circunstancia tal vez desfavorable para su conservación integral, ha permitido sin embargo ubicar la fecha aproximada de elaboración de la traducción, a falta de cualquier otra información complementaria. Las cartas tienen fechas que se ubican entre junio de 1764 y junio de 1773, con un punto de aglomeraciones a mediados de 1772. Este dato, sumado a consideraciones que posteriormente expondré sobre el momento histórico en que esta traducción era más viable, permite suponer que fue realizada entre 1772 y 1773.

Veamos una descripción a grandes rasgos de las características de la traducción según su contenido y procedencia original de fuentes. Como se ha señalado, al trabajar en el Libro I de los *Principia* Mutis utilizó una edición que contenía el texto latino de la edición de Pemberton (la tercera) de 1726, hecha aún en vida de Newton y con su supervisión. El análisis del conjunto titulado "Comentarios de Newton", a todas luces traducido por Mutis del latín con posterioridad al Libro I, facilitó identificar la versión utilizada. Se trata de la famosa edición latina con comentarios de los padres mínimos Leseur y Jacquier⁵. Después me referiré a la significación de esta obra, sobre todo como vehículo de acercamiento de un público culto al contenido matemático de la mecánica newtoniana de los *Principia*. Por ahora me limito a destacar que Mutis no se propone hacer aparentemente una traducción formal de la obra (por ejemplo, para una posible publicación), en el sentido que deja de lado las dedicatorias, el poema de Halley, los índices y los prefacios. No traduce, en particular, el famoso prefacio de Cotes a la segunda edición de 1713. Después del título

“Principios matemáticos de la filosofía natural”, comienza de una vez a traducir las ocho definiciones y su escolio. Sigue con los “Axiomas o leyes del movimiento”, al final de los cuales aparece la traducción incompleta del escolio. Es posible que los cuatro folios ausentes estén extraviados. Los gráficos, como los comentarios, aparecen al final. Inmediatamente sigue la traducción de las secciones del “Libro I. Del movimiento de los cuerpos”.

La sección primera, “Del método de las razones primeras y últimas por cuyo medio se hacen las demostraciones en los tratados siguientes”, está incompleta. Por la comparación con los comentarios respectivos se concluye que Mutis sí tradujo los cinco corolarios y el escolio del último Lema XI y que estos folios se han extraviado. Las diferentes versiones de los límites tratadas por medios geométricos en los once lemas con mucho detalle, aparecen complementadas y esclarecidas en los extensos comentarios de Leseur y Jacquier. Señalo de paso que es precisamente en esta parte en donde aparece su útil recopilación de las técnicas de fluxiones, precedida de un estudio histórico sobre los infinitesimales desde la utilización del método exhaustivo por los antiguos hasta Newton, pasando por la geometría de los indivisibles de Cavalieri.

Las secciones segunda y tercera, consagradas a examinar geoméricamente el movimiento de los cuerpos de acuerdo con las leyes de Kepler, están completamente traducidas. Entre otros aspectos que han debido llamar la atención a Mutis en los comentarios a esta parte, se encuentra el extenso y completo tratado de cónicas elaborado por el matemático y hombre público suizo J. L. Calandrini, quien colaboró estrechamente con Leseur y Jacquier en el cuidado de la edición de Ginebra, en el perfeccionamiento de numerosas notas y en la incorporación de otras más.

También aparece completa la traducción de la sección cuarta, puramente matemática tanto por el texto original (“Del modo de hallar, dado el ombligo [foco], las órbitas elípticas, parabólicas, y hiperbólicas”), como por los comentarios. No ocurre igual con la sección quinta que así mismo se refiere a cuestiones geométricas. Aquí el lector tiene la impresión de que Mutis suspendió voluntariamente la traducción en algunos lemas (y sus respectivas notas) que podrían representar dificultades de comprensión o que no arrojaban, a su entender, más luces a las cuestiones de fondo.

La sección sexta, “Del modo de hallar los movimientos en las órbitas dadas”, es la única que junto con sus comentarios fue completamente escrita, no sé si también traducida, por alguien distinto de Mutis. El todo apenas consta de 16 folios escritos por ambos lados en una caligrafía más elaborada. Es importante tener en cuenta que es precisamente en esta sección en donde Newton

introdujo métodos matemáticos de aproximación para resolver el problema de Kepler de encontrar la posición de un cuerpo sobre una elipse por medio de la ley de áreas⁶. La sección séptima sigue con la anterior caligrafía al comienzo, pero pronto Mutis resume la escritura de la traducción directamente hasta el final del manuscrito. Algunos comentarios correspondientes a este empalme no aparecen. En lo demás, la traducción está completa.

La sección octava está enteramente traducida. Es una de las partes de los *Principia* en las que los comentarios de Leseur y Jacquier hacen resaltar más el empleo por Newton de las técnicas del cálculo infinitesimal en varias proposiciones, particularmente en la 39, la 40 y la 41. A partir de la sección novena se suspende la traducción de los comentarios de Leseur y Jacquier. En la sección décima, después de la proposición 50 sobre la oscilación del péndulo en la cicloide, termina la traducción del Libro I, al menos en el legajo existente en el Real Jardín Botánico. Infortunadamente no dispongo de indicios que permitan conjeturar que Mutis tradujo las cuatro últimas secciones del Libro I que contienen el brillante análisis matemático de los movimientos celestes, las atracciones entre esferas y *cascarones* esféricos, y entre sólidos no esféricos de revolución, ni la última sobre el movimiento de cuerpos muy pequeños.

Tampoco hay evidencias de que Mutis haya jamás traducido el Libro II de los *Principia* en donde más se ejerció el ingenio matemático de Newton. Por esta razón, o porque estaba más interesado (y presionado por su entorno) a tratar directamente las cuestiones físicas (sin demasiadas sutilezas matemáticas), o sencillamente porque no dispuso de un ejemplar del texto de los *Principia* que contuviera el Libro II, Mutis de una vez pasó a traducir el Libro III del Sistema del Mundo. Si descontamos que Mutis no siempre utiliza los tiempos de primera persona singular, que no tiene en cuenta las itálicas, que no acompaña los textos de sus figuras respectivas pues las agrupa al final, y ante todo, que deja de lado los once últimos lemas y las proposiciones comprendidas entre la 39 y la 42, puede decirse que esta traducción castellana es casi una transcripción, *verbatim et litteratim*, de alguna versión de la primera edición de 1687 del Sistema del Mundo.

He llegado a esta conclusión apenas recientemente después de comparar el manuscrito de Mutis con varias ediciones latinas y traducciones de los *Principia*. El texto clave resultó ser una reproducción facsimilar de la edición latina original de 1687 que se encuentra en la Biblioteca Nacional de Madrid (Newton, 1965).

Antes tuve que formular y rápidamente abandonar hipótesis equivocadas que, no obstante, se apoyaban en datos históricos no despreciables. La única

información de la propia mano de Mutis sobre su traducción, se encuentra al final de la traducción del Libro III. Dice textualmente: "Hasta aquí siguió la traducción por el ejemplar de una edición anterior. Por lo que falta acomodar todas las adiciones posteriores que se hallan en la edición última, hecha por los PP. Le Seur y Jacquier".

Inicialmente supuse que Mutis en los años 1770 dispuso para su traducción de los cuatro tomos de la edición de Leseur y Jacquier de 1739-1742, y que después de seguirla escrupulosamente en su trabajo del Libro I, la abandonó en el Libro II y la aprovechó a su conveniencia en el último. También entendí que Mutis conocía la publicación en 1760 de la edición revisada y corregida del llamado *Comentario* de Leseur y Jacquier⁷ (es bien conocido hasta qué punto estaba Mutis actualizado en materia de bibliografía científica). Mi idea era que Mutis confiaba recibir esta edición y "acomodar" a ella el manuscrito.

Contribuía a alimentar esta suposición (que obviamente resultó errada) un testimonio de Humboldt últimamente recordado por el matemático colombiano V. Albis en un estudio sobre la difusión de Newton en la Nueva Granada (Humboldt, 1982). Afirma Humboldt que en el año 1801: "... yo mismo he visto en el Convento de San Francisco [de Santa Fe] una edición completa de las obras de Newton".

Albis se apoya en esta información para sugerir que entre esas obras bien podía encontrarse el ejemplar de la edición comentada de Leseur y Jacquier que pasó al fondo de libros raros y curiosos de la Biblioteca Nacional de Bogotá, en donde se encuentra actualmente.

Convengamos que el *Comentario* se encontraba entre los libros señalados por Humboldt (si bien él se refiere a *una edición completa* de las obras que falta ubicar). El ejemplar actualmente disponible se halla incompleto: sólo existe el tomo primero. Sin por ello desconocer que los tomos restantes pudieron haber sido saqueados (como fue corriente en nuestras antaño ricas bibliotecas científicas latinoamericanas inclusive hasta bien entrado el siglo XX), o que se extraviaron, era posible conjeturar que, por razones hasta ahora desconocidas, el único ejemplar que se conservó fue precisamente el que pudo utilizar Mutis en su traducción del Libro I. Con esta idea me encaminé a buscar otras fuentes. Confirmé que no utilizó la traducción francesa de Mme. du Châtelet⁸, como ya antes se desprendía del hecho de aparecer su título en la lista de libros que solicitó Mutis en 1786 a Juan Jiménez, librero de Cádiz. En todo caso, la estructura y el tipo de discurso de la edición manejada por Mutis, a todas luces, eran menos complejos, menos elaborados, y no coincidían con los cambios en cuestiones fundamentales de forma y contenido que Newton había introducido

sucesivamente en las ediciones segunda y tercera. Tales modificaciones, aunque con problemas de otra índole, se encuentran en la traducción de Mme. du Châtelet, como ha sido ampliamente estudiado en los últimos tres decenios⁹.

Pasé entonces a considerar firmemente la posibilidad de que la fuente de Mutis hubiese sido algún ejemplar de la primera edición de los *Principia* (cosa improbable pero no imposible), o alguna de las diferentes reproducciones totales o abreviadas que contenían el Libro III¹⁰. Una comparación textual, no exhaustiva, pero suficientemente detenida, permitió comprobar esta conjetura. Con lo cual quedaba clara la nota de Mutis en el manuscrito: no disponiendo de los dos tomos de la edición de Leseur y Jacquier de 1739-1742, correspondientes al Libro III, realizó su traducción con base en una edición anterior, y esperaba hacerle luego la adición de los comentarios (no estaba al tanto Mutis de todos los cambios en el propio texto de las varias ediciones).

Veamos algunos de los elementos que resultan de esta revisión. Empecé teniendo en cuenta que las famosas cuatro *Regula Philosophandi* al principio del Libro III, solamente se encuentran en la tercera edición, mientras que la regla tercera aparece únicamente en la segunda y en la tercera ediciones. Así mismo el "Escolio general" de carácter teológico-metafísico con el cual termina la obra. Mutis empieza traduciendo el prefacio de Newton al Libro III. Pero en lugar de continuar con las familiares "Reglas para filosofar" (trad. castellana), o "Reglas que se deben seguir en el estudio de la física" (trad. francesa), ambas hechas con base en la tercera edición, y seguir traduciendo el grupo de seis "fenómenos" que se encuentra en esta última, transcribe un conjunto heteróclito de nueve "Hipótesis" que sólo aparecieron en la primera edición. Mutis las traduce como "Suposiciones".

Este es uno de esos puntos que deben tenerse en cuenta en un estudio epistemológico posterior al manuscrito, en tanto puede ser una de las claves objetivas para apreciar el nivel real de asimilación de la filosofía newtoniana presente en los populares discursos de Mutis. No cabe ahondar en este asunto por ahora. Pero una observación puntual podría ilustrar la importancia de esta investigación. La "Suposición IV" del manuscrito mutisiano de los años 1770 se refiere precisamente al punto nodal de las apasionadas querellas de la época en la Nueva Granada: "Que el centro del Sistema del Mundo está en quietud. Todos conceden esto; aunque disputen unos que la Tierra está en quietud, y otros que el Sol".

Cuando Newton transforma el grupo original de hipótesis en las reglas y fenómenos (suprimiendo unas proposiciones y agregando otra), hay una hipótesis que mantendrá esta denominación. Es la *Hipótesis I* que aparece en la segunda y tercera ediciones después de la proposición 10 ("El movimiento de

los planetas en los cielos puede conservarse por mucho tiempo". Es decir, la estabilidad a largo plazo del sistema solar). Koyré considera esta cuestión cuando se refiere a las diferentes acepciones que le da Newton al término "hipótesis" (Koyré, 1956: 51-84). De una parte, hipótesis puede ser una afirmación, un postulado de su astronomía. De otra, una proposición imposible de deducir de los fenómenos. Para Newton, dice Koyré, la inmovilidad del mundo era probablemente una hipótesis en ambos sentidos: un postulado de su sistema y, al mismo tiempo, una proposición imposible de deducir de los fenómenos.

Porque, continúa, si Newton conservó siempre la esperanza de que la ciencia podría, algún día, determinar los movimientos reales, absolutos, de los cuerpos terrestres, siempre supo por lo demás que estábamos muy lejos de ello y que no disponíamos de ningún medio empírico para decidir si el centro del mundo es inmóvil o se mueve uniformemente en línea recta.

Basten estas anotaciones para realzar el interés de ahondar el estudio, desde una perspectiva analítica como la abierta por Koyré en sus *Études newtoniennes*, de esta y otras cuestiones terminológicas presentes en el manuscrito de Mutis. Relacionadas con las ideas suyas expresadas en el resto de sus publicaciones (por ejemplo, los discursos en defensa de las hipótesis del sistema newtoniano), nos darán seguramente pistas para avanzar en firme en la interpretación de su pensamiento y su obra cultural en la Nueva Granada.

Al proseguir en la revisión textual del manuscrito, quisiera señalar algunas pruebas más de que es una traducción al castellano de la edición latina de 1687. Ello me permitirá adelantar elementos desconocidos sobre proposiciones fundamentales de la mecánica celeste que Mutis no pudo difundir entre nosotros. Al final de la proposición 5, al corolario 2 no sigue en la traducción el corolario 3 (introducido en posteriores ediciones). Este se refiere a la gravitación de todos los planetas entre sí. Tampoco aparece el escolio en el cual se explica que la fuerza centripeta que mantiene a los cuerpos celestes en sus órbitas es la fuerza de gravedad.

Después del corolario 3 con el que termina la proposición 6 en la primera edición, Newton, a instancias de Cotes, introducirá después el corolario 4 que reafirma claramente la existencia del vacío como condición necesaria del sistema del mundo. No aparece por supuesto en la traducción de Mutis.

Los cálculos numéricos y los corolarios de la proposición 8 no corresponden a los de las ediciones posteriores. Así pues, en ésta y otras proposiciones (12, 13, 19 y 20, entre otras) los datos empleados son anacrónicos. Tal característica parece advertirse igualmente en algunos de los cálculos utilizados por



Mutis en alegatos y discursos públicos en defensa del sistema de Copérnico. Sin embargo esto debe ser corroborado en el desarrollo de esta investigación.

Otras limitaciones conceptuales de la traducción de Mutis aparecerán más adelante, cuando examine algunos de los *Comentarios* de la edición de los *Principia* de Leseur y Jacquier que lamentablemente no pudo consultar. Sólo agregaría, para terminar con este tema, que el manuscrito de la transcripción castellana se suspende al final del corolario de la proposición 38 que trata de la figura del cuerpo de la Luna. Al reverso del último folio aparece la nota que cité antes (p. 300) sobre sus fuentes de traducción. No obstante, el original de la primera edición continúa precisamente con la proposición 39 sobre la precesión de los equinoccios, de un elevado nivel matemático y en donde se encuentran los rudimentos del famoso problema de los tres cuerpos. Tampoco traduce Mutis las proposiciones y lemas de esa edición que se refieren a la teoría de los cometas, cuestión ésta que al decir del propio Newton era de las partes más difíciles de comprender de los *Principia* (lemas 3 al 11, proposiciones hasta la 42).

Paso ahora a referirme a la primera parte de la traducción: la que tiene como fuente el Libro I en la edición latina comentada por Leseur y Jacquier. Antes he señalado algunos rasgos de esta obra que dan cuenta de su significación en la época en que apareció al público y fue ampliamente difundida. Al mismo tiempo, revelan el valor histórico inestimable del manuscrito con su traducción al castellano (en mi conocimiento la única que tal vez se ha hecho, no sólo en el siglo XVIII, apenas treinta años después de su aparición, sino incluso hasta nuestros días, después de varias ediciones y reimpressiones). Empezaré por informar algunos elementos sobre el impacto del *Comentario* en los medios académicos al final de los años 1740, y sobre la personalidad académica de los autores, sobre todo de Jacquier.

Quienes todavía alrededor de los años 1730, ya fuese para combatir su filosofía natural o para asumir su defensa, se proponían, por decirlo así, "domesticar" los *Principia*, debían consagrar muchas energías a la tarea de empaparse de ese estilo newtoniano tan peculiar de matematizar el estudio de los fenómenos naturales. Ya no bastaba tan sólo conocer los rudimentos de la aritmética y la geometría euclidiana, y la expresión cartesiana de ciertos lugares geométricos comunes, para estar familiarizado con el lenguaje en que se expresaban algunas leyes naturales. Se trataba ahora de todo un sistema complejo de proposiciones de una novísima teoría mecánica, que al remitir incesantemente unas a otras, era menester dominar en su conjunto. Al mismo tiempo, tal sistema estaba indisolublemente articulado, tanto en su heurística como en su forma expositiva, por una no menos nueva e impenetrable "geometría sublime" cuyas claves técnicas y algo-

ritmos no aparecían por ninguna parte en la obra. En efecto, Newton había sistemáticamente aprovechado en la elaboración de su mecánica un arsenal de conceptos de una original teoría matemática de límites, fluxiones, teoría de curvas, teoría de aproximaciones, series infinitas, ecuaciones diferenciales, diferencias finitas, etc., a la que había llegado casi simultáneamente con el descubrimiento de su teoría física¹¹. Mas haciendo esta aplicación, prefirió expresar sus *Principia* en el lenguaje de la "antigua geometría", más a tono con el pensamiento matemático y físico del siglo XVII y de comienzos del siglo XVIII.

Aquello que para el autor estuvo probablemente motivado en consideraciones con el lector, sería interpretado maliciosamente por sus detractores en las polémicas con respecto a la naturaleza y el alcance de la difusión de su obra. Cuando los opositores se dieron cuenta de las dificultades que comportaba el estilo newtoniano, argumentaron que Newton *ex profeso* ocultó los procedimientos para excitar más la admiración por sus descubrimientos de las leyes de atracción y del sistema del mundo. Que utilizó el "método de la antigua geometría" para que fuera más difícil restablecer la ruta que lo condujo a tales descubrimientos¹². Como pretendía Malebranche, afirmaban que Newton había subido muy alto en la torre del saber y después había tirado la escalera. Lo cierto es que la presentación *more geometrico* de los *Principia* favoreció, por ejemplo, la difusión generalizada de la nueva física por vías menos ortodoxas. Generalmente la de los experimentalistas ingleses, holandeses y franceses, menos interesados en el etalaje científico de la teoría que en la explicación sensible de los resultados mecánicos.

Pero si ya a fines de la década de 1730 la empresa difusora de los experimentalistas había conquistado, ciertamente en medio de apasionadas contiendas, una audiencia nada despreciable entre ilustrados, sabios y académicos europeos, no había servido para atraer a un público más culto que requería una mediana comprensión de las razones teóricas y las demostraciones técnicas que se encontraban detrás de las experiencias sensibles.

Este es el gran mérito de la edición de Ginebra de 1739-1742. Leseur y Jacquier respondieron en forma satisfactoria a las demandas de este tipo que se formulaba un lector culto de la época. Antes de que aparecieran sus *Comentarios*, otros autores que se propusieron en alguna forma cumplir este objetivo de difusión restringida (como Gregory, Varignon, Hermann, Keill, Clarke, Maupertuis, a quienes aprovechan profusamente en su libro Leseur y Jacquier), sólo cumplieron su cometido de una manera parcial o desde un problema de interés científico muy particular. Por otro lado, sería en buena parte como resultado del impulso difusor selectivo de los *Principia* que representó la edición de los

dos mínimos, que entre los años 1740 y 1750 se dio un notable auge de publicaciones eruditas en este género de comentarios y visiones de conjunto de la física newtoniana. Entre todas se destacaron las de Sigorgne, Maclaurin y, por supuesto, la traducción al francés debida a la marquesa de Châtelet.

La influencia de la edición de Ginebra sería particularmente notable en la preparación de esta última. Es sabido que Clairaut fue colaborador, consejero y revisor de la traducción a la cual la marquesa agregó suplementos extraídos de los trabajos más recientes de su amigo. Menos conocido es que esta traducción se enriqueció con los comentarios de Leseur y de Jacquier, en particular, en virtud de la estrecha relación que mantuvo este último con el llamado "círculo de Cirey". En 1744 Jacquier visita la mansión de la marquesa en esa localidad y establece contacto personal con Voltaire, Clairaut y la marquesa, que dará lugar a una interesante correspondencia¹³.

Con anterioridad a la aparición del primer volumen de la obra, en 1739, la comunidad científica seguía con expectación el proceso de preparación de la edición a cargo de Calandrini. En el volumen de 1737 del *Journal o Mémoires de Trévoux*, se publica el prospecto de "la nueva edición de los principios de M. Newton a cargo de dos sabios mínimos del convento de la Santa Trinidad de Roma". Y en el volumen del año siguiente se anuncia que ya está impreso el primer libro. Igual recepción obtuvo la obra en los más destacados periódicos científicos. Se encuentran reseñas, entre otros, en los *Philosophical transactions of the Royal Society*, institución a la que los autores dedicaron su obra y de la que ambos serán miembros. En las *Mémoires* y en la *Histoire* de la Académie Royal des Sciences, de la cual también serán miembros correspondientes, de Clairaut, y en el *Journal de Sçavants*. Comparable acogida deben haberle tributado los círculos científicos de Berlín, de Roma y de Bolonia, puesto que hasta donde sé, al menos Jacquier fue hecho miembro de la Academia de Ciencias de San Petersburgo y de las principales sociedades científicas y literarias de Italia.

Los ecos del renombre de los *Comentarios* obviamente llegaron a España, en donde sin embargo Jacquier se hizo célebre especialmente a partir de los años 1770 por la amplísima divulgación de otra obra suya que fue blanco de todo tipo de polémicas: las *Instituciones filosóficas*¹⁴. En efecto, es bien sabido que los ilustrados y eruditos españoles de los años 1750 no estaban ni mucho menos aislados de estas redes internacionales de información científica. Por el contrario, la presencia de estas obras periódicas en los catálogos disponibles de algunos fondos y bibliotecas de esos años pone de presente que estaban al tanto de las novedades y del estado de la literatura científica en los principales centros académicos europeos. Entre todas, las noticias de las *Mémoires de Trévoux*

gozaban de una especial autoridad entre los eruditos españoles que con seguridad las tenían como principal fuente de información sobre el progreso de las ciencias y de las artes, y de su enseñanza. Un caso notable es el de Feijoo, como se desprende de la lectura de sus *Cartas Eruditas*, ante todo las que datan de los años 1750¹⁵. El benedictino no dudaba en recomendar el uso de las *Mémoires* e incluso explicaba el método de servirse con provecho de las diferentes materias sobre las que versaba tan dilatada obra.

Cualquiera que fuese el vehículo de transmisión, las obras newtonianas como la de los padres Leseur y Jacquier llegaron a España y a sus colonias sin mayor dilación que la razonable dentro de las condiciones prácticas de circulación de toda literatura a mediados del siglo XVIII. Nada permite dudar de que fueron manejadas, leídas e incluso aprovechadas en cuestiones particulares o en la formación del gusto por la nueva ciencia entre los miembros de las élites ilustradas. Los pocos pero importantes estudios documentados que se vienen adelantando sobre el problema histórico de la difusión de la ciencia newtoniana en España e Hispanoamérica, así permiten concluirlo. Cosa bien diferente es que a pesar de su temprana difusión, obras como los *Comentarios* a los *Principia* tuvieron que esperar a que se dieran en las periferias receptoras decisivos acontecimientos sociales y culturales, para poder cumplir en esos territorios la función de promoción de una cultura científica moderna, que constituía su razón de ser en los centros emisores. Así debemos entender la aparición de los *Comentarios* en la biblioteca de los franciscanos de Santafé, aparentemente antes de 1760, aunque su aprovechamiento sólo se hizo efectivo en 1770, dentro de un proyecto avanzado de difusión y enseñanza de la física newtoniana en el que Mutis estaba comprometido. Antes de analizar este interesante problema de la función sociocultural de los *Principia* en la periferia, quisiera ahondar algo más en la apreciación del contenido de la obra de Leseur y Jacquier que fue el vector más notable de su transmisión.

Al describir la primera parte del manuscrito correspondiente a la traducción del Libro I he dejado entrever que los *Comentarios* son estrictamente técnicos. Queriendo mantenerse al margen de las polémicas entre los distintos sectores de opinión científica, sus dos autores supieron aprovechar toda información que juzgaron útil para exponer con la mayor claridad y el más estricto rigor la mecánica newtoniana con sus desarrollos más recientes. Este escrúpulo de eclecticismo científico, esta asepsia filosófica, hacía que, a diferencia de muchos otros trabajos sobre los *Principia*, un lector de los *Comentarios* no encontrara, mezclados con la explicación de las leyes de la mecánica, juicios de valor sobre el sistema de Newton, que no fueran los que ya aparecían en la

propia edición latina de 1726. Este tipo de opiniones filosóficas fueron expresadas por sus autores en otras de sus obras. Concretamente en las *Instituciones filosóficas* de Jacquier. Tal vez la excepción a este criterio se encuentre en la *Declaratio* que precede el Libro III, parte primera, sobre el Sistema del Mundo. Se trataba ante todo de la formalidad con la que los mínimos franceses del convento de la Trinidad de Roma y asesores científicos (como R. Boscovich, el jesuita amigo suyo) de las autoridades eclesiásticas, se ponían a tono con el signo de los tiempos: reconocer que la teoría newtoniana de las leyes de la gravitación reposaba sobre una hipótesis, el movimiento de la Tierra, que no era más que eso: una hipótesis, puesto que iba en contra de lo mantenido por el Pontífice, el máximo representante del cielo en la Tierra.

El mismo reconocimiento formal será mantenido veinte años después por Jacquier, aun en un contexto más teológico y metafísico, en el Prefacio del tomo IV de las *Instituciones filosóficas*. Explica allí que en materia de ciencia de la naturaleza se limitará a presentar los fenómenos desnudos, sin apelar a conjeturas ni a especulaciones, sino fundados en raciocinios y experimentos probados. Después afirma lo siguiente:

(...) quiero advertir, antes de entrar en la física, que por mayor comodidad supongo unas veces móvil el globo terráqueo, y otras veces inmóvil: pero esto es bajo la protesta, y confesión que hago de rendir mi obediencia a la determinación de la Santa Iglesia Católica Romana, que sabiamente ha prohibido se defienda como Tesis, la hipótesis copernicana.

Luego sigue la exposición de los principios de la física newtoniana en dos de los seis tomos que conforman la obra, en un estilo claro y conciso, propio de un manual pedagógico de filosofía dirigido a principiantes, y que por lo mismo debía estar desprovisto de la docta erudición de los grandes tratados de física.

El historiador de las ciencias que conoce la inteligente utilización de las obras de los padres Leseur, Jacquier y Boscovich en los alegatos de Feijoo, Jorge Juan y Mutis contra los anticopernicanos de España y la Nueva Granada que los consideraban sospechosos de herejía por propagar las ideas newtonianas, no puede menos que sonreír ante la paradoja que representan las anteriores declaraciones: lo que era una simple formalidad en Roma, se convertía en poderoso criterio de autoridad en Madrid y en Santafé¹⁶.

Este *ex cursus* por las *Instituciones* ayuda a comprender la actitud que se preserva en los *Comentarios* a la que me he referido: concentrarse ante todo en la explicación conceptual que facilite la inteligencia de la "geometría sublime"

en la que están inmersos los principios de la mecánica. El lector de esta obra no tenía que recurrir a lecturas adicionales con este fin, ya que encontraba en sus numerosas y extensas notas los prerequisites en matemáticas y física indispensables para la comprensión de las proposiciones de los tres libros. Empezando por los sustanciosos apartados sobre las cónicas y el método de fluxiones a los que antes me he referido. Igualmente los elementos de la *Aritmética universal* de Newton, los fundamentos de los logaritmos, el cálculo de máximos y mínimos, la teoría de curvas en sus principales rudimentos, las ecuaciones del movimiento de los fluidos, o de la trayectoria de los proyectiles en medios resistentes, y tantas otras cuestiones pertenecientes concretamente a los *Comentarios* del Libro II (recordémoslo, no utilizado por Mutis). Todo ello respaldado con numerosísimas figuras, cálculos, ecuaciones, tablas, que dan cuenta del meticuloso trabajo de edición adelantado especialmente por Calandrini, a quien los autores no cesan de agradecer en los diversos prólogos.

En las partes propiamente astronómicas, los *Comentarios* son no menos pertinentes y explicativos¹⁷. Antes de la introducción de Newton al Libro III, Leseur y Jacquier agregan su propia *Introductio* que consta de tres partes: la definición de los conceptos fundamentales de la astronomía, una concisa presentación de la refracción celeste y la paralaje, y las técnicas sobre las que reposan el telescopio y el micrómetro. Luego adicional al texto complementos actualizados sobre la teoría de las mareas que era uno de los puntos más débiles de los *Principia*. Antes de que Laplace formulara en los años 1770 sus ecuaciones diferenciales del movimiento de los fluidos en la Tierra bajo la acción de la gravedad, estos avances estaban representados en los siguientes trabajos con los que termina la primera parte del Libro III: a) el tratado de D. Bernoulli sobre el flujo y el reflujo del mar, con el cual su autor había obtenido el premio de la Académie Royale des Sciences en 1740; b) el de Maclaurin: "De causa physica fluxus et refluxus maris", seguido de algunas páginas con anotaciones de los editores, y c) la "Inquisitio physica in causam fluxus ac refluxus maris", de Euler. En el tomo IV que contiene la segunda parte del Sistema del Mundo, Jacquier y Leseur anteceden la teoría de la Luna (proposiciones 25 a 42) con una introducción sobre el estado de la cuestión y agregan a lo largo del volumen, como en los anteriores, notas plenas de cálculos matemáticos. Como aquéllos correspondientes a la proposición 35 y, en particular, a su escolio, y que están basados en el tratado de Cassini "Prima aequationis solaris".

En la parte final en donde se presenta la teoría sobre el movimiento de los cometas, los comentarios aportan importantes esclarecimientos al razonamiento seguido por Newton para determinar el curso de los cometas y la trayectoria

que describen en sus órbitas. También introducen complementos importantes basados en algunos de los trabajos de De Mairan, Clairaut y Maupertuis con quienes Jacquier mantuvo relaciones personales y epistolares. Algunas de las cartas que ha publicado Jovy (1922) nos proporcionan información a este respecto. El 10 de octubre de 1739, De Mairan le agradece a Jacquier el envío del primer volumen del *Comentario* en los siguientes términos elogiosos:

(...) Nadie podría ser más sensible que yo a este magnífico y útil presente, que será objeto y alivio de mis estudios, como de todos aquellos que aspiran a comprender los principios matemáticos de este Filósofo. Hasta ahora no puedo más que apreciar la belleza del orden de la obra; pero no dudo que el saber, sagacidad y la claridad de entendimiento de los autores estarán presentes en ella. Poco sería el elogio de eruditos que como Ustedes, Mi Reverendo Padre, y vuestro digno Colega, quieren así hacernos partícipes de sus conocimientos.

Aprovecha De Mairan para remitirle su tratado sobre la aurora boreal que aparecerá frecuentemente reseñado en los *Comentarios* de los volúmenes siguientes. También le presenta sus investigaciones físico-matemáticas sobre la reflexión de los cuerpos y se vanagloria de haber "desarrollado muy bien la doctrina de Newton sobre tales materias aplicando la mecánica a los hechos dados".

Por su parte, en una carta del 6 de mayo de 1760 (Jovy, 1972: 47) Clairaut le envía a Jacquier un ejemplar de su teoría de los cometas, pidiéndole que la revise, la muestre a sus colegas de Roma, y le envíe sus opiniones lo más pronto. Se trata de la célebre *Théorie du mouvement des comètes, dans laquelle on a égard aux altérations que leurs orbites éprouvent par l'action des planètes. Avec l'application de cette théorie à la comète qui a été observée dans les années 1531, 1607, 1682 et 1759*, Paris, chez M. Lambert, 1760. Poco después al hacer una exposición de esta teoría en su obra divulgativa *Instituciones filosóficas*, Jacquier demuestra que la íntima relación intelectual que mantenía con su amigo e ilustre colega de la Academia de París se fundamentaba en el mutuo convencimiento del poder del sistema de Newton para explicar y predecir los más inextricables fenómenos de la naturaleza.

Estos son pues los autores de la edición latina comentada de los *Principia* cuyo primer volumen cae en manos de Mutis en la Nueva Granada en un momento en el que se conjugan distintas circunstancias que hacen posible y necesaria su apropiación. Los anteriores elementos de información muestran, creo yo, inequívocamente, que la empresa de traducción de los *Comentarios* demandaba tal esfuerzo y consagración que no pueden entenderse únicamente dentro de un proyecto intelectual de erudición científica del individuo Mutis. Convie-

ne entonces recordar lo que se conoce sobre las actividades de enseñanza y difusión adelantadas por Mutis en los años en que se hizo la traducción, y preguntarnos por el estado de la demanda de conocimientos en la "nueva física" que la élite ilustrada le planteaba en ese momento a nuestro personaje.

En el Capítulo 3 he estudiado tres momentos en el proceso de institucionalización de la física newtoniana en Colombia entre 1740 y 1820. El primero se extiende entre 1740 y 1760. Se presenta entonces un diálogo de la física aristotélica con algunos textos cartesianos y casi-newtonianos que, no obstante, son reinscritos en la cosmología peripatética todavía dominante. El siguiente período está caracterizado por una fuerte penetración de la física moderna, principalmente a través de los textos de los experimentalistas newtonianos 'sGravesande, Musschenbroek, Nollet, Sigaud de la Fond, que Mutis difunde ampliamente en la primera cátedra de matemáticas y física del Colegio del Rosario, entre 1762 y 1766. A partir de entonces se desarrolla un proceso irreversible de enseñanza de la física moderna, ciertamente en medio de conflictos institucionales fuertemente ideologizados y que expresan los intereses contradictorios de grupos antagónicos en la enseñanza. A pesar de todo, poco a poco terminará por imponerse un pensamiento promedio sobre la importancia intrínseca y extrínseca de cultivar la física experimental. Finalmente, será en el marco de un nuevo proyecto de sociedad en el que se integrará esta enseñanza como parte de un sistema educativo pragmático, de utilidad pública. Tal punto de equilibrio en la institucionalización de la física está representado por una obra: las *Lecciones de Física para los jóvenes del Colegio Mayor Seminario de San Bartolomé*, de 1820 y cuyo autor fue José Félix Restrepo, un ilustrado perteneciente a la segunda generación de colombianos que por influjo directo de Mutis se educaron en el gusto por la "nueva filosofía". Más conocido por haber sido maestro del sabio Francisco José de Caldas, Restrepo ejerció una importante enseñanza de la ciencia moderna en Santafé y en Popayán. Hombre público notable en el período de la construcción del estado republicano (diputado, magistrado, ministro), su magisterio excepcional garantizó en buena medida la línea de continuidad en la difusión de la física moderna entre dos épocas en conflicto. Las *Lecciones de Física* son el primer texto autóctono de física experimental en Colombia durante la época de la República.

El mismo Restrepo es precisamente uno de los jóvenes que junto a Eloy Valenzuela y, un poco más tarde, Fernando Vergara (catedráticos como el primero de matemáticas y física)¹⁸ se formaron no ya tan sólo en la retórica de los primeros discursos y lecciones mutisianas sobre las ventajas del sistema newtoniano, sino en el estudio más acabado de sus lecciones de los años 1770, en las

que el sabio debe haberles transmitido en alguna medida el meollo matemático-físico de los *Principia*¹⁹. Atrás había quedado el joven voluntarioso y soñador de los años 1760, que se empleaba en múltiples actividades y proyectos (aparte de su cargo de médico del virrey), en cada uno de los cuales se veía obligado a demostrar talento y autoridad, inclusive en detrimento de su eficacia y proyección social. Ahora, diez años después, nos encontramos con un Mutis que, al menos en el período de 1770-1776, está más compenetrado con la realidad del país y con la idiosincrasia de sus gentes. Es un Mutis más realista que se compromete sólo con algunos proyectos intelectuales, que aplaza otros con prudencia y tacto y, ante todo, un Mutis que en medio de una sociedad en situación de extremos conflictos sabe crear las condiciones que garanticen la buena marcha de sus opciones personales. También es por supuesto un Mutis de convicciones más arraigadas. En el período de siete años al que me estoy refiriendo, además de profesar con más dedicación que antes la enseñanza de las ciencias matemáticas, de preparar inteligentemente sus proyectos de explotación de minas para los años venideros, y de perseverar en sus exploraciones naturalistas, el gaditano ingresa al clero secular, descubre dos veces la quina en la Nueva Granada, asume vigorosamente la defensa de su prioridad en este descubrimiento y trabaja en la empresa de su explotación y comercialización. Por lo demás lleva hasta un nivel insospechado su polémica anterior sobre el sistema de Copérnico-Newton. A propósito del mayor compromiso de Mutis con las actividades de enseñanza y difusión científica, hay que tener en cuenta que entre 1769 y 1778, en la Nueva Granada como en España y en otras colonias de América, se adelantaban proyectos de modernización de la enseñanza y contra su control hegemónico por las comunidades religiosas. Más organizada su vida y mejor preparado intelectualmente, Mutis encuentra además un ambiente propicio para proponerse empresas intelectuales de envergadura como esta traducción al castellano de los *Principia*.

Recuérdese así mismo que este movimiento modernizador de la enseñanza se expresa con el compromiso de traducir al castellano obras extranjeras, y de elaborar textos y manuales en lengua materna. En el caso de las ciencias físicas y matemáticas, antes de que Rubín de Celis tradujera la *Historia del progreso del entendimiento humano en ciencias exactas* de Savérien, en 1775, el jesuita Zacagnini había hecho lo propio con una obra mucho más decisiva, como las *Lecciones de física experimental* de Nollet, en 1755. Antes de que Bails escribiera los 10 volúmenes de sus influyentes *Elementos de matemáticas*, para los guardias de corps de Madrid, en 1756, Lucuce dirigía entre 1756 y 1760 una ambiciosa obra colectiva en matemáticas en la Sociedad Matemática Militar creada en Madrid a instancias del conde de Aranda. Por la misma época el

jesuita Wendlingen escribía textos modernos en matemáticas fundamentales, y el también jesuita Cerdá publicaba entre otras obras sus famosas *Lecciones de matemáticas, álgebra y aritmética* (1758-1760)²⁰.

Los criterios que respaldan este movimiento de traducciones y escritura de textos en castellano no podían ser extraños a un espíritu ilustrado como el de Mutis, muy sensible además a los problemas de la enseñanza de las ciencias en realidades tan peculiares como la Nueva Granada. Recordemos algunas de estas normativas. No se tenía que someter a los pocos individuos con talento para las ciencias, a las dificultades adicionales que suponía su aprendizaje en latín, particularmente en aquellas que exigían mayor aplicación como la física y las matemáticas newtonianas. El tiempo empleado en tener conocimiento solvente en latín como para disponer de un buen entendimiento de las obras científicas escritas en esa lengua, podría emplearse en adquirir conocimientos científicos más útiles. Así mismo, la divulgación de las ciencias en lengua materna contribuía a romper el monopolio autoritario del saber detentado por aquellos que disputaban en esa lengua, aunque no dispusieran necesariamente de la vocación para cultivarlo, ni del talento para engrandecer tal saber. Ahora bien, si la difusión y la enseñanza de las ciencias en castellano contribuía directamente al progreso de su entendimiento, al menos favorecía una más rápida toma de conciencia de los aficionados y practicantes sobre su desarrollo en los grandes centros y el atraso de su penetración en nuestros propios países.

Los anteriores argumentos estructuran el discurso con el que el traductor de las *Instituciones filosóficas* de Jacquier, Santos Díez González, presenta al público la edición castellana de esta obra en 1787-1788. Mutis no escribió aparentemente nada que pueda explicar las razones de su traducción de los *Principia* presumiblemente entre 1772 y 1773. No obstante, la familiaridad con sus documentos científicos y su ideario pedagógico en la Nueva Granada permitiría afirmar con confianza que el gaditano habría suscrito todas esas razones.

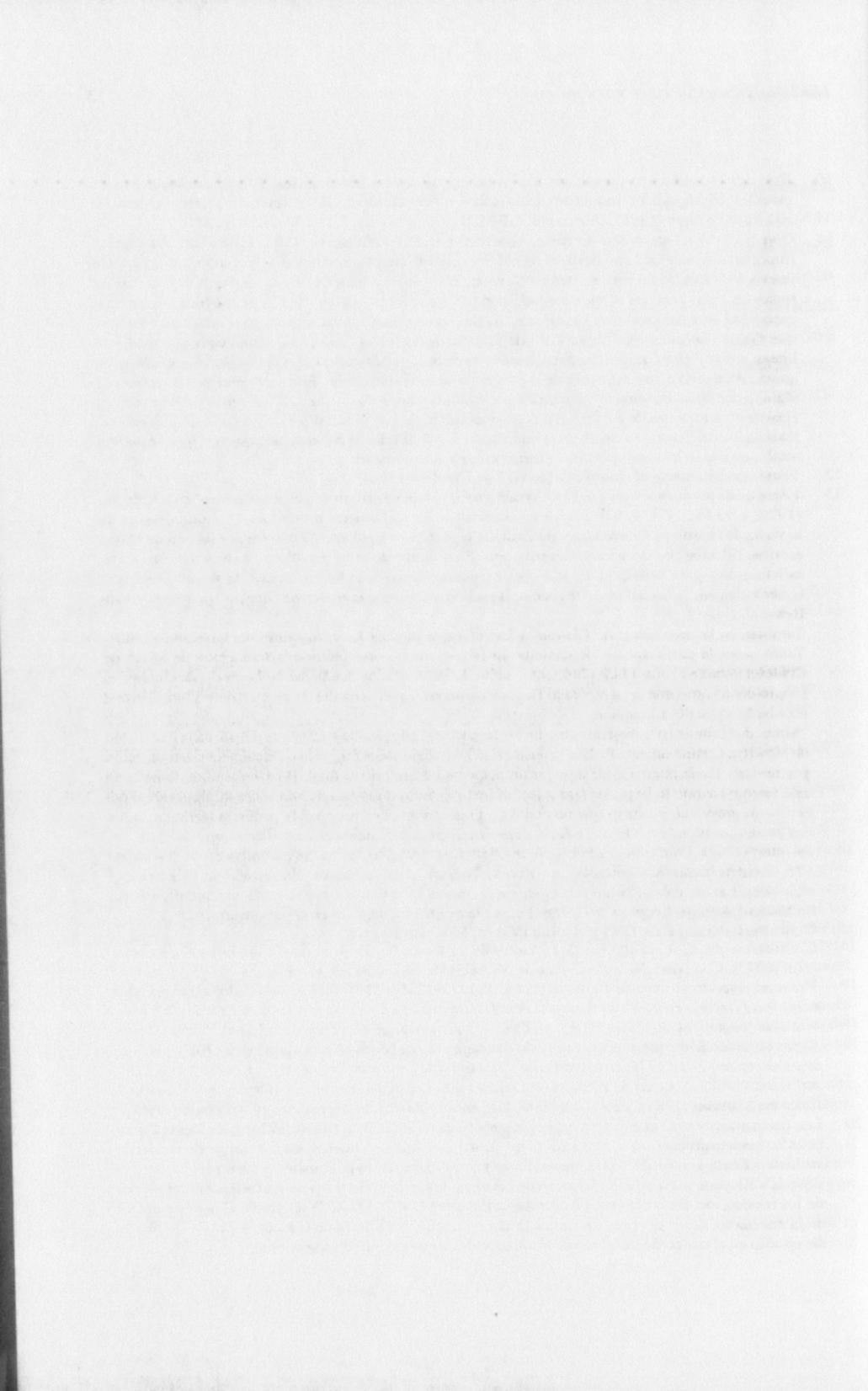
Obviamente esta interpretación sobre el alcance social e institucional de lo que parece es la primera traducción inédita al castellano de los *Principia*, debe ser sometida a la confrontación con nuevos datos sobre Mutis y la difusión de la ciencia moderna en la Nueva Granada. Y ante todo a los resultados obtenidos en la continuación de la investigación epistemológica sobre el texto del manuscrito, en la que estoy empeñado actualmente. En cualquier caso, lo dicho anteriormente es suficiente para confirmar una vez más que las periferias participaron desde bien temprano del proceso internacional de modernización científica, inclusive a los niveles más avanzados.

Este documento sui generis, esta traducción fragmentaria e incompleta, es una prueba incontestable de los esfuerzos tenaces que se hicieron por explotar como fuera los recursos disponibles y aprovechar las limitadas condiciones institucionales y sociales de la Nueva Granada en la segunda mitad del siglo XVIII, con el fin de aclimatar la obra paradigmática de la nueva racionalidad científica. Al mismo tiempo, el manuscrito nos invita a rescatar la personalidad de Mutis de una cierta historia del pasado periclitado en la que no se hace más que repetir elogios y lugares comunes, y restituirle el papel activo que desempeñó en la formación de la cultura científica colombiana.

NOTAS

- 1 Una versión preliminar de este capítulo fue presentada en una conferencia dentro del coloquio "Mutis y la Ciencia" organizado por la Asociación de Amigos de Mutis (Instituto de Cooperación Iberoamericana, Madrid, mayo 20 de 1987).
- 2 Citado en Schumacher (1984).
- 3 Publicado con el título: "Recapitulación de la doctrina copernicana profesada por el sabio Mutis", en: Hernández de Alba (1982). Sobre la enseñanza matemática de Mutis consultar: Arboleda (1986c y 1987). El estudio más completo hasta ahora sobre la enseñanza física de Mutis es: Martínez (1984: 1a. Parte) publicado en el Tomo VI de esta misma colección.
- 4 Estas lecturas, es cierto, atendían a una preocupación investigativa más general: véase Arboleda (1987: 7-30).
- 5 Newton, *Philosophiae naturalis principia mathematica ... Perpetuis commentariis illustrata, communi studio pp. Thomae Le Seur et Francisci Jacquier. Ex Gallicana minimorum familia, matheseos professorum. Genevae, Typis Barrillot et filii bibliop. et typogr.; Vol. 1 (1739), Vol. 2 (1740), Vol. 3 (1742)* (este último Vol. en dos tomos); en-4o. He utilizado el ejemplar que se encuentra en la Real Academia de Historia de Madrid. En comparación con las otras ediciones de la época de los *Principia*, ésta es indudablemente la más elaborada. La organización de la obra favorece la localización directa de las secciones en cada libro. Los comentarios al pie de prácticamente cada página amplían las explicaciones del texto con informaciones en matemáticas, física, astronomía, geodesia e historia de estas ciencias. Es la única edición que presenta un "Índice de las proposiciones de toda la obra". Sólo faltó incluir la lista de hipótesis y escolios. En el conjunto de los cuatro tomos, la obra consta de unas 1.700 páginas.
- 6 Cohen ha recopilado los estudios más importantes sobre las cuestiones matemáticas y físicas de interés particular implícitas en la mecánica de los *Principia*. Véase por ejemplo la extensa noticia sobre Newton en Cohen (1982: Vol. X). Otra obra importante en este género de análisis epistemológico es: Biarnais (1985).
- 7 Newton, *Philosophiae naturalis principia mathematica... Perpetuis commentariis illustrata, communi studio pp. Thomae Le Seur et Francisci Jacquier...* Editio altera longé accuratior et emendatior. Coloniae Allobrogum, Sumptibus Cl. et Ant. Philibert Bibliop. MDCCLX. 3 Vols. en-4o.
- 8 *Les Principes Mathématiques de la Philosophie Naturelle*. Par feu Madame la Marquise du Chastellet, 1759, Desaint, Saillant et Lambert, 2 vols. en-4o. Se hizo una publicación parcial en 1756 de la cual existe un ejemplar en la biblioteca de la E.N.S. de París. Véanse otras informaciones en la p. 306 y en la nota 74.
- 9 Algunos de los más importantes estudios de este tipo son: Koyré (1955 y 1960), Cohen (1968 y 1971) y Biarnais (1985).

- 10 Este asunto tendrá que ser esclarecido en las etapas de esta investigación. Afortunadamente existen estudios bibliográficos muy completos sobre estas ediciones. He consultado principalmente las ediciones de Gray (1888), Darsons of Pall Mall (1966); Wallis, P. and Wallis, R. (1977).
- 11 Con respecto a este orden de ideas, el artículo de D.T. Whiteside (1982) aporta una apreciación importante de reseñar aquí: después de haber explicado cuál era el contenido profundo y radicalmente nuevo de la formación matemática de Newton, Whiteside concluye que este talante le permitió mirar todas las cosas con una mirada sesgada por sus preferencias matemáticas y geométricas, y con una capacidad muy personal para captar la estructura matemática subyacente en todas las cosas. Mientras que Galileo no pudo escribir su libro de la naturaleza en una forma más complicada que mediante líneas, rectas y círculos, puesto que no estaba en disposición de curvas de orden superior, sería Newton quien adelantaría consecuentemente el programa de matematización. Este solamente podía ser obra de alguien con su inclinación al mismo tiempo analítica y proyectiva, que lo lleva, recuerda Whiteside, a clasificar 78 especies de cúbicas, así como muchas curvas de orden superior y de orden trascendente. Hablando estrictamente sólo era para un matemático de la talla de Newton para quien el mundo natural estaba escrito en su correspondiente forma compleja e intrincada.
- 12 Véase concretamente el elogio en el tomo 2 de Condorcet (1847-49).
- 13 Véase a este propósito: Jovy (1922). Consúltense igualmente las cartas que se encuentran en Besterman (1970: v. 93-94; 1971: v. 97). Una de estas cartas es particularmente reveladora. Dos años después de la visita de Jacquier a Cirey, Mme. du Châtelet le escribe lo siguiente: "Envieme por favor todo lo que escriba. Ud. sabe cómo me interesan sus obras. En el momento estoy estudiando su Newton con mucha satisfacción y gran beneficio. Es una obra excelente. Todavía no he conseguido la segunda parte del tercer volumen, de la cual tengo urgencia. He solicitado que me la envíen de Ginebra" [a través de Juan Bernoulli, hijo] (...).
- También en las tres cartas de Clairaut a Jacquier que publica Jovy, hay informaciones interesantes. Tanto sobre la participación de Clairaut en la revisión y corrección de la traducción de Mme. du Châtelet durante el año 1745-1746, como sobre la influencia de la edición de Leseur y Jacquier en el propio comentario que se agregará al final de la misma. En la carta del 31 de marzo de 1746, Clairaut escribe lo siguiente a Jacquier:
- "Mme. du Châtelet ha trabajado como un esclavo todo el año pasado y una parte de éste en la traducción de Newton. Continuamente ha hecho recaer mucho trabajo sobre mí y tengo actualmente su traducción por revisar. Tiene intención de agregar un pequeño comentario al final. Pero, en verdad, todavía no está hecho; cuando lo haga, le daré a leer el texto que usted me ha enviado sobre la proposición del centro de gravedad, y espero que obtendrá un gran servicio del mismo. Me pondré a leerlo de aquí a esa parte (que no está tan lejos), a fin de tenerlo más fresco cuando deba estudiarlo con ella" (...)
- 14 Jacquier (1757). *Institutiones philosophiae ad studia theologica potissimum accommodata*, 6 vols., en 12o. Existen numerosas ediciones en Roma, Venecia y en Alemania. En España se hicieron seis ediciones. La más conocida fue la traducción de Santos Díez González, publicada en 6 tomos, 4 vols., en Madrid, Alfonso López, 1787-1788. Esta es la que hemos seguido en el presente trabajo.
- 15 Consúltense el tomo II de 1745 y el tomo IV de 1753 de Feijoo (1742-60).
- 16 Consúltense por ejemplo algunas de las cartas de los tomos II y IV de Feijoo (1742-60) y el opúsculo: Juan (1773). Compárese con el informe de Mutis citado en la nota 60, supra.
- 17 Véase al respecto el libro de Biarnais (1985: 185, 239, 245 y 258). Este es uno de los raros estudios sobre los *Principia* en donde se tiene en cuenta la importancia de los comentarios de Leseur y Jacquier.
- 18 Noticias biográficas de Mutis, Restrepo, Caldas, Valenzuela, se encuentran en: López Piñero (1983).
- 19 Antes se ha señalado que el primer periodo de magisterio de Mutis se encuentra entre 1762 y 1766. El segundo entre 1770 y 1776, en el medio de sus actividades mineras. En ese sentido, consúltense a Pérez Arbeláez (1967). Algunas de estas informaciones están consideradas en el contexto de la enseñanza física en Martínez (1984), y en el contexto de la enseñanza de las matemáticas en Arboleda (1986a).
- 20 Los datos anteriores se encuentran especialmente tratados en: Cuesta Dutari (1974) y en Cuesta Dutari (1985), principalmente en la segunda parte. Estos dos libros contienen abundante información de archivo sobre la enseñanza de las matemáticas y de la física en los principales centros españoles en el siglo XVIII: planes de estudio, dotación de cátedras, listas de libros y revistas, análisis bibliográficos de los fondos, etc. De otra parte, en el trabajo: Lafuente (1982: 477-493) se estudia el nuevo carácter de la enseñanza desde el punto de vista social y cultural, y los límites de la modernidad de los planes de estudio en el marco de los avatares institucionales a que estuvieron sometidos.



Capítulo 5

LAS TEORIAS DE COPERNICO Y NEWTON EN LOS ESTUDIOS SUPERIORES DEL VIRREINATO DE NUEVA GRANADA Y EN LA AUDIENCIA DE CARACAS. SIGLO XVIII¹

La corriente ilustrada que penetraba en el virreinato de la Nueva Granada, en la segunda mitad del siglo XVIII, coincidiendo con el reinado de Carlos III, impulsaba una nueva filosofía: "la útil", que llevaba implícita la enseñanza de la filosofía natural newtoniana y, por lo tanto, teorías y concepciones que se contraponían a la escolástica, donde se explicaba la realidad por medio de la observación y la experiencia. La filosofía tradicional se desterraba al enseñarse la física moderna que rompía con la tradición, creando en la naciente generación una dimensión filosófica diferente.

Antes de su introducción en los planes de estudio de las universidades del virreinato de la Nueva Granada, las tesis copernicanas circularon por ejemplo en las actividades de misiones científicas, ya para hacer mediciones geodésicas, ya en las expediciones de límites y fronteras o también en las construcciones de fortificaciones. Entre las más celebres de las expediciones durante el régimen de los Borbones podemos señalar la misión geodésica de La Condamine, al virreinato del Perú, que incluyó a científicos españoles como Antonio Ulloa y Jorge Juan. Esta última llegó a la ciudad de Quito hacia 1736, creando un ambiente propicio para la discusión sobre las ciencias modernas en esta ciudad.

La Universidad Gregoriana de la ciudad de Quito se constituyó en la década de 1740 en un polo significativo para el desarrollo de un espíritu científico. En Santafé se presentó una situación similar a la quiteña, por ser la Universidad

Javeriana, dentro de las instituciones educativas, la que primero abrió sus puertas a las manifestaciones de la filosofía ilustrada. En la Universidad de Caracas, la introducción de las teorías de Copérnico y Newton se dio más tarde, hacia 1788, con el catedrático Marrero.

Desde 1773 se originó una larga polémica de casi medio siglo en Santafé de Bogotá sobre las teorías copernicanas entre José Celestino Mutis y la congregación de los dominicos. Esta controversia estaba integrada a intereses sociales y políticos, por ejemplo, el enfrentamiento entre dos grupos organizados que querían controlar la educación.

Los intentos de introducir y desarrollar la filosofía ilustrada en las universidades de Quito y Caracas se desarrollaron de una manera diferente de los de Santafé. Catedráticos como el padre Juan de Hospital, Miguel Antonio Rodríguez, José Mejía Lequerica en Quito, Marrero en la Universidad de Caracas y Mutis, Valenzuela, Vallecilla, Vásquez, Padilla, entre otros profesores de las universidades santafereñas, enseñaron las teorías de Newton y Copérnico a través de la cátedra de filosofía o de matemáticas. Estos profesores se proponían despertar inquietudes científicas en la anquilosada vida universitaria santafereña, caraqueña y quiteña, y es indudable que lo consiguieron. Estas enseñanzas deben considerarse como brotes de institucionalización de las ideas ilustradas y el saber científico en las aulas universitarias, que infortunadamente no llegaron a completarse en la etapa colonial.

En este trabajo analizaremos hechos relevantes asociados al impulso y defensa del pensamiento ilustrado en Santafé, Quito y Caracas. Se tendrá en cuenta la diversidad de circunstancias del contexto de las citadas ciudades en el período de introducción, desarrollo y cristalización de la filosofía ilustrada, con su componente enciclopedista, en la última década del siglo XVIII.

El análisis se centrará en un período de larga duración. En este espacio se estudiarán los hechos sobresalientes, planteamientos y polémicas sobre los sistemas de Copérnico y Newton en las instituciones de estudios superiores de las ciudades de Quito, Santafé y Caracas, que tendrían gran incidencia en el ambiente cultural del virreinato.

LAS REFORMAS BORBONICAS ANTE LA DIVERSIDAD GEOPOLITICA DEL VIRREINATO DE LA NUEVA GRANADA Y LA AUDIENCIA DE CARACAS

El virreinato de la Nueva Granada, durante el gobierno de los Borbones, presenta una serie de reformas dentro de la política del despotismo ilustrado. En

lo político-administrativo se organizó definitivamente en 1739. Después de varios cambios de nombre y administración, en 1786 se crea la Real Audiencia de Caracas². Se debe tener en cuenta que el capitán general de Venezuela ejercía en su territorio igual autoridad a la del virrey de Santafé; por lo tanto "eran absolutamente independientes unos de otros, y se entendían directamente con los respectivos ministros de España"³.

Los sectores básicos de la economía colonial eran las minas, las tierras y el comercio. Las rentas públicas del virreinato de la Nueva Granada eran de tres millones de pesos que sólo alcanzaban para su autosubsistencia⁴. En Venezuela, "de los dos millones doscientos ochenta y un mil setecientos noventa y tres pesos a que ascendían sus rentas" les quedaba algo para la metrópoli (Restrepo, J. M., 1974: 28). El poder político era monopolio exclusivo de las personas nobles, aunque a finales de siglo se produce la consolidación del grupo criollo y mestizo. Particularmente el primero "empezaba a tomar conciencia de la iniciativa histórica, influido en lo cultural por el movimiento de la Ilustración y las inquietudes científicas despertadas por la Expedición Botánica" (Tovar Zambrano, 1982: 35).

A mediados del siglo XVIII la educación superior en el virreinato de la Nueva Granada era monopolizada por el clero, lo cual es explicable dada la debilidad del estado virreinal y de las élites civiles locales para establecer, de manera perdurable, formas seculares de la enseñanza que fueran portadoras de la nueva filosofía. Además, la tradición educativa medieval característica de la alianza Estado-Iglesia para el sometimiento de las colonias, estaba todavía a la orden del día en este período.

Si bien es cierto que después de la expulsión de los jesuitas las élites criollas consideraron que les había llegado el momento de dirigir y controlar la educación, éstas fueron vencidas por el poder de las órdenes religiosas que contaron para ello, paradójicamente, con el apoyo de la Corona. Es el caso de Quito cuando inicia labores la Universidad Pública en 1788 nombrando en el claustro a un rector civil: el doctor Nicolás Carrión Vaca, además de tres criollos seculares, para profesar clases gratuitas en la universidad. No obstante, en Madrid se determina desplazar al rector y a los tres catedráticos, y se apoya al obispo para que nombre nuevos profesores⁵. Un hecho más demostrativo del poder de algunos grupos de comunidades religiosas, lo vemos en el caso del fiscal Moreno y Escandón en Santafé, quien a pesar de sus empeños por institucionalizar un nuevo plan de estudios y una universidad pública en Santafé, no logró hacer prosperar su idea. Los vientos reformistas de los regímenes políticos coloniales apoyados por élites criollas, soplaban en direcciones dis-

tintas a las de la Nueva Granada. A comienzos del siglo XIX se afianzan aquí las alianzas Estado-Iglesia y Estado-castas militares, mientras que por ejemplo en la Nueva España el poder virreinal ya había pactado proyectos socioculturales con los grupos económicos locales⁶.

En el virreinato de la Nueva Granada la alianza Estado-élites académicas no criollas sólo se vislumbra en el caso excepcional de José Celestino Mutis con el apoyo que se le dio a su proyecto de Expedición Botánica, desde 1783. En contraste, se observa que en los virreinos del Perú y Nueva España se logra una alianza de la Corona con las élites criollas, fuera de las universidades. Entre otros casos de esta alianza en Nueva España, se puede citar la fundación de la Escuela de Minas, el Jardín Botánico, y el Colegio de Cirugía y Farmacia⁷.

De las anteriores situaciones se confirma un hecho obvio pero a menudo olvidado, de que las dinámicas culturales de los distintos virreinos no pueden considerarse al margen del análisis de la importancia y prioridad económica que de hecho tenía cada uno de ellos.

Por otra parte, el deseo de cada orden religiosa de monopolizar la educación en sus manos, la llevaba a disputas con las otras, especialmente por el privilegio de otorgar los grados académicos⁸. En el virreinato de la Nueva Granada, antes de la expulsión de los jesuitas, las polémicas se centraron en las comunidades de Santo Tomás y San Ignacio de Loyola. Después de 1767 los dominicos se consideraron con el derecho de monopolizar la educación, y por lo tanto pidieron para los colegios y universidades de su comunidad las dotaciones, establecimientos y prerrogativas de los expatriados⁹.

Sin embargo, para esta época, la Corona ejerció el derecho del "patronato real" y restableció en todo su vigor el *Regium Execuator*, política que ubica en el Estado, bajo el dominio del rey y no del Papa, el control de los estudios superiores en el campo de la educación pública. En ningún momento se trataba de una educación de masas, gratuita y obligatoria, ni dirigida a los sectores populares¹⁰ de acuerdo con la significación que se da al término en nuestra época. Por el contrario, durante los años que nos ocupan, la educación superior se caracterizó por su orientación selectiva, reservada a una élite criolla y española que estaba destinada a ocupar los puestos de la administración local. En efecto, se continuó con las rigurosas "informaciones" para el ingreso a la universidad, y el costo de los grados académicos de doctorado se hizo más elevado.

Así pues, el objetivo de los dominicos, de quedarse con los bienes de los expatriados, se enfrentó con la decisión de la Corona de controlar tales bienes y evitar que se perdiesen en manos diferentes de las del Estado. Para ello se formaron diez Juntas de Temporalidades en todo el reino de España, incluyendo las

colonias. Una de éstas le correspondió al Nuevo Reino de Granada, con "cargo al mismo virrey de Santafé", y otra se estableció en la ciudad de Caracas.

Desde el punto de vista de las comunidades religiosas, la importancia de otorgar grados académicos por parte de determinada institución, garantizaba no sólo el control educativo sino, lo más importante, el control político. La revisión de casos históricos relevantes nos muestra que los criollos de la élite egresados de tales instituciones gozaron de más posibilidades, en virtud de la formación impartida, de pasar a ocupar los pocos cargos de la administración local.

Aunque es cierto que la Corona trató de reformar y controlar la educación, en la práctica los intentos del sector civil por tomar la dirección de los estudios superiores en Santafé y Quito fueron sometidos por el poder económico-político de los eclesiásticos y, en concreto, por la orden de los dominicos. Después de largas polémicas en Santafé y otras menos prolongadas como la sostenida por el obispo de Quito, éstos consiguieron el apoyo de la Corona, controlando de esta manera y en gran parte los contenidos que se impartían en las universidades, y las prerrogativas y dotaciones para sus respectivos colegios: el San Fernando en Quito y la Universidad Santo Tomás en Santafé. En la Universidad de Caracas, con una tradición más secular pero bajo el patronato de Santo Tomás, los dominicos conservaron sus dos cátedras en la universidad desde 1742¹¹.

Así pues, la ilusión que en algún momento se hicieron las élites criollas, en especial las de Quito y Santafé, de controlar las universidades, se vio truncada por la Corona, que probablemente había detectado ya en las nuevas realidades de sus colonias americanas, la prefiguración de un proyecto nacionalista que se apoyaba en la nueva filosofía.

LOS PIONEROS EN LA ENSEÑANZA DE COPERNICO Y NEWTON EN EL VIRREINATO DE LA NUEVA GRANADA

En cuanto a la introducción de las teorías copernicanas y newtonianas en el virreinato de la Nueva Granada, debemos insistir en que estas tesis, antes de llegar a los claustros universitarios, ya habían circulado en estado práctico en las misiones científicas¹², en las actividades de medición de límites, de observaciones astronómicas y de construcción de fortificaciones. Posiblemente, también se difundieron a nivel institucional en la Academia Militar de Matemáticas establecida en Cartagena desde 1731, en la Academia de Geometría y en la fortificación exclusiva para oficiales que se creó en Caracas en 1760¹³.

Según puede establecerse de las fuentes documentales estudiadas hasta el momento, los jesuitas fueron los primeros que de una manera sistemática enseñaron las teorías de Descartes, Copérnico y Newton en las universidades del virreinato de la Nueva Granada¹⁴.

Se debe tener en cuenta que, a mediados del siglo XVIII, esta comunidad constituía un poder innegable, con la presencia más significativa en las instituciones educativas en todo el mundo, lo cual le daba la posibilidad de internacionalizar, tal vez mejor que otras órdenes, sus estrategias educativas.

Siendo la Compañía un verdadero poder internacional en la cultura y la educación, debía adaptar sus estrategias en ambos campos a los signos de las nuevas alianzas, como una manera de mantener ese poder. En la era del capitalismo internacional, la nueva ciencia debía ser pragmática más que especulativa, física más que metafísica. Pero la adaptación a estas novedades no se presentaba sin conflicto para quienes habían legitimado el paradigma de la ciencia peripatética y sistemática.

Si las necesidades del poder orientaban la enseñanza hacia el cambio y la modernidad, las tradiciones y antiguas mentalidades imponían su inercia, dando lugar a una especie de modernidad recortada. Sin embargo, su poder en la cultura y la enseñanza, su internacionalismo y capacidad de interactuar con las élites y las cortes, le permitió a la Compañía generar una capacidad propia de innovación y creatividad al más alto nivel, dentro de los estándares científicos de la Ilustración. Esta capacidad de los jesuitas fue irradiada a los nodos de la red internacional, a través de diferentes tipos de misiones en las que intervinieron y, de manera particular, mediante las obras oficiales de difusión de la Compañía.

También se debe recordar que hacia los años de 1730 y 1740, en Francia y Europa los jesuitas pasaron de ejercer la enseñanza, de acuerdo con unas estrategias educativas y culturales dentro de la filosofía mecanicista y sistemática de Descartes, que en las décadas anteriores se habían dirigido a rebatir con particular celo el "materialismo ateo newtoniano", a otra regida por unas estrategias en las que se trataba de hacer compatible esta filosofía cartesiana con los principios de la física experimental de inspiración newtoniana. Así se manifestaba el *adaptacionismo* cultural de la Compañía, simétrico con su más mundana adecuación política y social a los poderes con el fin de mantener su propio poder detrás del trono.

Abandonar la defensa del polo cartesiano para acercarse a una versión jesuítica del polo newtoniano, no fue un giro automático: se dio en un proceso de varios decenios catalizados sobre todo por las presiones de los cambios sociopolíticos ocurridos en el contexto francés y europeo. Las nuevas

teorías que se enseñaban por ese mismo período en la Universidad Javeriana de Santafé y en la Gregoriana de Quito, eran profesadas por misioneros formados en el extranjero o al tanto de las transformaciones que se venían generando en las instituciones europeas¹⁵. Sin lugar a dudas ello facilitaba el intercambio y la difusión de nuevas ideas. Estos sacerdotes conocían y habían vivido la realidad intelectual europea. No es pues de extrañar que en un centro de efervescencia cultural como el de Quito sean los jesuitas los intelectuales que se vinculen más de cerca con la misión geodésica franco-española, dirigida por La Condamine y Jorge Juan.

Una personalidad local como el padre Magnin trabajó relación con La Condamine¹⁶. Fue probablemente este intercambio lo que más pudo estimular al jesuita para escribir la obra que tituló *Millet en armonía con Descartes o Descartes reformado*, donde defiende, en 1744, el sistema copernicano con base en las leyes newtonianas¹⁷.

Se podría afirmar que el de Magnin es uno de los casos más notables o quizá el primero del mencionado adaptacionismo francés en la Nueva Granada. Aunque no se trata de analizar con detalle en este trabajo tal aspecto del problema, sí podemos señalar que seguramente el ambiente interno de reforma vivido en los claustros quiteños de la comunidad de San Ignacio, catalizado por el factor externo de la visita de la misión geodésica, contribuyó para que a pesar de las dificultades locales, la actividad de Magnin poco a poco le abriera el camino a posiciones teóricas menos eclécticas y más comprometidas con la nueva causa.

Como en Quito, no es por casualidad que en Santafé se imparte la enseñanza de las teorías copernicanas en la Universidad Javeriana en 1755, a través del curso de filosofía, titulado *Physica specialis et curiosa*¹⁸. Era evidente que el debate Descartes-Newton no era ajeno a los claustros universitarios de Santafé y Quito. En los escritos que nos han quedado de esta enseñanza, se señala por ejemplo un tema científico que era motivo de controversia: la forma de la Tierra¹⁹. Es obvio que este tema no podía escapar a la consideración de los jesuitas, en especial a los quiteños, por la vinculación directa de intercambio que sostuvieron con miembros de la expedición. Sin descontar que estos sacerdotes debían estar al tanto del adaptacionismo cultural de la Compañía en Europa, a través de la lectura de las *Memoires de Trévoux* que circularon ampliamente entre los intelectuales de la época.

Presionados por el impacto social e intelectual de las actividades de la misión geodésica en el medio local ilustrado, podemos figurarnos que los docentes jesuitas debieron animarse a poner en ejercicio el proyecto internacional educativo de la Compañía en la Universidad Gregoriana, a partir de los años 1740.

En la medida en que esta experiencia se hizo viable en Quito, se transmitió en la década siguiente a Santafé. El desfase podría explicarse porque en Santafé no existió un catalizador de cambios de mentalidad, tan poderoso como fue el de la misión geodésica.

Diversos factores debieron concurrir en unos y otros claustros universitarios. En primer lugar no es tan evidente que los jesuitas formados en la antigua mentalidad no debatieran y asumieran en la práctica docente el proyecto adaptacionista, en ciudades virreinales alejadas en las que lo dominante era la tradición peripatética y sistemática, y en donde no existía la presión de una introducción impetuosa de la nueva ciencia como en los centros europeos. También es cierto que una cosa es el proyecto institucional de modernización cultural por la vía jesuítica, en los centros de la red, y otra su aplicación concreta en los virreinos americanos por los misioneros de la Compañía.

Pero lo que sí es indudable es que los cambios y acontecimientos locales, diversos y específicos según la localidad, no pueden entenderse sino dentro de un proyecto internacional, al menos en lo que se refiere a las actividades educativas reformistas de los jesuitas.

De acuerdo con el proyecto de adaptación de Newton a las tradiciones sistemáticas de la Compañía, cuando hacia finales de los años 1730 la experiencia permitía la aceptación de una nueva física, al menos en Europa, nadie siguió oponiendo radicalmente teología a la ciencia nueva. Se trataba más bien de diferenciar sus respectivas territorialidades²⁰.

Otro caso relevante de la difusión del nuevo sistema nos lo suministra en la Universidad Gregoriana la enseñanza del jesuita Francisco Javier Aguilar. En el curso de filosofía, que dictó entre 1753-1756, Aguilar explicó la física general y la particular²¹. Con relación a la física particular decía en su apartado introductorio de "El mundo, el cielo y los meteoros" que era un "tratado agradable, por cierto, y que un filósofo no puede ignorar sin desdoro" (Aguilar, 1981).

Enseñó los fenómenos de la naturaleza a través de dos disputas: el mundo y el cielo. Presentó en su curso los cinco sistemas del mundo que consideraba principales: el de Platón, el egipcio, el de Ptolomeo, el de Copérnico y el de Tycho. Sin embargo sólo expuso los tres últimos. Con relación al sistema de Claudio Ptolomeo Alejandrino, explicaba que éste sustentó la inmovilidad de la Tierra en el centro del Universo (Aguilar, 1981: 105-106). De Nicolás Copérnico (1473-1543) decía "que ideó hacia el año 1477 otros sistemas del mundo". Y agregaba:

Copérnico ponía el sol inmóvil, en el centro del mundo y afirmaba que Mercurio gira alrededor del sol más o menos en el espacio de tres meses. Igual-

mente alrededor del sol pero a mayor distancia ponía a Venus, luego a la Tierra, que supone que es uno de los siete planetas y que se mueve alrededor del sol en dirección al oriente en el espacio de un año. Además de este movimiento, Copérnico atribuye a la Tierra un segundo movimiento por el que, en un lapso de 24 horas, gira sobre su propio eje, de occidente al oriente²².

Aceptaba el padre Aguilar que el sistema copernicano parecía "adecuado para explicar las cuatro variaciones del tiempo, el año y el movimiento y ocaso de las estrellas. Sin embargo, luego señalaba que las tesis de Copérnico estaban prohibidas por la Inquisición romana desde 1616, aunque se permitía "proponerlas como hipótesis".

El tercer sistema que enseñó fue el de Tycho Brahe (1546-1601), quien se opuso a la tesis de Copérnico e inventó una propia, "según la cual el sol gira en torno a la Tierra como en el sistema de Ptolomeo, pero Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno giran alrededor del sol en epiciclos" (Suárez, 1985: 270). Aguilar se inclinaba por el sistema de Tycho porque "los modernos ponen a nuestra Tierra inmóvil en el centro del universo; según ellos los planetas giran con movimiento propio alrededor de la Tierra, excepto dos de ellos, Venus y Mercurio, que así mismo con su propio movimiento giran alrededor del sol teniendo a éste como centro"²³.

Aunque en su tendencia dominante las mentalidades se orientaban en favor de un espíritu científico, según las circunstancias del contexto local y del impacto de ciertas coyunturas de los países centrales, por momentos adquirieron relevancia en nuestros medios intelectuales posturas no muy avanzadas como la del padre Aguilar. Como es bien sabido, las tesis dominantes aceptadas y defendidas por la Iglesia eran las ptolemeicas, que seguían al pie de la letra las enseñanzas de los libros sagrados. La postura contra el sistema copernicano era casi general en España hacia 1750. En efecto, en esta época se presenta una posición intermedia entre tradición y modernidad en materia de sistemas del mundo que era la de Tycho Brahe y en esta tendencia se ubicaban algunos profesores jesuitas de la Universidad Gregoriana.

Por otra parte, ya hemos señalado que en la Universidad Javeriana de Santafé el profesor de filosofía dicta un curso titulado *Physica specialis et curiosa* en 1755. Este jesuita organiza la enseñanza de su cátedra en forma similar al padre Aguilar, pero sus afirmaciones son diferentes. Si Aguilar considera el sistema de Tycho como el más adecuado, el profesor de la Javeriana señala en su "disputa segunda: de la constitución de las principales partes del mundo" que el sistema copernicano "se difunde hoy públicamente en Italia, Francia y en algunas regiones de Alemania" (Negrín y Soto, 1985: 57).

El jesuita javeriano sigue el orden "lógico" de explicar primero los sistemas más antiguos: los de Pitágoras y Platón. Luego expone lo que él denomina "algunos sistemas nuevos": los de Tycho Brahe y Copérnico (Negrín y Soto, 1985: 53)²⁴. Rebate el sistema de Tycho por dos razones: en primer lugar, es "irreflexiva" la manera de calcular el tiempo de algunos aristotélicos, al no tomar al sol como un sistema fijo de referencia.

Enseguida se aplica a demostrar, por el método de reducción al absurdo y utilizando las categorías filosóficas peripatéticas y el método silogístico, que "el sol en cada uno de los momentos recorre cada uno de los puntos de un lugar; es así que estos mismos y no más recorren los astros en cada uno de los momentos: luego no se mueven más velozmente"²⁵. Esta estrategia demostrativa se aplica a mediciones conocidas de órbitas y diámetros de los planetas para mostrar que la hipótesis de que el sol se mueve alrededor de la Tierra es falsa.

El autor del texto de la *Physica*²⁶ destaca que "el sistema de Copérnico es el más sencillo", comparado con los modelos anteriores, para explicar el sistema planetario. En particular es más sencillo que el de Ptolomeo de ciclos y epiciclos con la Tierra en un centro. Otro más simple que éste era el de Tycho Brahe. De ahí que el esfuerzo de los copernicanos como el autor de la *Physica specialis* y Mutis en 1767, se centrara en rebatir ante todo el sistema de Tycho.

Como se ha mencionado, en las universidades jesuíticas de Quito y Santafé se discutían de una manera ecléctica las teorías del cosmos, en este periodo (1740-1760). Uno de los portadores de esta mentalidad fue el sacerdote Juan Bautista Aguirre, profesor de la cátedra de filosofía que remplazó al padre Aguilar. En el curso que dictó entre 1756 y 1758, Aguirre siguió defendiendo las tesis de su antecesor. Explicó a Copérnico pero prefirió las tesis de Tycho Brahe "por no estar en contra de las Sagradas Escrituras". El mérito del padre Aguirre estuvo en exponer otras novedades científicas de la época apoyado en experiencias y bibliografía actualizada: las manchas solares, los cometas, el fuego, la gravedad y ligereza de los elementos, los estados del agua, la elasticidad del aire, las distancias entre la Tierra y la Luna y otros planetas²⁷. En 1757, defendió con su alumno José María Linati conclusiones públicas en 257 tesis filosóficas. La tesis XVI consagrada a la física particular, señala que "el sistema del mundo de Ptolomeo, es contrario a lo observado en Astronomía y por lo tanto debe ser rechazado. El sistema de Copérnico se opone a la Sagrada Escritura y por lo mismo debe ser refutado. Se debe pues preferir el sistema de Tycho al de Ptolomeo y al de Copérnico"²⁸.

No hay que olvidar al respecto que si bien es cierto la obra de Copérnico *De revolutionibus* fue puesta en el Índice en 1616, la situación cambió y hacia

1758 se omitió del Índice revisado (Suárez, 1985: 270). Pero los sucesos culturales del orden normativo, aun de tanta importancia como éste, no tenían por qué traducirse inmediatamente en dinámicas sociales dentro de instituciones alejadas de los centros.

Independientemente de la resonancia local de este hecho es posible que algunos de nuestros profesores de filosofía de Quito y Santafé, en esta etapa de transición de ideas y adaptacionismo, optaran por seguir defendiendo las teorías de Tycho, como sucedió con el padre Aguirre. En el entrecruce de estrategias cognitivas características de este período, sus distintos protagonistas orientaban, sin necesariamente rivalizar, programas educativos alternativos. Mientras los padres Aguilar y Aguirre promovieron las tesis de Tycho, el jesuita javeriano optó por la defensa del sistema copernicano.

-MUTIS Y HOSPITAL SE DECLARAN COPERNICANOS

Acabamos de señalar que la liberalización formal de la enseñanza y difusión del *De revolutionibus* no garantizaba que los sectores tradicionales aceptaran como verdaderas, ni mucho menos defendieran, las teorías heliocéntricas en contra de aquellas en las que se habían formado y que mejor se inscribían en las cosmovisiones medievales y clásicas, como eran las de Ptolomeo y Tycho.

En este contexto es bastante significativo que el padre Juan de Hospital²⁹ enseñara el sistema copernicano y la mecánica newtoniana en la cátedra de filosofía de Quito durante los años 1759-1762. Igualmente refutó los sistemas ptolomeico y tyconico (Freile Granizo, 1978). Uno de los resultados de tal enseñanza fue la conclusión pública que expuso Manuel Carvajal, con la orientación de su maestro Juan de Hospital, el 14 de diciembre de 1761. En el citado acontecimiento académico el alumno Carvajal defendió doce tesis. En la onceava cuestionó los sistemas de Ptolomeo y Tycho acerca del mundo, y recomendó que se prefiriera el sistema de Copérnico, por mantener el movimiento de la Tierra, y "por ser el más acorde a las observaciones astronómicas y a las leyes físicas"³⁰.

De acuerdo con Keeding (1973: 43-67), el padre Hospital trató de establecer un círculo científico con el objeto de difundir las prácticas básicas de la física moderna. Por el momento no contamos con la información suficiente para establecer la relación directa entre el padre Hospital y la Academia Pichinchense, creada en 1766. Sin embargo podemos afirmar, al tenor de los razonamientos de Keeding, que el curso de física, dictado entre 1760-1761, tuvo profundas repercusiones en la actividad cultural de criollos quiteños como Eugenio Espejo, Car-

vajal y Joaquín Rodríguez, padre este último de Miguel Antonio Rodríguez, quien introdujo en el curso de física la enseñanza de la anatomía y le dio gran importancia al estudio de las matemáticas en la universidad de Quito.

Por su parte, José Celestino Mutis, antes de la expulsión de los jesuitas en 1767, había expuesto en el Colegio San Bartolomé el sistema copernicano sin que en esta ocasión tuviera ninguna repercusión pública. Es más, Mutis destaca la tradición de la Universidad Javeriana en la enseñanza de las nuevas ciencias y la filosofía natural: "Si el amor a la verdad me ha detenido más de lo que era justo, manifestando mi inclinación al sistema copernicano, razón será ya concluir celebrando la feliz época en que vemos renacer la filosofía natural en este reino" (Hernández de Alba, 1982: 110).

La difusión de las tesis heliocéntricas y del sistema del mundo newtoniano adelantada por Mutis entre los años 1760 y 1770 fue la más coherente con el paradigma defendido desde los centros metropolitanos y la de mayor impacto local; pero no fue la primera. Como ya se ha planteado antes de que llegaran las ideas reformistas españolas producto de la política ilustrada borbónica, en la Nueva Granada se adelantaron prácticas locales continuadas de apropiación de la nueva ciencia, inscritas en las cosmovisiones aristotélica y sistemática, entre los decenios 1740-1750.

Cuando Mutis comienza a institucionalizar el discurso de la nueva filosofía, entre 1762 y 1767, no lo hace desde luego en un espacio cultural vacío de ideas en esta materia. Durante los 20 años anteriores, las élites intelectuales de Quito y Santafé y sus centros de influencia habían reconocido la existencia de novedosas técnicas y saberes de la física y de la ciencia. Un nuevo pensamiento teórico-experimental se iba imponiendo sobre la concepción de la antigua filosofía sobre los misterios del mundo natural, inclusive diferente a la de los modernos cartesianos. Sin embargo, no en todos los casos se pensó tal diferencia como una *oposición* o un *conflicto*. Pues estas nuevas técnicas y saberes fueron reconocidos en muchas oportunidades en su dimensión operativa, como instrumentos con valor explicativo práctico y podían funcionar sin escrúpulos ontológicos en las cosmovisiones aristotélica y peripatética. Lo que hace Mutis 20 años después de que se origine esta tradición local, es enseñar que la diferencia entre Newton y Copérnico, y Aristóteles y Descartes, es epistemológica y filosóficamente irreconciliable.

Empieza a quedar claro que la nueva física no se podía sumergir ni adaptar a las antiguas metafísicas, puesto que ella se fundamentaba en una filosofía natural propia. Otra cosa es que Mutis haya ejercido en sus actividades científicas y difundido en su magisterio, actitudes eclécticas de nuevo tipo con res-

pecto a la moderna filosofía; particularmente en lo que se refiere a las delicadas materias de la relación entre física y religión natural, y entre matemáticas y experiencia. Tales actitudes se explican tanto por las propias transiciones en su formación intelectual, como por las ambivalentes circunstancias del medio local en que le tocó adelantar su trabajo de difusión científica.

Mutis expuso con anterioridad a 1767 en el Colegio San Bartolomé, sus llamadas *Reflexiones sobre el sistema tyconico*, en las cuales defendió el sistema copernicano, a través de dos proposiciones: 1) Que la Tierra es la que se mueve como los demás planetas, permaneciendo el sol y las estrellas fijas en quietud con excepción de un movimiento particular que tiene el sol sobre su eje. 2) Que el sistema copernicano en nada se opone a las Sagradas Escrituras (Mutis, 1981: 65).

En términos generales, las *Reflexiones* son un discurso que podríamos ubicar hacia el final del período que hemos llamado del adaptacionismo de la nueva filosofía a las cosmovisiones tradicionales. Es un claro intento de viabilizar las tesis copernicanas partiendo desde las tradicionales opciones representadas ante todo por la metafísica aristotélica y, en segundo plano, por el sistema cartesiano. Este discurso ha sido producido con toda seguridad teniendo en cuenta las dificultades que entonces imponían las instituciones conservadoras en manos de los dominicos, a todo proyecto local de reforma cultural y educativa. A pesar de su personalidad y prestigio académico como profesor de la nueva filosofía, Mutis era consciente de la fuerza institucional de este poder como para no agudizar una confrontación más directa de tesis que terminó por zanjarse años después en 1773, a través de un discurso menos ecléctico y más comprometido con Copérnico y Newton. En este período Mutis tuvo tiempo para madurar su reflexión y producir un trabajo sistemático de apropiación conceptual de estas tesis, con base en el estudio directo de la obra física y matemática de Newton³¹.

Es en 1773 cuando Mutis se declara públicamente copernicano. En esta ocasión el gaditano le dedicó a la virreina la conclusión pública en el Colegio del Rosario. Decía Mutis: "Hallándome instruido con finos conocimientos y claras luces que nunca pude descubrir en las tinieblas de la vieja filosofía, me confieso públicamente copernicano"³².

Mutis sustentó entonces 16 tesis para defender el sistema heliocéntrico. Llama la atención que dedica mínimo once tesis para aprobar que estas teorías no están prohibidas y que, por el contrario, se mandan a enseñar en la nueva reforma propuesta por Carlos III³³. Este es, pues, un texto en el cual la estrategia cognitiva de defensa del copernicanismo articula los argumentos teóricos y conceptuales, al orden de lo normativo y jurídico, dejando claro el esfuerzo de viabilización de las tesis en que está comprometido su autor.

Debemos reseñar, igualmente, la polémica que se entabla en la ciudad de Caracas entre el catedrático de la universidad, el conde de San Javier, y un "cierto filósofo Valverde de noble condición y estado eclesiástico, en servicio activo del rey y graduado en la Universidad tomista"³⁴.

Tal disputa se originó el 10. de agosto de 1770 por una discusión entre Valverde y el conde sobre "utilidad e inutilidad de la filosofía de Aristóteles". Valverde responde por escrito el 7 de agosto del mismo año (Valverde, 1777: 272-288), fijando sus posiciones filosóficas al respecto.

En el desarrollo de su tema central la controversia de Valverde evidencia que éste estaba familiarizado con las tesis copernicanas y newtonianas y con el discurso moderno de la nueva ciencia. No obstante, no hay criterios para afirmar que esa cultura se fundamentaba en una solidez de conocimientos.

El escrito de Valverde contiene una argumentación teológica y críticas a la antigua filosofía desde la nueva ciencia, pero el documento carece de una fundamentación de fondo. De otra parte, se observa que Valverde estaba familiarizado, como era normal en un erudito de las nuevas villas coloniales, con obras y acontecimientos culturales de Europa, en su caso particular, de Inglaterra. En algunas partes se basa en la autoridad de alguien como Sanderson³⁵ y cita el boletín de la Royal Society de Londres. Pero, insistimos, la premisa fundamental de la argumentación de este filósofo es teológica más que científica. Es más, Valverde trata de utilizar lo que parece ser "nueva" ciencia para introducir su posición teológica. Por ejemplo refiriéndose en cierto momento al principio de la transitividad de la igualdad, si $A = B$ y $B = C$, entonces $A = C$, se apoya en él para atacar a los arrianos que se negaban a aceptar la Trinidad³⁶. Igualmente Valverde deja clara su posición de ser un seguidor incondicional de la filosofía tomística.

El caso de Mutis es diferente al de Valverde, al menos en lo que se refiere a la disertación del gaditano de 1773. Esta está pensada en términos científicos como para responder a los posibles inquisidores que iban a rebatir sus teorías, tal y como efectivamente sucedió. No es, pues, una polémica de distracción, cortesana, incidental, como la de Valverde y el conde de San Javier.

En este proceso de difusión de ideas científicas modernas de la física en el período colonial, encontramos así mismo varios ilustrados que hay que leer entre líneas. Posiblemente ocultaban su verdadero pensamiento por temor a la Inquisición, que era vista entre nuestra intelectualidad como una institución con bastante poder en España por sus acciones y, sobre todo, por las víctimas que continuaba cobrando. Un ejemplo nos lo suministra el proceso a Olvide, cuyo caso encarnaba "los problemas de la libertad, de la cultura y sobre todo

mostró el enorme poder que mantenía la Inquisición en España" (Alvarez de Morales, 1982: 130-131).

LOS DOMINICOS OTORGAN EN QUITO Y ATACAN EN SANTAFÉ

Hay que precisar que la actitud de los dominicos en relación con las conclusiones públicas sobre el sistema copernicano fue completamente diferente en Quito y en Santafé. Lo que marcaba la diferencia de situaciones locales en este problema era la correlación de fuerzas con respecto al poder político y, en particular, al control de la educación.

Podemos determinar una primera etapa, tanto en Quito como en Santafé, entre 1740 y 1767, en la cual se expone libremente en conclusiones públicas el sistema copernicano por parte de los jesuitas y de Mutis. En este período los dominicos guardan sagrado silencio.

Las posibles causas se encuentran, en primera instancia, en el poder de los jesuitas sobre la Inquisición. Recordemos que el inquisidor general López de Prado, amigo de los jesuitas, ocupó este cargo desde 1746 hasta 1767. Por otra parte los intereses y los poderes político-educativos estaban entonces bien demarcados, y la situación era de respeto mutuo entre cada orden religiosa. En efecto, tanto jesuitas como dominicos gozaban de los mismos derechos y privilegios para otorgar grados en sus respectivas universidades desde 1702³⁷.

Para entender el fondo de la polémica que entablaron los dominicos contra Mutis por haber sustentado el gaditano las tesis copernicanas, necesitamos hacer previamente algunas precisiones.

En comparación con el decenio anterior, hacia el inicio de los años 1770 las cosas habían cambiado con la expulsión de los jesuitas. Los dominicos pensaron que ellos podían ocupar el vacío dejado por los jesuitas. Un ejemplo de las acciones que emprendieron con ese propósito fueron las peticiones que elevaron ante la Junta de Temporalidades, pidiendo para su comunidad los bienes y privilegios educativos que habían sido de la comunidad de los "expulsos"³⁸.

En Quito se presenta por la misma época una realidad diferente a la de Santafé con respecto a la creación de la Universidad Pública. La Junta de Temporalidades se encargó de fundar una nueva universidad pública, con los bienes de la Universidad Gregoriana y el Colegio-Seminario San Luis de los Jesuitas. Los dominicos satisficieron su vieja aspiración de controlar y monopolizar la educación superior quiteña. El 23 de agosto de 1776 la junta determinó "el traslado de la Universidad Santo Tomás, con sus rentas y posesiones, al edificio

del Colegio Seminario de San Luis, declarándola como la única oficial en la Audiencia de Quito"³⁹. Por otra parte, los dominicos consiguieron que en la Real Cédula de 1786 se incluyera que para la nueva universidad pública el patrono sería Santo Tomás de Aquino (Rodríguez Cruz, 1973: 561).

En Santafé, por el contrario, los dominicos polemizaron contra el proyecto de Moreno y Escandón⁴⁰ por encontrar que la nueva universidad les arrebataría sus privilegios en la educación del virreinato. El proyecto del fiscal obedecía a las órdenes reales de reformar las universidades y obtener el control de la educación con el dominio del rey y no del Papa. Al quedar la educación bajo la vigilancia estatal, el sector civil adquiriría el derecho de inspeccionar la educación y, con ésta, la enseñanza y los empleos de las instituciones educativas.

Moreno decía en el citado plan que "los religiosos han empuñado el cetro de las ciencias, han dominado en los empleos de rectores, regentes de los estudios, examinadores de los grados y árbitros en conferirlos quedando los seculares sujetos con la dura servidumbre, a vivir siempre inferiores sin esperanza de sacudir tan pesado yugo"⁴¹. Queda aquí al descubierto la razón principal del debate: la lucha abierta entre el sector civil que quería controlar la educación, y el sector religioso, en este caso los dominicos, que no iban a permitir que se les arrebataran sus privilegios procedentes del ejercicio de este monopolio. Lo cual ya había sido previsto por Moreno en su propuesta de reforma de estudios, al anunciar que "la de predicadores es la única orden que por el interés de que se le priva de conferir grados, por la facultad que disfruta, podrá tal vez manifestar displicencia que depondrá, luego que se haga cargo de los poderosos motivos referidos"⁴².

En este contexto se entiende que la oposición que ejercen los dominicos a la defensa por parte de Mutis del sistema copernicano en los años 1770, comprometía algo más que tesis filosóficas. Inevitablemente, en este caso quedaba implicado el tema más general del momento: la creación de una universidad pública, y la cuestión del control de esta universidad por parte de los seculares. Así pues, en una polémica aparentemente superflua en un ambiente intelectual superideologizado, se escondía un duro enfrentamiento entre dos grupos organizados que querían controlar el poder educativo⁴³.

Con la polémica planteada a Mutis, lo que los dominicos esperaban en realidad era ganar tiempo para mover sus influencias en Madrid, con el fin de paralizar el plan de estudios de Moreno y Escandón, que amenazaba duramente sus intereses (Negrín y Soto, 1985: 65). La polémica por el sistema copernicano se vinculó inmediatamente a la que desde antes se venía entablando por la reforma de estudios. En esta ocasión el debate por el sistema copernicano pasó

por la Inquisición de Santafé, luego al Santo Tribunal de Cartagena⁴⁴ y, finalmente, llegó a la Suprema Inquisición de Castilla, el 6 de marzo de 1775. Al parecer, Mutis acabó convenciendo a sus jueces de que el sistema heliocéntrico no era contrario al dogma⁴⁵.

LAS GENERACIONES DE CRIOLLOS QUITENOS, CARAQUEÑOS Y SANTA FERENOS DE LOS AÑOS 1790 RETOMAN A NEWTON Y A COPERNICO

Si bien es cierto que el equipo ilustrado de la corte de Carlos III promovió a nivel jurídico e institucional una política de secularización de las universidades, en la práctica la situación era diferente. Por una parte, estos ilustrados mostraron interés en promover las reformas universitarias y, por otra, no demostraron estar siempre en condiciones de contener los embates que libraron contra ellas determinadas comunidades religiosas y sectores conservadores. Sin considerar el peso de otros factores de la complejidad de la situación española, el solo poder religioso e inquisitorial era bastante fuerte. Además, otro era el ambiente político a partir de la influencia de la Revolución Francesa. La corona española en este período desarrolló una serie de medidas de control y represión contra catedráticos, estudiantes y libros que circulaban en el virreinato.

En cuanto a las colonias americanas no puede decirse que las realidades quiteña, caraqueña y santaferena fueran similares. El desarrollo de las universidades en estas capitales, en particular, tomó diferentes rumbos a partir de la expulsión de los jesuitas.

Santafé de Bogotá⁴⁶, capital del virreinato, para esta época contaba con cuatro instituciones de estudios superiores: la Universidad Santo Tomás⁴⁷, el Colegio Mayor del Rosario, el Colegio Mayor de San Bartolomé y la Universidad de San Nicolás de Bari. La única institución que podía otorgar grados a seculares era la de Santo Tomás después de la expulsión de los jesuitas.

Quito⁴⁸, capital de la Audiencia, contaba sólo con una universidad a donde podía asistir la población seglar después de la expulsión de los jesuitas⁴⁹. Esta universidad era la de Santo Tomás, que se había convertido en pública a partir de 1775⁵⁰. Se encontraba también la Universidad de San Fulgencio que tenía aprobación papal y real, pero que sólo confirió grados a seculares hasta 1775⁵¹.

Con respecto a Caracas encontramos tres conventos dedicados a la enseñanza: el de San Francisco, el de San Jacinto y el de las Mercedes⁵². Los dominicos y franciscanos abrieron también sus aulas a los seculares⁵³. La

única universidad que funcionó en el período colonial y otorgó grados en la ciudad caraqueña fue la de Santa Rosa de Lima, con el colegio seminario que le había dado su origen académico. En 1784 se separa el colegio de la universidad y ésta toma un carácter más seglar, aunque cada dos años se comparte la rectoría con un eclesiástico⁵⁴.

La diferencia educativa estaba pues clara en cuanto a instituciones y monopolios, principalmente entre Quito y Santafé. En Quito los dominicos a partir de la expulsión de los jesuitas quedaron de amos y señores, al tiempo que en Santafé tenían entablada polémica con el sector civil por el monopolio educativo. En Caracas ejercían una influencia relativa en la universidad porque esta institución tuvo un mayor carácter secular, en especial a partir de 1784. Las polémicas que entablaron fueron para tratar de obtener mayores prebendas allí. En esta ciudad sus oponentes estuvieron entre los franciscanos y el sector civil.

En Quito, la generación formada bajo la dirección del padre Hospital tuvo trascendencia en la cultura de la Audiencia hacia 1779. En este año Espejo⁵⁵ publicó *El nuevo Luciano de Quito*, donde criticó la filosofía imperante. Aunque Espejo no ocupó ninguna cátedra en la universidad, en la época que estuvo de director de la biblioteca orientó a varios criollos de la nueva generación. Uno de estos criollos fue Miguel Antonio Rodríguez⁵⁶, hijo de su condiscípulo que llevaba el mismo nombre, con quien asistió a las clases de filosofía que dictó el padre Hospital. Este joven profesor, perteneciente a la generación que concilió las ideas científicas con las religiosas, vuelve a poner sobre la palestra a Copérnico. En su curso de filosofía enseñó a Newton y a Copérnico. Y después de 25 años de no defenderse públicamente las teorías heliocéntricas, en 1797, con su alumno Pedro Quiñónez y Flórez, realiza públicas conclusiones defendiendo las *Theses Philosophicas sives Philosophia universal* (Paladines, 1981: 50).

Sorprende que la comunidad de Santo Domingo no entablara polémica al profesor Rodríguez. Sin embargo este hecho puede tal vez comprobar que en el fondo de la diferencia de actitudes ideológicas de los dominicos en Quito y Santafé está el problema fundamental para ellos del control de las respectivas universidades. Situación similar se presenta en Caracas. Como veremos adelante, los dominicos callan en la polémica de Marrero; sin embargo consideramos que deben haberse mostrado reticentes a enseñar la nueva corriente ilustrada⁵⁷ en su cátedra de filosofía de la universidad caraqueña.

En Quito, la Universidad Santo Tomás se hace pública en 1776, pero la nueva constitución de 1786 le garantiza a los dominicos que el patrono de la institución es Santo Tomás. La reforma de estudios que presentó el padre Pérez Calama en 1791 (Pérez Calama, s.f.: 177-220), y que sólo se aplicó en parte,

garantizaba que la cátedra de teología de prima y vísperas fuera regentada por un dominico. Este hecho, como lo hemos señalado, también se presenta en la Universidad de Caracas, donde los dominicos regentaban desde 1742 las cátedras de filosofía y Sagrada Escritura.

En la cátedra de teología del plan de estudios de Pérez Calama se "estudia a Santo Tomás en sí mismo, fórmese sistema de que los muchachos se empapen bien, bien, en lo que claramente enseña el Santo. Con este método los discípulos serán grandes y sólidos teólogos" (Rodríguez Cruz, 1973: 565). Además, en el estudio de la física, no se aceptaba el sistema copernicano (Paladines, 1981: 50). Apoyados, posiblemente, los dominicos en la Constitución de 1786 y en el plan de estudios de Pérez Calama, y ante la elaboración de nuevos estatutos para la universidad, en 1803, por esta comunidad solicitó al rector y al claustro de la universidad que "se imponga la doctrina y la estructura tradicional en la ya secularizada universidad" (Paladines, 1981: 51). Parece que para esa época la influencia de los dominicos había decaído en la universidad quiteña, porque la respuesta del claustro fue ecléctica y recomendaron como prioritario el estudio de las matemáticas y la física (Paladines, 1981: 51-52).

En Santafé, hacia 1791, se presentan varios hechos que demuestran el ambiente educativo del momento. Primero, Francisco Antonio Zea publica con el título de Avisos de Hebephilo una crítica a la enseñanza escolástica (Arboleda, 1990b: 193-225), y los estudiantes del Colegio San Bartolomé solicitan que se les nombre a sus expensas un profesor de matemáticas y filosofía natural⁵⁸. Por otra parte, se inicia la publicación de *Papel periódico de la ciudad de Santa Fe de Bogotá*, con la dirección del cubano Manuel del Socorro Rodríguez que a su vez era el director de la Biblioteca Pública y coordinador de la Tertulia Eutropélica. Se presentan igualmente otras tertulias y documentos, entre otros podemos señalar la de Nariño que se denominó el *Arcano de la Filantropía* y la de doña Manuela Santamaría de Manrique que se llamó Tertulia del Buen Gusto. En el mismo año de 1791 el clérigo José Domingo Duquesne escribió un documento titulado *Historia de un Congreso Filosófico tenido en Parnaso por lo tocante al Imperio de Aristóteles*, este escrito presenta un estilo similar de confrontación a los que ya publicaba Espejo en la ciudad de Quito. Por lo anterior se puede establecer que el pensamiento ilustrado se esparcía en las élites criollas por medio de los círculos literarios y en la Expedición Botánica, mas no era aceptada en las instituciones universitarias.

Sin embargo, el hecho más importante en el ambiente universitario y con mayores repercusiones fue la polémica que se desarrolló entre el profesor Vallecilla y el rector Burgos del Colegio del Rosario. El profesor Valle-

cilla defendía el método de la filosofía útil aprendido con el plan de Moreno y Escandón, y no estaba dispuesto a acatar las órdenes de Burgos, porque, según Vallecilla, “eran fútiles los fundamentos del rector del Colegio del Rosario” de controlar las funciones de los catedráticos y “calificar las doctrinas que hayan de leer”⁵⁹.

En 1796, el profesor Vásquez Gallo adopta similares planteamientos cuando “no quiso leer ni defender la suma doctrina del doctor Santo Tomás y del maestro Goudin”⁶⁰ y en cambio defendía el sistema heliocéntrico. Como ya lo había dicho en el caso del profesor Vallecilla, el virrey Ezpeleta apoya en esta ocasión a los rectores en contra de los profesores que defendían las ideas ilustradas. El 15 de junio de 1796, la Junta de Estudios se pronuncia condenando “las demasías del catedrático Vásquez y en su persona a cuantos fueran osados en lo venidero a presentar siquiera como hipótesis tan sacrílico sistema como el de Galileo” (Hernández de Alba, 1938: 301).

Pero aunque la Junta de Estudios reprende al profesor, éste sigue defendiendo el sistema heliocéntrico y atacando al peripatético Goudin. Con respecto a esta posición, el rector del Colegio del Rosario sugiere como única salida “lo conveniente que es no sólo sacarlo del colegio sino también de la capital para que no corrompa con sus influjos tales y de tan fatales desobediencias” (Hernández de Alba, 1938: 303). La tenacidad de Vásquez al mantenerse en su posición revela la conciencia que ya existía en la élite de eruditos de Santafé sobre el valor cultural irreductible de ciertas teorías. Estas debían ser asumidas inclusive en las instituciones del régimen por encima de todo, aun desafiando el poder del que entonces se perfilaba como viejo orden.

Por supuesto las represalias no eliminan en Santafé la controversia sobre el sistema copernicano. La polémica resurge el 20 de junio de 1801 cuando Mutis elabora un informe a petición del virrey Mendinueta sobre las tesis copernicanas que defenderían en conclusiones públicas los agustinos calzados en la Universidad de San Nicolás de Bari⁶¹. Esta universidad se caracterizó desde la reforma del padre Vásquez en 1773, por enseñar nuevas teorías⁶². Esta reforma de los estudios en la universidad se aplicó mediante circulares que señalaban que

se destierre, que del todo se quite de las escuelas aquella filosofía y teología peripatéticas llenas de cuestiones inútiles y cavilosas, que no sirven para otra cosa que para perder el tiempo inútilmente y que se enseñe una filosofía útil y provechosa, capaz de habilitar a los estudiantes para el estudio fructuoso de las demás facultades y hallar la verdad, que es el fin a que todos aspiran⁶³.

El nuevo método, que combatía la escolástica, parece que se empezó a aplicar en esta Universidad de San Nicolás de Bari a partir del mes de junio de 1776, cuando se reorganizaron los estudios eclesiásticos superiores en los conventos de los agustinos calzados de Cartagena y Santafé. En esta última ciudad fue elegido moderador de la cátedra de filosofía el padre Diego Francisco Padilla quien la regentó de 1776 a 1786. Al regreso de su viaje por Europa, en 1788, Padilla fue nombrado regente de estudios en esta institución y reorganizó los estudios de filosofía introduciendo la enseñanza sistemática de las nuevas ideas⁶⁴. Poco después este proceso modernizador se afianzaría al establecerse hacia 1800 la cátedra de matemáticas, donde se enseñaba a Newton y a Copérnico⁶⁵. En este contexto se comprende que con su informe al virrey de 1801, Mutis interviniera para sancionar en un discurso completamente moderno el proceso conflictivo de legitimación de la enseñanza de Copérnico y Newton en Santafé.

Alrededor de 1790 la situación era igualmente difícil en Caracas para quienes asumían el proyecto de impulsar las ideas ilustradas en los claustros universitarios, y también allí observamos un enfrentamiento abierto entre los sectores ilustrados y la tradición escolástica apoyada por la Corona. Esta es una época de represión política en las colonias americanas en la cual la metrópoli manifiesta su decisión de ejercer el control total sobre los estudios, catedráticos, alumnos y libros.

La polémica entre el clérigo Baltasar de los Reyes Marrero⁶⁶ no es un hecho aislado ni en Caracas ni en España. El aparentemente insignificante incidente de sacar al hijo de don Cayetano de clase, por no realizar las tareas de matemáticas en el enfoque moderno, sirvió al Consejo Real para poner de presente una política ejemplarizante. El régimen había reconocido perfectamente que tras la enseñanza de nuevas teorías ilustradas por sus objetivos de utilidad práctica, se encontraban intereses de la élite en ascenso social, de subversión del orden colonial, lo cual era imposible permitir. Por lo anterior son explicables las medidas rígidas de control sobre los catedráticos, de conocer el "cuaderno de clase" que iban a memorizar los alumnos antes de que se dictara la cátedra, las visitas bimensuales a las aulas, y a la casa de los alumnos para "arrebatar" cualquier libro "perjudicial" a la religión y a la Corona, entre las más draconianas.

Además de favorecer un tratamiento ejemplarizante, las políticas de represión, particularmente agudas en Caracas, trataban también al hecho de que por su posición geográfica y el libre comercio que desarrolló desde 1788⁶⁷ ésta fue puerta de ingreso y circulación apreciable de libros de la nueva filosofía⁶⁸.

Si bien las decisiones reales de reprimir los catedráticos en Santafé y Caracas tienen el mismo sello, en Caracas los miembros de la Real Audiencia y el rector apoyaron a Marrero, y el juicio y multa vino del Consejo Real⁶⁹. En Santafé ni Vallecilla ni Vásquez Gallo tuvieron el apoyo del rector ni de la Junta de Temporalidades. Sólo de sus colegas; entre otros del vicerrector y, más tarde, de Camilo Torres, el precursor de la Independencia. En Santafé, el virrey Ezpeleta fue categórico al apoyar sin reparos a los rectores que representaban la tradición y la escolástica. El Consejo Real asumió posición semejante en su juicio contra Marrero, apoyando al catedrático Cayetano y al Cancelario a pesar del aval que tenía Marrero de la Real Audiencia y de su ilustre rector Juan Agustín de la Torre (1750-1804)⁷⁰. Se debe tener en cuenta que el cabildo venía presionando, con el apoyo del claustro de la Universidad, la creación de la cátedra de matemáticas, desde hacía varios años. Como en Santafé, las élites criollas caraqueñas discutían y ponían en práctica dentro y fuera de las aulas universitarias los conocimientos útiles de la nueva filosofía, buscando llenar con su iniciativa todos los espacios que podrían ser útiles a su proyecto social y cultural.

Por la época del pleito, en 1790, se crea en Caracas la Academia de Derecho Público y Español⁷¹, siendo el primer presidente Miguel José Sanz⁷². En este mismo año el rector de la Universidad de Caracas, doctor Juan Agustín de la Torre, publicó e hizo circular el Discurso Económico, Amor a las letras en relación con la Agricultura y Comercio (Leal, 1953: 225-241). En este escrito planteaba el rector, al igual que Zea en Santafé, la urgente necesidad de desarrollar una "ciencia patriótica" (Arboleda, 1990b). En el citado documento se señala a la "ciencia como un instrumento ligado a la vida, que posee el secreto de fortalecerla y dignificarla" (De la Torre, 1963: 227). Las matemáticas eran parte fundamental para el desarrollo de todas las ciencias (De la Torre, 1963: 232). Y por tanto se insistía, como Mutis lo había hecho en Santafé 30 años antes, en la necesidad de crear la cátedra (De la Torre, 1963: 240-241), "habilitando los libros, instrumentos y máquinas indispensables a esta enseñanza porque sin este auxilio será dificultoso demostrarles a los jóvenes los efectos de su aplicación" (De la Torre, 1963: 229).

Marrero entre otras tesis fundamentales enseñó que la filosofía experimental debe ser preferida a la sola racional. Decía: "Porque aquella se apoya en la razón y en la experiencia, al paso que esta sólo se apoya en la razón" (Parra, 1989: 70).

Además este profesor ilustrado realizó varias conclusiones públicas en defensa del sistema copernicano y newtoniano. Autores como Kepler, Huyghens, Volta, Lavoisier, Musschenbroeck, Buffon, Sigaud, Bails, Jacquier, Nollet,

Brisson, entre otros, encuentran que sus tesis son defendidas en la Universidad de Caracas no sólo en el período de enseñanza de Marrero (1788-1790) sino que también se exponen y defienden con el catedrático Pimentel y otros docentes que continuaron con la enseñanza de la cátedra de filosofía (Parra, 1989: 113-114-119-145).

En general se puede señalar que igual en Quito con las enseñanzas de Hospital, en Caracas con Marrero, en Santafé con Mutis, Félix Restrepo y la aplicación del Plan de Moreno y Escandón, las nuevas teorías no cayeron en el vacío. Una nueva generación se formó y adoptó la filosofía experimental. En el caso de la universidad caraqueña, entre otros alumnos de Marrero podemos citar a Rafael Escalona que posteriormente continúa en su enseñanza con la misma línea de pensamiento de su maestro.

NOTAS

- 1 Este capítulo fue escrito con la colaboración de Diana Soto Arango, profesora titular del Departamento de Posgrado de Educación, Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá.
- 2 La Real Cédula del 20 de agosto de 1739 creó en forma definitiva el virreinato de la Nueva Granada, con la integración de los territorios de Nueva Granada, Venezuela y Quito. En 1742 se separó Venezuela, la cual fue convertida en gobernación. En 1777 Venezuela pasa a ser capitania general y en 1786 se crea la Real Audiencia de Caracas. La provincia de Venezuela, hacia 1786, tenía 333.359 habitantes. El padrón del arzobispado de Santafé, que comprendía varios municipios, entre 1780-1781, arrojaba un total de población de 399.446 almas. Hacia 1808 la población de la presidencia de Quito era de 600.000 habitantes y, en total, en el virreinato se contaba la población en dos millones. En este dato no se contabiliza la audiencia de Caracas. (Brito Figueroa, 1987, t. 3: 1203; Restrepo, J. M., 1974: 48-49; Ocampo López, 1984: 126-127).
- 3 "El virrey permanecía en el cargo cuatro años, ejercía el gobierno superior político, militar y de hacienda de la Nueva Granada. El Presidente de Quito desempeñaba el cargo durante cinco años: estaba sujeto a la autoridad de los virreyes. El capitán de Venezuela tenía el mando durante siete años". Véanse Restrepo, J. M. (1974: 26-27), López (1976), Leal Curiel (1990).
- 4 El sostenimiento económico del virreinato se fundamenta en las rentas de la minería, especialmente la del oro; pero su mayor ingreso provenía de los impuestos del aguardiente de caña, aunque se debe anotar que en éste predominaba el contrabando (Delgado, 1974: 140-141).
- 5 Archivo General de Indias (A. G. I.). "Expediente sobre la Universidad Pública de Quito". Consejo del 16 de abril de 1800. Sala segunda, f. 13 (numeración nuestra). La Real Orden del 4 de abril de 1786 estableció el nombramiento de rectores alternos, entre seculares y eclesiásticos en la Universidad de Quito. Antes, la Real Cédula del 7 de octubre de 1784 ya había establecido la misma norma para la Universidad de Caracas. El obispo ofreció dotar las cátedras en Quito y, de esta manera, el poder económico eclesiástico sometió al sector civil.
- 6 En la Universidad de Caracas, por Real Orden del 4 de mayo de 1815, se establece una visita a esta institución con el objeto de reformar las constituciones y elaborar un nuevo plan de estudios. Esta visita y elaboración del plan se le encomendó a don José Manuel Oropeza, teniente gobernador de la Audiencia de Caracas. El 20 de diciembre de 1815, el teniente presentó el nuevo plan de estudios. *AGI, Audiencia de Caracas, Sección V, Legajo 109, Doc. 11* (numeración nuestra). Respecto de introducción de la ciencia moderna en Nueva España, véase Saldaña (1987: 35-58).

7. El Real Jardín Botánico de Nueva España se estableció en 1788 y en ese mismo año se creó la cátedra de química. En 1792 en el Real Seminario de Minería se establece igualmente esta cátedra. Véase Aceves (1990: 249-255).
8. Por ejemplo en Quito, el pleito de otorgar grados en los colegios y universidades de jesuitas y dominicos queda regulado por el Decreto Real de 1696, el cual establece que las dos comunidades pueden otorgar grados. En Santafé igualmente un decreto real regulariza esta situación. Felipe V lo realiza el 25 de noviembre de 1704. Véase AGI, *Audiencia de Quito*, legajo 196. También, Ariza (1980: 119).
9. En Santafé, por ejemplo, el padre fray Jacinto Antonio Buenaventura manifiesta "que por la estrechez del colegio y pobreza para adquirir libros de ciencia" pide que se le den los bienes de los jesuitas, "para sostener las cátedras y el Colegio Máximo con todas sus pertenencias, y los derechos y privilegios que tenía la antigua universidad de los jesuitas, además de todas las prerrogativas que el fiscal Moreno pedía para la universidad pública". "Expediente sobre la universidad pública", Santafé, 30 de junio 1777. AGI sección quinta *Audiencia de Santa Fe*, Legajo 759, Doc. 13, f. 15 (numeración nuestra).
10. Dice el fiscal Moreno que "si muchos por su pobreza no tuviesen dinero necesario para obtener el grado de doctor y costear la pompa y propinas acostumbradas, se habrán de contentar con el grado de bachiller o licenciado, que presta aptitud necesaria para los empleados y quedará más apreciable y menos común que en lo presente el doctorado". Véase en "Informe del fiscal Moreno", 25 octubre de 1771, Santafé, 1771. AGI Sección quinta *Audiencia de Santa Fe*, legajo 759, f. 11.
11. La comunidad de Santo Domingo en 1538 fundó la primera universidad en las colonias españolas americanas, en la ciudad de Santo Domingo, Isla Española, actualmente República Dominicana. En el virreinato de la Nueva Granada organizaron la primera universidad de Santafé de Bogotá en 1580, en Quito lo hicieron en 1686 y en Caracas establecieron estudios conventuales, desde 1592. En la universidad de Caracas ejercieron los dominicos la docencia con las dos cátedras en propiedad que les dio la Real Orden de 1742. En la nueva universidad pública de Quito bajo el plan del obispo Pérez Calama mantuvieron algunas cátedras bajo su regencia.
12. "La curiosidad científica en Europa contribuyó a formar varias academias para reunir y recopilar información de viajeros a fin de estimular el interés por las ciencias naturales". Uno de los primeros visitantes bajo el régimen de los Borbones fue Amédée de Frezier, en el virreinato del Perú de 1712 a 1714. En 1735 bajo los auspicios de la Academia francesa de las Ciencias y de la Corona española salió la expedición Geodésica, encabezada por Charles de la Condamine, que incluía a científicos como Pedro Bouguer, Luis Godin, Seniergues, Jussiey y a los españoles Antonio de Ulloa y Jorge Juan. Posteriormente Ruiz y Pabón de 1777 a 1788 realizan una expedición al virreinato del Perú y de 1799 a 1804 Alejandro Humboldt y Amado Bonpland se desplazan a la América española. Véanse Saldaña (1988: 115-129), Astuto (1969: 47-50), Puig Samper (1988: 234-237), Aceves (1991), Minguet (1985: 266-270).
13. Marco Dorta (1967: 260). La Academia de Caracas funcionó de 1760 a 1768. Hernández de Alba (1983c: 531-533).
14. Los jesuitas establecieron en Santafé la Universidad Javeriana en 1621 y en Quito la denominada Universidad de San Gregorio, en 1622. Estas universidades otorgaron grados a civiles. En Caracas la comunidad no profesó estudios ni estuvo en la universidad caraqueña.
15. La sola Universidad de San Gregorio de Quito contó con "71 profesores extranjeros que enseñaron en la Universidad y consignaron la materia en un volumen manuscrito. Catedráticos nacionales fueron 21, de los cuales 5 eran lojanos, 4 quiteños, 3 de Guayas, 3 de Cuenca, 3 de Riobamba, 2 de Ibarra y 1 de Ambato". Vargas (1983: 11).
16. La Condamine no sólo se vinculó con los jesuitas de Quito, sino que también más tarde dictó clases en la Universidad de Lima. Igualmente en este periodo, además del libro de Magnin, se conocen varias publicaciones que realizaron los jesuitas, sobre descripciones geográficas. Véase: Lafuente A. y Estrella (1987: 20-28).
17. Magnin había remitido esta obra a Europa en 1744 y en 1747. En la primera ocasión se extravió el libro al naufragar el barco. Magnin llegó a ser elevado a la dignidad de corresponsal de la Real Academia de Ciencias de París. Paladines Escudero (1981: 38-39).
18. Ramírez (1988: 52) considera que el autor del manuscrito es un jesuita español. Se tiene conocimiento por información de la investigadora Stella Restrepo de que, en el siglo XVIII, al jesuita Mesuand, alumno de Descartes, se le retiró de la cátedra de filosofía que enseñaba en el Colegio San Bartolomé

por impartir las nuevas teorías. Hasta el momento no podemos establecer relación directa entre el autor del manuscrito y el jesuita Mesuand.

- 19 Las tesis heliocéntricas fueron incorporadas como fundamento del sistema del mundo de Newton. Es decir de la ley de gravitación universal que regulaba todos los fenómenos mecánicos y naturales de este sistema. A partir de esta conceptualización teórica Newton formuló la predicción de la figura de la Tierra. Experiencias como las de las misiones al Perú y de Laponia, aportaron la base factual a las predicciones teóricas, afirmando el proceso de aceptación definitiva de la física newtoniana y de la hipótesis copernicana. En el texto *La Physica specialis et curiosa*, la polémica sobre la figura de la Tierra queda reducida a los resultados de las dos expediciones: claramente es el triunfo de una filosofía, la inglesa, contra la francesa, cartesiana. El texto en este punto, de la figura de la Tierra, es moderno. *Nueva filosofía natural. Physica specialis et curiosa*. Manuscrito colonial anónimo, 1755, USTA, Bogotá, 1988: 75-77.
- 20 La tesis de Copérnico y el sistema del mundo newtoniano eran constructos matemáticos que la experiencia y el cálculo validaban, pero sólo como hipótesis que se derivaban de una manera científica de explicar la naturaleza. Sin embargo, la teología se reserva la última explicación de los fenómenos naturales, no mediante hipótesis sino mediante tesis que remiten a la causa final: la creación y la regulación del mundo por un Dios omnipresente y omnipotente.
- 21 Desde mediados del siglo XVII y sobre todo en el siglo XVIII, la distinción entre física general y física especial sigue en líneas generales la clasificación aristotélica. La primera comprendía los temas fundamentales de la *Physica*, por ejemplo la esencia del ser natural, las causas, el infinito. Los tratados cartesianos incluían, entre otros, los temas de extensión, cantidad y lugar. En la física especial se exponía un tratado del cielo, uno sobre la generación y la corrupción, otro sobre los meteoros, e inclusive uno sobre el alma.
- 22 Aguilar (1981: 106). La fecha del nacimiento de Copérnico que aparece en el documento es incorrecta, porque el año exacto es 1473.
- 23 Negrin y Soto (1985: 50-51). Se debe señalar que Aguilar reproducía la adhesión generalizada al sistema de Tycho, que se da con posterioridad a la prohibición del sistema de Copérnico por la Iglesia, a comienzos del siglo XVII.
- 24 Sobre la afirmación según la cual "el sistema de Tycho Brahe no se ha podido probar", se puede indicar que Tycho fue un astrónomo de gran prestigio, en su época y posteriormente, por la precisión de sus cálculos y observaciones. De manera que su sistema reflejaba estas precisiones tanto o más que el sistema copernicano. En cuanto a las hipótesis matemáticas a las que se alude en el texto de la *Physica*, ellas son correctas. Las tesis cosmológicas son por su parte discutibles; pero debe especificarse que esta posición era la generalizada en Europa hacia mediados del siglo XVIII. Por ejemplo, tal es el enfoque de postura en las muy difundidas instituciones de Jacquier de 1760.
- 25 Señala el documento de la *Physica* que es falso que "los astros no se muevan más velozmente que el sol". (Negrin y Soto, 1988: 56).
- 26 *La Physica specialis et curiosa* fue redactada en el año de 1755. (Negrin y Soto 1988: 19). El autor posiblemente debió ser un jesuita español o de formación filosófica española. El amplio conocimiento geográfico que evidencia con respecto al virreinato neogranadino nos lleva a pensar que probablemente era un misionero español que recorrió estos territorios.
- 27 Paladines (1981: 34). Al explicar Aguirre las manchas solares, estaba probando la rotación del sol sobre su eje. Este tema también se explicó en el curso de filosofía de 1755 en la Universidad Javeriana. Véase Pacheco (1984: 11).
- 28 Aguirre tuvo al menos un discípulo que aparentemente fue más allá de su maestro, tal como se desprendería de la siguiente cita tomada de la disertación defendida por José María Linati, con la dirección del R. P. Juan Bautista de Aguirre, de la Compañía de Jesús, profesor público de filosofía en la Universidad de San Gregorio, Quito, 1759. "Defendemos y probamos con argumentos meramente filosóficos, dejando a los teólogos las razones teológicas, que no existe la promoción física de los tomistas, tomística o tomista". El original se encuentra en la Biblioteca-Museo-Archivo "Aurelio Espinosa Pólit", Quito, Cotacollao. Editado en Aguilar (1981: 129-130).
- 29 "El jesuita Juan Hospital, nacido en Bañolas, fue posiblemente uno de los pioneros de la nueva generación de criollos americanos que públicamente sirvió de multiplicador de la astronomía moderna, durante un curso de física que dictó de 1761 a 1762 en Quito". Paladines (1981: 34) y Bedoya Maruri (1982).

- 30 Carvajal (1761). Tesis defendida bajo la presidencia del P. Juan de Hospital, en Quito, el 14 de diciembre de 1761, con la aprobación de sus superiores.
- 31 Arboleda (1990). El Estudio de Arboleda es un análisis historiográfico del manuscrito que contiene la traducción realizada por Mutis en 1770 de los *Principia Mathematica* de Newton. Además inscribe el discurso histórico-epistemológico de Mutis en el contexto sociocultural de la época.
- 32 *Alocución de Mutis sobre el sistema copernicano en el Colegio del Rosario*, Santafé, diciembre 1773, *AJB Sección Mutis*, legajo 25.
- 33 *Ibidem*, op. cit.
- 34 Sobre Valverde se tienen pocas referencias biográficas. Por ejemplo, se desconoce si fue criollo o peninsular y el tipo de cargo que desempeñaba en Caracas. Caraciolo es el historiador venezolano que más información da sobre este filósofo. Parra León (1954: 311).
- 35 Sanderson fue un divulgador de las teorías de Newton en Cambridge.
- 36 En este sentido se coloca Valverde en las antípodas de aquellos newtonianos ingleses y europeos que tomaban partido por las tesis unitarias y arrianas del autor de los *Principia*.
- 37 Los jesuitas y los dominicos desarrollaron un largo pleito por las preeminencias académicas y el derecho a otorgar grados en el siglo XVII. Esta controversia pasó por etapas críticas como fue el caso de la Real Cédula del 2 de marzo de 1655 en virtud de la cual se estableció que ni jesuitas ni dominicos tendrían universidad ni conferirían grados. Este conflicto se resolvió en mayo 27 de 1702 al aceptar el Papa la decisión del Consejo Real del 13 de agosto de 1700, de otorgar igualdad de derechos a ambas comunidades.
- 38 *Expedientes sobre la Universidad Pública*, Santafé, 30 de junio de 1777, *Archivo General de Indias* (A.G.I.) Audiencia de Santafé. Legajo 759, doc. 13, f. 15 (numeración nuestra, de acuerdo con la clasificación que hemos introducido nosotros en este fondo).
- 39 "El rey aprobó esta decisión en cédula del 4 de abril de 1786, en la que dispuso que la universidad se reorganizara conforme a las costumbres de las de Lima y México, según lo ordenado en el título 22 de la Recopilación de Indias, alternando en el rectorado los eclesiásticos y seculares" (Rodríguez Cruz, 1973: 561).
- 40 Francisco Antonio Moreno y Escandón (1736-1792) nació en Mariquita y murió en Santiago de Chile. Fue colegial y catedrático del Colegio San Bartolomé de los jesuitas en Santafé, pero obtuvo su grado en la Universidad de Santo Tomás. En tanto fiscal de la Real Audiencia y protector de indios y como miembro de la Junta de Temporalidades encargada de la administración de los bienes de los jesuitas expulsados, Moreno propuso en sesión del 9 de mayo de 1768 un proyecto de Reforma del Plan de Estudios y erección de universidad pública para la ciudad de Santafé.
- 41 "Primer informe del fiscal protector de indios sobre el establecimiento de la universidad pública en Santafé, 9 de mayo 1768". *AGI Sección Quinta, Audiencia de Santafé, Legajo 75*, doc. 8, f. 3 (numeración nuestra).
- 42 *Ibidem*, f. 10.
- 43 La polémica de Mutis y los dominicos por el sistema copernicano se encuentra analizada en Negrin y Soto (1985: 58).
- 44 "Informe del Santo Oficio de Santa Fe sobre la polémica del sistema copernicano", 24 de julio de 1774. *Archivo Jardín Botánico*, Madrid (AJB), Sección Mutis, legajo 25, f. 2 (numeración nuestra).
- 45 Documentos: *Mutis y la Expedición Botánica*, Bogotá, El Ancora Editores, 1983: 57.
- 46 Según el censo realizado por Moreno y Escandón en 1774, la ciudad de Santafé tenía 24.000 habitantes.
- 47 El 20 de marzo de 1630 el Consejo Real aprobó la Universidad Santo Tomás, que funcionó hasta el 3 de octubre de 1826 cuando Santander la suprimió y creó la universidad oficial. Sin embargo, los dominicos continuaron con el colegio que suprimió nuevamente el 18 de julio de 1861 Tomás Cipriano de Mosquera. Finalmente en 1942 se reabren el colegio y la universidad Santo Tomás (Ariza, 1980: 67-139).
- 48 La ciudad de Quito hacia la mitad del siglo XVIII contaba con 20.000 habitantes y en 1780 con 28.451 personas. La presidencia de Quito se creó en 1739, dependiente del virreinato de la Nueva Granada (Cisneros Alfaro, s.f.: 69).
- 49 En Quito funcionaron el Colegio de San Luis de los jesuitas que se creó en 1594. Posteriormente en esta institución se fundó la Universidad Gregoriana, en 1622, que luego clausuró Carlos III, para dar origen posteriormente a la Universidad Pública de Santo Tomás y luego a la Universidad Central en el período de la República.

- 50 El Real Colegio de San Fernando se estableció en 1693 con la regencia de los dominicos. Este fue el primer colegio que funcionó para seculares. La Universidad Santo Tomás se creó en 1686. El Colegio San Andrés se organizó en 1555. Posteriormente se le denominó Colegio Imperial de San Buenaventura; fue regentado por los franciscanos.
- 51 La Universidad de San Fulgencio de los agustinos calzados en Quito obtuvo Breve papal el 20 de agosto de 1586 para crear la universidad y se le dio el derecho de conferir grados en cualquier facultad a religiosos y seculares. El general de la orden en 1602 sólo permitió dar grados a los frailes del convento. En 1603 empezó a funcionar la universidad, impartiendo estudios a religiosos y seculares. Desde 1708 otorgó grados en cánones y leyes. En 1775 el visitador reformador Joaquín Izerta suprimió los grados para los seculares y en 1786 Carlos III prohíbe graduar en esta universidad (Rodríguez Cruz, 1973: 417-418).
- 52 El convento de la Merced se crea en 1670 y en 1837 se suprime y sus bienes pasan a la Facultad Médica de la Universidad (Castillo Lara, 1980, tomo I: 332-333). El convento de San Francisco, regentado por franciscanos, se estableció aproximadamente hacia 1580. El convento de San Jacinto se creó en 1597, con la dirección de la comunidad de Santo Domingo. Véase Parra (1954: 111-122).
- 53 Parra (1954: 229). A partir de 1673 los conventos de San Francisco y San Jacinto abrieron sus aulas a seculares.
- 54 El Seminario de Santa Rosa de Lima se creó en 1673 y dio origen a la universidad en 1721. En 1826 deja de llamarse Pontificia y Regia para denominarse Universidad Central de Venezuela.
- 55 Francisco Javier Eugenio de Santa Cruz y Espejo nace en Quito en 1747 y muere en 1795. Estudió en el Colegio de San Fernando, fue alumno de Hospital en el curso de 1761-1762, cuando tenía 13 y 14 años. Ingresó a la facultad de medicina en la Universidad Santo Tomás y se graduó en 1767 pero sólo pudo ejercer la profesión hasta 1772. En 1783 se fuga de Quito porque lo iban a arrestar y en 1789 lo encontramos en Santafé de Bogotá.
- 56 Miguel Antonio Rodríguez (1769-1817); su padre fue alumno del padre Juan Hospital en el curso de filosofía que éste dictó en 1759-1762. Se debe señalar que en el curso que dictó de física en la universidad introdujo la enseñanza de la anatomía y le dio gran importancia al estudio de las matemáticas. En 1801 se hace sacerdote y en 1813 publica los derechos del hombre. Por lo anterior fue expatriado a Panamá y luego a Filipinas. Véase en Paladines, 1981: 50-51. Keeding, Ekkehard, "El catedrático revolucionario de la universidad colonial de Quito doctor Miguel Antonio Rodríguez". De este artículo nos facilitó, el doctor Carlos Paladines, una copia en máquina, en enero de 1989 en la ciudad de Quito, ante la imposibilidad de conseguirlo en las bibliotecas. El artículo presenta algunos aspectos de la vida de Miguel Antonio Rodríguez: su posible lugar de nacimiento, sus estudios, sus reformas en los estudios como catedrático de filosofía y su participación en el movimiento de independencia.
- 57 En 1788 se encuentra un informe sobre las visitas a la cátedra que dice: "La odiosa singularidad que gozan los religiosos dominicos del Convento de San Jacinto de Caracas de leer en la Real y Pontificia Universidad las cátedras de filosofía y Sagrada Escritura, sin las oposiciones y exámenes que con arreglo a las Constituciones y Estatutos del gobierno de ellos hacen los demás catedráticos". Véase Archivo, Universidad Central de Venezuela (A.U.C.V.), *Provisiones y opositores a varias cátedras*, Vitrina I, Libro 7, tomo IV, libro 128, registro 12, Doc. 10, fls. 338-348. En el informe del claustro de la Universidad de Caracas del 22 de diciembre de 1786 dice que "las cátedras de los dominicos deben someterse a la nueva reforma... y para que se guarde uniformidad en la provisión de todas sin excepción de las dos que han sido y son del cargo del convento de San Jacinto", A.U.C.V. libro I, vol. I, t. I, No. 24, f. 271.
- 58 "Los estudiantes de filosofía del Colegio San Bartolomé solicitan poner a sus expensas un profesor de filosofía que los instruya en física, matemáticas, botánica e historia natural", Santafé, 1791. Archivo Histórico Nacional de Colombia (A.H.N.C.) Sección Colonia, Fondo Milicias y Marina, t. 128, fs. 200-201.
- 59 "El profesor Vallecilla solicita al virrey que le señale el término al rector, para que evacúe el informe que se le tiene pedido", Santafé, 27 noviembre de 1790, A.H.N.C. Sección Colonia, Fondo Miscelánea, t. 31, f. 38 (Doc. No. 6; numeración nuestra).
- 60 "El rector Martínez Caso suspende el acto literario donde Vásquez Gallo iba a defender el sistema copernicano", Santafé, 1795, A.H.N.C. Sección Colonia, Fondo Colegio, t. III, fs. 630-631.
- 61 El nuevo plan, que impulsó el padre Vásquez, remplazaba el escolasticismo por la "filosofía moderna". En la Universidad de San Nicolás de Bari se aplicó mediante la circular del 18 de octubre de 1773. Esta

circular la transcribió fray Bautista González, reformador de la Orden de Nuestra Señora de la Gracia. Se debe señalar que entre 1780 y 1790 los estudiantes de las escuelas agustinas de toda España discutían las proposiciones de los filósofos modernos. Véase en Herr (1964: 143). Campo del Pozo, F., "Método y profesores de la Universidad de San Nicolás en Bogotá", *op. cit.*, p. 196. La Universidad de San Nicolás de Bari obtuvo la Bula del 24 de abril de 1694, que le daba facultad para fundar la universidad y conferir grados académicos en filosofía y teología a los religiosos agustinos de la provincia de la Gracia. En 1697 comenzó el curso académico, pero sólo el 22 de abril de 1703 se le otorgó el pase regio. Inicialmente la universidad funcionó en la misma instalación locativa del convento agustiniano. Posteriormente, de 1739 a 1775 funcionó en edificio aparte con el Colegio de San Miguel. En 1775 el visitador reformador Juan Bautista González cerró el colegio y donó el edificio para el seminario conciliar; la universidad siguió funcionando a pesar del cierre hasta 1861, siendo su último rector Felipe Bernal. Véase Campo del Pozo, F., *El agustinismo y la Ratio Studiorum de la Provincia de Nuestra Señora de Gracia en el Nuevo Reino de Granada*: 49-57-82. "Método y profesores de la Universidad de San Nicolás": 200-201.

- 62 El padre general Francisco Javier Vásquez, de origen peruano, fue nombrado general de la orden de los agustinos en 1753. Durante su administración se promovió la reforma de los estudios eclesiásticos. Las constituciones del padre Vásquez no llegaron a publicarse, pero se sabe que puso en práctica lo referente a los estudios mediante decretos. Fue de público conocimiento la amistad del padre Vásquez con los ministros "ilustrados" de Carlos III, entre otros Moniño y Roda. Se considera que el padre Vásquez colaboró estrechamente con los representantes de Carlos III, para alcanzar la abolición de la Compañía de Jesús. Campo del Pozo, Fernando, *El agustinismo y la Ratio Studiorum de la Provincia de Nuestra Señora de Gracia en el Nuevo Reino de Granada*. Universidad Católica del Táchira, San Cristóbal, 1984: 60. "Método y profesores de la Universidad de San Nicolás en Bogotá", en Archivo Agustiniiano, vol. LXVIII, No. 186, p. 196. Sarraihl, *La España Ilustrada de la segunda mitad del siglo XVIII*, 2a. reimpresión, Fondo de Cultura Económica, Madrid, 1974: 204-700-703. Herr, R., *España y la revolución del siglo XVIII*, Editorial Aguilar, 1964: 19-143.
- 63 "Circular de fray Bautista González, reformador de la orden agustiniana en la provincia de la Gracia, sobre la reforma de estudios del padre Vásquez la que debía aplicarse en la Universidad de San Nicolás de Bari", Santafé, 18 de octubre de 1773. Archivo Histórico Nacional de Colombia (A.H.N.C.), Sección Colonia, Fondo Conventos, t. 47, f. 92 v.
- 64 El criollo Diego Francisco Padilla, agustino calzado, tuvo a su cargo la cátedra de filosofía, desde 1776 hasta 1782, en la Universidad de San Nicolás de Bari. Allí impuso el nuevo sistema que admitía la filosofía moderna según el plan trazado por el padre general Vásquez. En el primero enseñó la lógica; en el segundo, la física general y particular, que comprendía también la metafísica, y en el tercero, un curso íntegro de ética en tres partes, de acuerdo con la nueva metodología. En 1786 asistió al capítulo general y pasó por Francia, Italia y España donde consiguió varios libros de la filosofía enciclopedista para la Universidad de San Nicolás de Bari. En 1788 fue nombrado regente de estudios de la universidad y junto con el rector padre Bernardo Londoño reorganizaron los estudios de filosofía con un examen de las ideas de Descartes, Bacon, Newton, Locke, Montesquieu, Pascal y otros autores. Campo del Pozo, Fernando, *El agustinismo y la Ratio Studiorum de la Provincia de Nuestra Señora de Gracia en el Nuevo Reino de Granada*: 66-70-71.
- 65 En la Universidad de San Nicolás de Bari a la cátedra de filosofía, hacia 1788, "la frecuentaban extraños y laicos" y hacia 1800 se creó la cátedra de matemáticas, "donde se enseñaba a Newton y Copérnico". Campo del Pozo, F., *El agustinismo y la Ratio Studiorum de la Provincia de Nuestra Señora de Gracia en el Nuevo Reino de Granada*: 71.
- 66 Marrero nace en Caracas el 6 de enero de 1752 y muere en 1809. Estudia en el Seminario de Santa Rosa y en 1779 se hace sacerdote. Desde 1775 inicia su vinculación como catedrático de la Universidad de Caracas, regentando la cátedra de artes hasta 1776. Posteriormente ocupa la cátedra de elocuencia hasta 1788 cuando entra a regentar la cátedra de filosofía desde donde enseña la filosofía moderna. Véase Parra León (1989: 54-57) y Leal (1963: 146).
- 67 Parra León, Caracciolo, *Filosofía universitaria venezolana, 1788-1821*, Universidad Central de Venezuela, Caracas, 1989: 57. "Expediente de la Real y Pontificia Universidad de la ciudad de Santiago de León de Caracas, capital de provincias de Venezuela, practicada en virtud de Real Orden del 4 de mayo de 1815". "Expediente de visita Universidad de Caracas", A.G.I., Audiencia de Caracas, Sección V, Legajo 446 (Doc. 10, numeración nuestra).

- 68 En Caracas se encuentran varios testamentos en valiosas bibliotecas, con obras de un gran número de ilustrados europeos. Véase en Leal, Ildefonso, *Nuevas crónicas de historia de Venezuela*, Biblioteca de la Academia Nacional de la Historia, Caracas, 1985, pp. 453-481.
- 69 "El 27 de julio de 1791 se dictó en Madrid la sentencia definitiva del pleito ocurrido entre el doctor Baltasar Marrero y el doctor Cayetano Montenegro. La sentencia fue la siguiente: que las lecciones de álgebra, geometría y aritmética que no se habían acostumbrado a impartir en el curso de filosofía ni estaban prevenidas por los estatutos de aquella universidad, sólo las podían recibir los estudiantes que voluntariamente lo expresaran". Al alumno José Cayetano se le reintegró a la clase y al doctor Marrero se le ordenó pagar 793 pesos; "eran las costas que había originado el litigio". El valor de la multa fue demasiado alto, si se tiene en cuenta que un catedrático de universidad hacia 1803 devengaba un salario de 150 pesos. Leal, Ildefonso, *Historia de la Universidad de Caracas, 1721-1827*, op. cit., p. 152. Leal, Ildefonso, *Nuevas crónicas de historia de Venezuela*, Biblioteca de la Academia Nacional de Historia, Caracas, No. 37, 1985: 515-516. Boletín del Archivo Histórico, No. 2, Ediciones de la Secretaría de la UCV, Caracas, 1984, p. 22.
- 70 Juan Agustín de la Torre (1750-1804). En 1785 ocupa el cargo de vicerrector académico de la universidad y en 1789 pasa a desempeñar la rectoría de esta institución.
- 71 "Acta sobre el establecimiento de la Academia de Derecho público y español siendo elegido presidente Miguel José Sanz", Caracas, 1790, A.U.C.V., Reclamos cátedras, vitrina 1, tramo 5, libro 142, fs. 1-6.
- 72 A Miguel José Sanz "se le conoce en la historia de Venezuela como un notable juriconsulto, fundador del Colegio de Abogados de Caracas y de la Academia de Derecho Público, Asesor del Real consulado, crítico certero de la anquilosada educación colonial, periodista del *Seminario de Caracas* y precursor de toda una reforma política". Véase en Leal (1963: 267-268).

Capítulo 6

DIFICULTADES ESTRUCTURALES DE LA PROFESIONALIZACION DE LAS MATEMATICAS EN COLOMBIA

(...) nunca seremos matemáticos, aunque sepamos de memoria las demostraciones inventadas por los demás, si nuestro espíritu no es capaz de resolver por sí mismo toda clase de problemas; nunca seremos filósofos, aunque hayamos leído todos los razonamientos de Platón y Aristóteles, si no podemos formar un juicio sólido sobre cualquier proposición...

RENÉ DESCARTES

*Reglas para la dirección
del espíritu (Regla III)*

¿Y si nos formáramos así mismo un juicio crítico sobre las raíces históricas de nuestra cultura matemática?

ESTADO PRESENTE DE LA PROFESIONALIZACION DE LAS MATEMATICAS EN EL PAIS

Esfuerzos por desarrollar entre nosotros actividades matemáticas competitivas, así sea respondiendo a diferentes intereses y condicionados por coyunturas particulares, se pueden constatar en Colombia por lo menos desde hace ya dos siglos. Sin embargo, han sido otros países los que se han colocado en la región a la cabeza de los adelantos investigativos y demás actividades profesionales en matemáticas. Está pendiente un análisis comparativo de las circunstancias históricas de diferente tipo que se combinaron para favorecer o limitar los ritmos de evolución en cada lugar. Falta examinar ese proceso de interacción con el entorno representado por cada una de nuestras formaciones sociales y en virtud del cual, en determinadas áreas y no en otras, se fue decantando una cierta tradición matemática hasta que cristali-

zaron las primeras formas permanentes de institucionalización y de trabajo profesional.

Lo cierto es que, con mayor o menor retraso, la actividad matemática que se realiza actualmente en Colombia tiende a alcanzar niveles cada vez más avanzados de profesionalismo. Existen en el presente período tal vez las mejores oportunidades para consolidar espacios institucionales que favorezcan la excelencia del trabajo matemático, en la perspectiva de construcción de sólidas y autóctonas escuelas científicas.

La sociedad colombiana acepta y apoya que las actividades matemáticas se realicen de acuerdo con fines y proyectos propios. Existe un sistema diferenciado para la formación especializada en diferentes campos del análisis, topología y geometría, álgebra, probabilidad y en las llamadas matemáticas aplicadas. Se observa un florecimiento de iniciativas y actividades matemáticas concretas, tanto en la investigación (científica, pedagógica, histórica, epistemológica...), como en la difusión y promoción de sus resultados. Hay un manifiesto interés por las aplicaciones de las matemáticas a otros dominios teóricos y a la solución de problemas de la vida material. Todo lo anterior, sumado al surgimiento de una conciencia de autenticidad en el trabajo matemático, ha conducido a una reflexión sobre las condiciones que harían posible un desarrollo autónomo y promoverían un pensamiento matemático acorde con nuestra realidad histórica y cultural.

De acuerdo con la tendencia histórica de los procesos de profesionalización, sobre todo en su etapa inicial, la profesionalización de las matemáticas en el país se originó y se mantiene aún fundamentalmente dentro de la institución universitaria. Aunque lentamente, pero de manera irreversible, matemáticos profesionales comienzan a desempeñar funciones especializadas en esferas de la producción y los servicios. En buena parte esto se asocia con el reconocimiento social de la utilidad de los servicios especiales del matemático y con la consecuente diversificación de oportunidades de empleo. Tal apertura confirma la legitimidad del estatus de matemático frente a profesiones afines; lo cual ha sido estimulado sustancialmente por la modernización del Estado y la introducción de criterios y normas técnicas más complejas en la organización y planeación de la economía y la producción.

Desde luego que este proceso de profesionalización de las matemáticas en nuestro país está condicionado por una serie de factores estructurales que tienen que ver con el tipo de relaciones características del funcionamiento de la sociedad colombiana en su conjunto. No se trata de un condicionamiento mecánico ni fatalista, como se puede constatar en ciertos momentos históricos en

los que se han abierto posibilidades insospechadas en varios campos de la actividad matemática. Pero lo cierto es que el proceso de profesionalización ha asumido estilos, formas peculiares y aun líneas de desarrollo, en relación muy estrecha con la manera como la sociedad colombiana ha reconocido, estimulado, promovido la ciencia, la tecnología y la cultura en general.

A este respecto, no está por demás anotar que los avances antes mencionados, en diferentes ocasiones han sido resultados del buen sentido con el cual sectores académicos bien situados supieron utilizar las posibilidades que ofrecían coyunturas y lograron concentrar los esfuerzos de la profesionalización en la dirección adecuada. Sólo en casos excepcionales —que serían, a la larga, momentos afortunados— la política científica del estado vino a reforzar tales procesos naturales. Como en casi todos los países de la región en los que la profesionalización ha entrado de manera tardía, las políticas científicas frente a este sector de las matemáticas han sido generalmente contradictorias, caracterizándose por la ausencia de continuidad en su función de apoyo y por una patente incompreensión de las necesidades prioritarias de su desarrollo durante largos periodos.

Igualmente es menester examinar la evolución de las ciencias en el país y descubrir los condicionamientos históricos que han acompañado las primeras formas de actividad matemática y de institucionalización; las concepciones científicas y filosóficas y sus mecanismos específicos de funcionamiento dentro del ámbito de estas actividades informes; los problemas de transferencia de conocimientos y saberes técnicos a lo largo de la historia de las matemáticas en el país, etc. Es al examen riguroso de cada uno de estos factores y al esclarecimiento de sus interrelaciones, que debe orientarse la historia social de las matemáticas en Colombia.

Enunciemos, pues, algunas de las pautas que, a nuestro juicio, deben ser tenidas en cuenta en un análisis más a fondo de la historia de la profesionalización de las matemáticas en el país.

ORIGENES INMEDIATOS DE LA PROFESIONALIZACION

Una primera constatación histórica es que la actual etapa de profesionalización de las matemáticas es bastante reciente: su origen apenas se ubica en los últimos años de la década de 1940, aunque existen formas de profesionalización incipientes por lo menos desde hace dos siglos, sea en actividades matemáticas autónomas, sea en su relación con otras profesiones.

El paso decisivo fue dado en la Universidad Nacional de Colombia en 1946, con la institucionalización, por primera vez, de un sistema educativo para la formación específica en ciencias básicas. Después de casi un siglo de estar continuamente integrados a la enseñanza y práctica de las ingenierías, a partir de este momento los estudios de ciencias se adelantarán de manera independiente. Las matemáticas, la física, la química, empezaron a cultivarse, institucionalmente al menos, no como ciencias de la ingeniería, sino como disciplinas a las que se les reconoce en tanto que ciencias básicas. Este evento debe estudiarse como resultado de un proceso que se venía gestando desde diez años atrás y que se proponía la restructuración y centralización de la universidad del Estado, con la consiguiente diversificación, modernización de sus planes de estudio y la creación de los recursos e infraestructuras indispensables que ello presupone¹.

Sólo a partir de este momento histórico, existirán las condiciones materiales e institucionales, el reconocimiento y la legitimidad sociales y los estímulos intelectuales requeridos, para que se empiece a diferenciar una actividad matemática especializada entre las demás áreas de las ciencias exactas y naturales.

Abramos un paréntesis para considerar rápidamente un caso de transferencia científica que ha tenido una influencia contradictoria en la evolución de las actividades matemáticas.

ALGUNOS CRITERIOS PARA ANALIZAR LA INFLUENCIA DE OTRAS ESCUELAS EN LA PROFESIONALIZACION DE LAS MATEMATICAS

En Colombia ha existido una larga tradición de influencia francesa en los campos de las ciencias naturales y la ingeniería. Por lo menos desde la llegada en 1824 de la Misión Boussingault, contratada por el gobierno para la exploración de nuestros recursos naturales, se convirtió en política corriente la contratación de misiones y profesionales extranjeros (particularmente franceses), para diseñar y poner en marcha proyectos y actividades en distintos frentes de las ciencias y las tecnologías. La preferencia por el modelo francés en ciencias, se mantuvo intermitentemente por lo menos hasta la primera guerra mundial. Pero todavía en la década de 1930 los textos de enseñanza de matemáticas en la Facultad de Ingeniería de Bogotá eran los de Sturm, Apell, Laurent y algunos manuales de segunda o tercera categoría como los de Sonnet-Frontera y F. J.²

En cuanto a los primeros, si bien sus características son bastante desiguales por ubicarse en períodos históricamente diferentes, hay que decir que no fueron representativos de las corrientes de enseñanza de las matemáticas que, contra

la corriente oficial, habían comenzado a introducirse en Francia hacia la década de 1880. A partir de allí, las generaciones francesas de matemáticos del primer tercio de este siglo podrían formarse en tratados más modernos, del tipo de los cursos de Jordan y Tannery, de los cuales no se encuentra traza alguna de utilización en la enseñanza de las matemáticas en nuestras facultades o en las pocas actividades matemáticas de esos años. Difícilmente podían entonces penetrar en Colombia, a través de este "modelo francés", las teorías revolucionarias del análisis de Dedekind, Weierstrass y Cantor. En primer lugar, porque los únicos vehículos de transmisión de conocimientos y saberes matemáticos eran las obras divulgativas y los textos y manuales de enseñanza, ya que ni siquiera nuestras mentalidades más esclarecidas —de acuerdo con las evidencias— jamás pudieron beneficiarse de la lectura de publicaciones investigativas que les hubiesen permitido complementar su formación matemática básica. De otra parte, porque estos textos y manuales franceses, o eran ya relativamente anacrónicos, o expresaban los puntos de vista y las concepciones de la reacción oficial a las tendencias de la escuela alemana a la aritmetización del análisis³.

Cualquiera que hubiese sido su orientación, la formación de nuestros más notables profesores e ingenieros-matemáticos —desde Lino de Pombo, Indalecio Liévano, Julio Garavito y sus inmediatos sucesores— fue básicamente francesa. Los planes de estudio y la enseñanza de la ingeniería y de las matemáticas (al menos en su modelo inicial aunque probablemente no siempre en su aplicación a la realidad), desde el Plan Santander de 1826 para la instrucción pública, pasando por la contratación de André Bergeron en los años 1830 y la modernización de los cursos de matemáticas para ingeniería realizada por Garavito en 1898, fueron todos de inspiración francesa⁴.

Interesa establecer las circunstancias que favorecieron esta influencia hegemónica. Conviene explicar la manera en que esta predilección por el estudio de las matemáticas francesas —con sus mecanismos y criterios de asimilación y reproducción— se impuso sobre las tendencias que abogaban por una formación práctica dentro del llamado "modelo anglosajón". Se requiere ubicar este fenómeno con respecto a la influencia de la Revolución Francesa en los ideales de libertad y democracia de los procesos emancipadores y que, posteriormente, animarían el ingreso tortuoso de nuestro país en un nuevo orden burgués venciendo las resistencias del viejo orden aristocrático y los rezagos del absolutismo colonial.

En el período de la segunda posguerra, cuando el país parece querer abrirse a corrientes variadas en el campo de las matemáticas, nuevamente se dejarán sentir los efectos y repercusiones de la influencia francesa en los primeros momentos de la profesionalización. Una vez creada la Facultad de Ciencias de la

Universidad Nacional, el gobierno colombiano, a través del Fondo Universitario, promovió contratos y pasantías de profesores e investigadores extranjeros en el claro empeño de impulsar por lo alto el desarrollo de las matemáticas puras en esa institución. Por vez primera en el país, profesores y jóvenes estudiantes con vocación y talento matemático se informarían sobre teorías y métodos modernos a través de verdaderos profesionales en la materia y, muchas veces, directamente por boca de sus propios creadores. En 1948 se vinculó al profesor Carlo Federici quien no obstante las dificultades que encontró a su llegada, se radicó en el país y

durante años cargó sobre sus robustas espaldas la mayor parte de la responsabilidad del núcleo de estudio que se estaba formando. Comenzó por dictar diversos cursos de una matemática que en Europa era ya adulta, y aquí completamente desconocida. Así formó a los primeros matemáticos de los estudiantes que habían dejado la ingeniería por seguir la matemática pura⁵.

Así mismo, fueron invitados a profesar cursos y conferencias alrededor de los años 1950, matemáticos de primera línea como Von Newman y Lefschetz, Krassner, Dieudonné, los esposos Schwartz y Horváth, este último por un período de varios años. Aún está pendiente el análisis histórico de los resultados de ese programa de apertura a unas matemáticas completamente diferentes de aquellas que habían reinado soberanas durante decenios en el país. Seguramente estas enseñanzas tuvieron consecuencias impactantes sobre nuestro naciente espíritu investigativo, en matemáticas y otras ciencias, cuyo estudio puede arrojar interesantes lecciones sobre el momento actual. La historia crítica —no la del elogio de los prestigiosos visitantes, ni la de la descripción neutra de sus heroicas actividades profesoras y sociales entre nosotros— tendrá que esforzarse por restablecer los efectos logrados por este “sistema de perturbación” en los inicios de nuestra práctica matemática profesional. Porque de relación conflictual se trata. ¿Cómo olvidar, por ejemplo, que el descubrimiento de Bourbaki al tiempo que nos permitió tomar contacto con la obra matemática más prestigiosa en los medios internacionales, se ubicó precisamente en un momento de inexperiencia y de ingenuidad? Por el efecto de reconocimiento de un discurso matemático —todavía no suficientemente apropiado— se tomaron los *Elementos de la Matemática* —obra concebida para sistematizar dentro de un enfoque estructuralista el cuerpo de teorías matemáticas más fecundas como texto para la enseñanza de cursos de formación básica universitaria.

Otros hechos vinieron rápidamente a sumarse a los antes mencionados para afianzar el proceso de profesionalización de las matemáticas. Mencionemos,

entre otros, la creación de la carrera de matemático, de la Sociedad Colombiana de Matemáticas (1956); la publicación de las primeras revistas especializadas; la realización de las primeras tesis de posgrado en matemáticas en el exterior; la celebración de conferencias, de seminarios especializados y de los primeros congresos nacionales de matemáticas... Todo ello revela que casi diez años después de los primeros sucesos constitutivos, a comienzos de la década de 1960, existía en Colombia una actividad matemática con rasgos característicos de un proceso en curso de maduración.

ALGUNAS FORMAS DE PROFESIONALIZACION ANTERIORES

Si el período de profesionalización de las matemáticas en Colombia, en su dimensión moderna, empieza en la segunda parte de la década de 1940, es menester mirar hacia atrás para distinguir sus prefiguraciones: aquellas formas anteriores de profesionalización en virtud de las cuales pudo manifestarse en forma sostenida algún tipo de actividad matemática. Las primeras de estas formas autónomas surgen en el siglo XVIII con el propósito común de abrir espacios institucionales a la enseñanza elemental, pero independiente, de las matemáticas. Aparentemente esta necesidad fue reconocida desde comienzos del siglo, puesto que Juan de Herrera y Sotomayor, un ingeniero de fortificaciones con quien tal vez comienza la inmigración de ingenieros al país, tomó la iniciativa de fundar un instituto para la enseñanza de las matemáticas en Cartagena. Aunque no se tiene mayor información sobre este acontecimiento, su contribución a la historia de la profesionalización fue sobre todo a manera de antecedente; como revelador de la existencia de un cierta conciencia sobre la conveniencia y posibilidades de tales iniciativas en la Nueva Granada.

Otra fecha relevante es el período entre 1762 y 1786 en donde se sitúan diferentes proyectos de institucionalización de cátedra de matemáticas en los colegios mayores y universidades de la época. Comienza con la cátedra que profesó José Celestino Mutis en el Colegio Mayor del Rosario entre 1762 y 1767, años en que fue suspendida en circunstancias político-religiosas ya conocidas, para ser finalmente restablecida en 1786 por el virrey Antonio Caballero y Góngora. Interesa destacar la importancia histórica de estos hechos.

No obstante la falta de continuidad y los intentos fallidos de institucionalización, la adopción de este sistema fue el paso más significativo en el cambio de orientación de la enseñanza. Hasta ese momento, la enseñanza había estado durante siglo y medio en manos de compañías religiosas en un estado de com-

pleta desorganización e incompetencia. En ausencia de políticas educativas coherentes y con entero control de las concepciones escolásticas, los pobres contenidos de ciencias y de matemáticas no se diferenciaban, con pocas excepciones, de la especulación metafísica. Por ello mismo no había programas diferenciados conducentes a distintas formaciones profesionales ni criterios para controlar y evaluar la calidad de esta formación, ni la enseñanza podía ser un mecanismo para la promoción de una élite de docentes hacia niveles más avanzados de actividad científica.

Aunque la anterior situación no fue sustancialmente transformada con la introducción de las primeras cátedras, hay que reconocer que éstas hacían parte de planes educativos en los que los estudios humanísticos y, particularmente, los científicos estaban al servicio de un proyecto de Estado. Por ejemplo, la cátedra de matemáticas debía preparar las condiciones a un pensamiento filosófico cuya lógica estuviese regida por el método de la deducción analítica y no se esterilizara en las argumentaciones silogísticas vacías de contenido. Al mismo tiempo debía producir un efecto formativo de utilidad en la vida civil.

Aunque estudios más detallados de la enseñanza matemática en este período permiten constatar que una cosa es el discurso y otra bien distinta su realización práctica, es posible imaginar que un proyecto educativo de tales características tenía que ser acogido con entusiasmo por las élites ilustradas. Y que a pesar de no haber podido consolidarse ni reproducirse en formas institucionales permanentes, pudo proyectar al siglo XIX sus concepciones educativas y pedagógicas con algún vigor como para que se las encuentre inspirando la enseñanza de los estudios de ingeniería. La mayoría de ellos se reclamaban de la tradición del sabio Mutis en la enseñanza de las matemáticas. Esto es, una enseñanza en la cual el concepto no interviene positivamente sino como un referente. Las matemáticas interesan como método para fundamentar la filosofía natural. En cuanto al contenido, basta retener la traza operativa del concepto; un conjunto de algoritmos que hagan efectiva la esperada utilidad, unas técnicas elementales, un cierto lenguaje... De tales enseñanzas sobre las matemáticas no se podía esperar que surgiera, como en efecto no surgió, forma alguna de pensamiento matemático vivo.

En todo caso, la experiencia de las cátedras de matemáticas, junto con la enseñanza individualizada y la autoinstrucción, constituyeron formas específicas de actividad matemática. Ciertamente no pudieron consolidarse institucionalmente, por lo cual se dice que fueron tan sólo prefiguraciones de profesionalización matemática. Pero en esas formas contradictorias la sociedad reconoció mecanismos para promover un cierto pensamiento y, simultáneamente,

atender necesidades materiales. Sin llegar a ser todavía generadoras de empleos, estas actividades permitieron derivar recursos económicos; es decir, se empieza a aceptar por aquella época que las matemáticas pueden ser objeto de profesión y que es posible vivir de la actividad matemática.

Pero también son formas primarias de profesionalización en el sentido que promovieron en una élite intelectual la inquietud y el gusto por cultivar las matemáticas. Antes que promover talento y espíritu de rigurosa reflexión, esta enseñanza logró excitar la curiosidad científica y creó las condiciones de optimismo y confianza para que los más decididos y con mayor imaginación se aventuraran en el dominio de las invenciones. A su manera y aunque en las postrimerías del siglo, las generaciones de don José Félix de Restrepo, Francisco José de Caldas y los Pombos expresaban así las características de la mentalidad científica de la ilustración europea.

LAS MATEMATICAS EN LA FORMACION PROFESIONAL DE INGENIEROS

Esta perspectiva progresista, aunque embrionaria, de profesionalización sería recuperada solamente en los primeros años de la República, por el Plan Educativo del General Francisco de Paula Santander de 1820 y su programación de estudios de 1826. En virtud de este plan de instrucción pública, se promovió la enseñanza de las matemáticas en las cuatro universidades, en los colegios provinciales y en las facultades mayores. Pero para esa época los acontecimientos posteriores a la revolución de independencia ya habían sacrificado toda una generación de jóvenes con talento y vocación para el cultivo de las ciencias (en particular de las matemáticas) únicamente por su valor intrínseco.

Los que sobrevivieron como Santiago Arroyo, Lino de Pombo y José Félix de Restrepo promovieron una enseñanza matemática muy modesta que resentía el aislamiento y desactualización en la que ellos se encontraban. En todo caso, las generaciones que se formaron en esta enseñanza serían el punto de partida de un nuevo proyecto educativo de mediados del siglo XIX. A partir de entonces, las formas de profesionalización de las incipientes actividades matemáticas, serían inscritas durante casi un siglo en las formas de profesionalización de la ingeniería. En cuanto a la enseñanza de las matemáticas ésta debía sujetarse al sistema de reglas y procedimientos para la formación y reproducción del gremio profesional.

Desde este punto de vista, no se espera que la actividad matemática genere conocimientos especializados, puesto que no existe aún un reconocimiento social de su valor intrínseco. Aquello que se espera es más bien la instrucción en saberes y recetas aplicables a la solución de ciertos problemas típicos y una cierta habilidad para imaginar los métodos de instrucción adecuados para este fin.

Dentro de este modelo, la actividad matemática de tipo no instrumental que pueda resultar, salvo casos muy excepcionales, será de naturaleza recreativa, en el sentido etimológico del término. Es decir, un trabajo tendente a la reproducción de ideas ya conocidas, realizadas por puro divertimento. Por lo demás, es una actividad que tampoco puede asumir fácilmente el compromiso racional de crear en el campo de las matemáticas; justamente porque su realización es entendida como un pasatiempo, de acuerdo con la legitimidad y finalidad del modelo.

Relegada a este modelo de tipo artesanal, encuadrada en el engranaje de formas ajenas de profesionalización, era impensable una tendencia cualquiera de tal actividad a la investigación matemática. Los desarrollos obtenidos dentro de este sistema, estaban limitados a lo que podía lograrse en una instrucción elemental dirigida a capacitar a ingenieros en su campo profesional. O, a lo sumo, a brindarles la posibilidad adicional de complementar su preparación en experiencias posteriores de autoformación que les permitiera, como estaba previsto en la legislación educativa de la época, preparar una pequeña tesis y obtener, además del título de ingeniero, el de profesor de matemáticas.

Esta situación histórica de ausencia estructural de incentivos para la investigación dentro de la institución universitaria, permite comprender y valorar el papel progresivo que desempeñó el Observatorio Astronómico Nacional en esta materia durante el siglo XIX. No es gratuito que esta institución haya sido por décadas el único centro del país en donde el Estado y las élites cultas (nacionales e incluso del extranjero) reconocieran la realización de formas de actividad científica. El Observatorio representaba la línea de continuidad histórica de aquellas formas investigativas aisladas y dispersas de la época de Caldas y resumía todo el prestigio y la tradición de la empresa cultural y científica de la Expedición Botánica. Indudablemente el puesto de director del Observatorio Astronómico consagró, al menos hasta el siglo XIX, a lo mejor de la actividad matemática y científica que tuvimos en ese momento, en cabeza de Indalecio Liévano, José María González Benito, Luis Lleras Triana y Julio Garavito Armero.

Por eso cuando desde el momento presente indagamos a la historia por formas de profesionalización de la actividad científica y matemática, el Observatorio se nos ofrece como el único y primer centro de investigación de esa época. De modo que para un análisis histórico del problema de la profesionalización habrá necesidad de restablecer esta función de institución promotora de investigación que desempeñó el Observatorio. No se trata simplemente de centrar este estudio histórico en los trabajos matemáticos más o menos avanzados de algunas individualidades. Se requiere considerar estos trabajos como resultado complejo de una actividad adelantada en varias instituciones, según códigos y finalidades a primera vista contradictorios.

Con las anteriores observaciones sobre la profesionalización de las matemáticas en Colombia, se ha querido ilustrar las ventajas analíticas que ofrece esta metodología de análisis de problemas claves en la historia social de las ciencias.

NOTAS

- 1 Entre las instituciones que contribuyeron al despegue del proceso de profesionalización de las matemáticas en el país en las décadas de 1930 a 1950, debe mencionarse obligadamente a la Escuela Normal Superior de Colombia. Desde su creación en 1933 como parte de la reforma universitaria de López Pumarejo, hasta su desmonte y restructuración en 1952, la Escuela Normal Superior formó toda una generación de profesores de matemáticas y entre ellos un núcleo selecto con título de doctorado, que cumplió funciones importantes en la elevación del nivel de la enseñanza universitaria de las matemáticas, en la elaboración de textos adecuados, en la promoción de vocaciones matemáticas y en el diseño y orientación de las primeras políticas educativas desde posiciones de dirección académica. El modelo pragmático de la Escuela Normal Superior fue la *École Normale Supérieure* de París, aunque en su funcionamiento práctico se aplicó una síntesis germano-francesa. Como su homóloga francesa, la Escuela Normal Superior de Colombia se impuso contratar los mejores talentos para que formaran el profesorado al más alto nivel científico, dentro de un enfoque humanístico, y para que ejercieran su magisterio sobre el espíritu nacional. Como escribía el rector en su informe de 1947 a la Unesco (Nanneti, 1947): "La Escuela Normal Superior tiene como finalidad propia la formación del profesorado en todos los niveles de la enseñanza, y es al propio tiempo un centro de altos estudios en donde se forman los investigadores para los laboratorios y los futuros doctores y profesores de las Facultades de Letras y Ciencias".

La formación matemática a nivel de la licenciatura de matemáticas y física se ejercía en cursos anuales de seis y ocho horas semanales en matemáticas fundamentales, cálculo infinitesimal y sus aplicaciones, ecuaciones diferenciales, historia de las matemáticas y lógica. Además se programaron regularmente seminarios de investigación (tal vez los primeros en su orden en el país) que, con la dirección de un especialista, iniciaron a un grupo selecto de matemáticos en un trabajo científico personal. Estos estuvieron orientados inicialmente por Julius Sieber, Kurt Freudenthal, Pether Thullen y, después, por sus alumnos más destacados. Durante su dirección obtuvieron el título de Doctor en Ciencias de la Educación (especialización en Matemática-Física), en el período entre 1939 y 1952, 116 licenciados que cumplieron satisfactoriamente los requisitos de tener una experiencia docente de no menos de dos años y sustentar una tesis con un enfoque original (en cuanto a la sistematización de conocimientos y a su orientación fundamentalmente a la enseñanza superior). La lista completa de estos doctores, entre quienes se encuentran los nombres de varios maestros de las primeras generaciones de matemáticos, así como algunos títulos de sus tesis, puede consultarse en: Ospina (1984). Se trata de un interesante artículo

histórico sobre la Escuela Normal Superior de Colombia que aprovecha el testimonio de uno de sus promotores y primeros rectores, el doctor Juan Francisco Socarrás (1937-1944).

- 2 La fórmula "preferencia por el modelo francés en ciencias" es obviamente problemática. Es una manera muy general de designar un conjunto más o menos organizado de tendencias, propuestas, experiencias, opciones, que moldearon la enseñanza de acuerdo con lo que se percibía en diferentes momentos como representativo de la enseñanza científica francesa, desde el punto de vista de sus instituciones (los nuevos programas y metodologías de enseñanza de la *École Polytechnique*), la tradición y el universalismo de una cultura (el racionalismo cartesiano, la Ilustración, la Enciclopedia), el prestigio de una élite científica y su compromiso con un proyecto social (el de la Revolución de 1789)... Pero también la identificación con un proyecto educativo representado en unos textos de enseñanza de gran aceptación a nivel internacional, tanto por la autoridad de sus autores como por la forma pedagógica, sistemática, asequible y al mismo tiempo rigurosa en la que estaban expuestos los conocimientos (textos para la enseñanza y la investigación).

Antes de que esta preferencia empezara a tomar cuerpo en nuestro país (hacia la década de 1820), al menos en matemáticas las concepciones de la enseñanza, prevalientes en la selección de programas y contenidos, dependían fundamentalmente de los gustos personales y la formación de la autoridad académica que asumía de hecho las responsabilidades docentes. Pero también de las circunstancias sociales y políticas en medio de las cuales tuvo que abrirse camino la institucionalización de la enseñanza, sobre todo en su origen en la segunda mitad del siglo XVIII. En la República estos obstáculos existirían y probablemente ejercerían mayor resistencia a la institucionalización y profesionalización de las ciencias y las matemáticas en particular, pero en todo caso existiría en alguna medida una política de Estado que le ofrecía una mínima garantía de estabilidad a la experiencia educativa. Aquello a través de lo cual una cierta clase de relaciones de preferencia podían proyectarse en el tiempo y configurarse en "modelo".

Teniendo en cuenta solamente los textos de enseñanza como uno de los niveles de configuración de esta preferencia, se observa que en los primeros cursos "regulares" de matemáticas que enseñaron (años 1760) en la Nueva Granada Mutis y sus alumnos, se utilizó como texto-guía el "compendio" y/o la "obra grande" de Ch. Wolff. La divulgación de Wolff parece que se mantuvo entre nosotros hasta los años 1780. No hay indicios de influencia directa de los textos que en ese período conformaban la "escuela continental": l'Hospital, Nicole, Bernoulli, Euler, Clairaut, d'Alembert, Bézout, Cramer, Riccati, entre otros. En el caso (probable) de que algunos de ellos hubiesen circulado entre los ilustrados neogranadinos, sus mentalidades todavía eran subsidiarias del discurso escolástico y no estaban suficientemente preparadas para desarrollar un pensamiento matemático al nivel de las exigencias de modernidad analítica de los nuevos textos. Más adecuada para su estado de ánimo intelectual y sus inmediatas posibilidades de *lectura matemática* era una "obra de transición" como la de Wolff.

Mutis enseñó por la obra didáctica que más conocía y en la que se formaban los jóvenes europeos con interés matemático en las primeras décadas del siglo. Solamente en su *Plan Provisional* de 1787 propone que se sustituya la obra de Wolff por la de Bails. Véase: Hernández de Alba (1982: 120-122). Reconoce que aunque por largo tiempo se utilizó el Wolff para introducir la cátedra de matemáticas, con el paso de los años esta obra fue superada por los nuevos desarrollos en las matemáticas. La obra sustitutiva, la de B. Bails que se enseñaba en los establecimientos educativos españoles, los *Elementos* (la "obra grande", en diez volúmenes) y los *Principios* (el "compendio", en tres volúmenes), se inspiraba en los tratados franceses y continentales de mayor circulación en los medios académicos. Principalmente en el *Curso* de E. Bézout y en los libros de Cramer y l'Hospital. Véase: Garna y Hormigón, 1980. La obra de Bails, particularmente los *Principios*, tuvo una gran difusión en la Nueva Granada por sus características de obra enciclopédica, moderna, didáctica, que exponía los conocimientos matemáticos y sus aplicaciones prácticas a un nivel comprensible para un aficionado. En una carta a su amigo Santiago Pérez de Arroyo escrita en Gigante el 15 de febrero de 1789, Caldas le solicita que compre el "compendio" de Bails al librero Jiménez: "Tómelo y avíseme lo que le pide, que lo remitiré prontamente". Véase Caldas, 1978. Actualmente se pueden aún encontrar ejemplares de los *Principios* en casi todas las bibliotecas que han heredado y conservado fondos bibliográficos de la época, lo cual puede hablar en favor de la amplia difusión que tuvo el libro. No ocurre igual, por ejemplo, con el *Curso* de Bézout del cual se sabe que circuló entre aficionados e, incluso, que algunos privilegiados lo conocieron probablemente antes que el Bails. En otra carta de Caldas, esta vez dirigida a Mutis, escrita en Popayán el 5 de agosto de 1801, le comenta (véase: *Cartas*, pp. 99-100): "Volví el

año de 1796 a Santafé con miras de mercader: aquí vi por primera vez y de paso la Astronomía de Lalande y los elementos del abate Bézout para los guardias marinas de Francia...”.

La continuación del comentario (“Estos dos libros, al tiempo que me instruían, me manifestaban que era imposible ser astrónomo en América”), podría servir para reconstruir el impacto que sobre un hombre de gran talento y marcado espíritu de curiosidad científica como Caldas, pero aislado y sin una formación matemática suficiente, habría tenido la lectura de dos obras (francesas) de un nivel de conocimientos y una orientación avanzados. En lo inmediato, la reacción del Caldas-astrónomo fue la de apropiarse de los nuevos saberes que la lectura ofrecía para el adelanto de su actividad profesional: “Copié del último [Bézout] las tablas del sol para calcular sus declinaciones y hacerlas servir en mis observaciones de la latitud ...”. A mediano plazo puede ser que el encuentro con estas dos obras le haya revelado la necesidad de hacer un plan de estudio más sistemático y de cubrimiento de “prerrequisitos”, a través del Bails.

Todo ello debería, naturalmente, confirmarse con otros elementos de información en un análisis histórico más detenido. Por lo que toca a los anteriores comentarios, hemos tratado de situar algunas de las condiciones históricas que podrían haber incidido en la prefiguración de las preferencias en nuestro país por el “modelo francés de enseñanza de las matemáticas”. Sin embargo, se ha puesto también de presente que la propia fórmula, como lo dijimos al comienzo, es vaga y general. Tanto por el proceso singular en que se produce esta predisposición (influencia mediatizada, con retardos, dentro de encuadramientos ideológicos y circunstancias sociales específicas), como por los efectos particulares que esta experiencia originaria produce en los sujetos receptores-trasmisores de la influencia, y que es tal vez el asunto que más interesa descifrar para la historia de las características de nuestra cultura (matemática) y de los problemas de la educación.

Las ideas expuestas en este párrafo motivan algunas consideraciones complementarias de orden metodológico y otras precisiones particulares que aclaren aparentes equívocos. En cuanto al problema de método, nosotros compartimos el punto de vista de que el estudio de la difusión, aceptación y apropiación de un texto (en tanto portador de una formación discursiva muy particular) es uno de los objetivos más importantes y prioritarios de una historia social de las ciencias. En los apartes anteriores y en la nota 2 hemos tratado de poner al descubierto el interés de la cuestión, en un período histórico obviamente con características muy diferentes (tanto en Europa como en la Nueva Granada) a las del momento de “fundamentación del análisis”. Los comentarios y aun los juicios de valor sobre uno y otro período histórico tendrán que ser sometidos como es natural a la prueba de análisis más particulares que se beneficien de un mayor acopio de información documental y de estudios detallados de textos y manuales nacionales y extranjeros. El estado de desarrollo de esta labor es aún muy incipiente entre nosotros por cuanto apenas recientemente se ha reconocido la importancia metodológica que representa este tipo de trabajo para la comprensión de nuestra historia científica y educativa.

El asunto es que estos estudios son particularmente delicados porque demandan:

- a) una cierta familiaridad con una masa documental representativa de lo que se estudió, se enseñó y se comunicó en un momento;
- b) un marco de información histórico general que permita ubicar, no sólo la “modernidad” de los contenidos de los textos característicos que sirvieron de base en las actividades matemáticas, sino también información sobre la influencia y papel desempeñado por esos textos en los procesos educativos de formación de una cultura matemática.

Este último punto es aquello que le imprime su significación a la metodología de análisis histórico del contenido y difusión de los textos. Es ciertamente muy importante la investigación exploratoria para determinar los textos “significativos”. También es fundamental el análisis histórico “interno” del libro: sus fuentes, sus objetivos como texto para la enseñanza, la estructura formal que determina su “modernidad”, su estructura de lenguaje, etc. Se requiere igualmente un análisis comparativo del texto frente a otros textos históricamente interesantes en la misma área o áreas afines. Pero lo que es verdaderamente significativo del análisis de los textos para una historia social de las ciencias es la utilización de toda esa información con el propósito de entender aquello a lo que nos referíamos en b): la relación del texto con los procesos de formación de una cultura matemática.

Por ejemplo, hay numerosas evidencias sobre la influencia de los textos de Lacroix en las actividades de enseñanza durante la primera mitad del siglo XIX (los ejemplares que se encuentran en las bibliotecas, las referencias en los primeros textos que se produjeron en el país, las menciones en documentos y obras de la época). Este es pues un autor de textos “significativos” para los propósitos

de la historia social de las matemáticas del período en Colombia. Nos parece que estudiando la influencia diferenciada de sus manuales y tratados (aritmética, álgebra, geometría y, tal vez, cálculo), probablemente encontraremos elementos para entender lo que llama Foucault las "reglas de formación del discurso" en que se expresó la cultura matemática de ese momento. Por fortuna, contamos con una diversidad de referencias históricas (Taton, Youschkevitch, Grattan-Guinness, Young, Hodgkin, Grabiner) que nos permiten situar la significación de los tratados de Lacroix (principalmente de cálculo diferencial e integral) en la enseñanza de las matemáticas en Francia y Europa, y ubicar precisamente el contenido de sus libros en la perspectiva de fundamentación del análisis desde Clairaut, Euler, Lagrange hasta Cauchy. En nuestro caso se trataría de retomar esa información para, por ejemplo, analizar cómo ese estilo de Lacroix —a través del cual se proponía conciliar (como él mismo escribe en el prólogo de su *Tratado de Cálculo*) la rapidez de la exposición, la exactitud del lenguaje y la claridad de los principios— contribuyó a generar una mentalidad matemática, una conducta de abordar el estudio riguroso de problemas como el de la construcción de los reales de manera independiente y original (véanse los estudios de Garavito, 1897, y Albis & Soriano, 1976, sobre el *Tratado de Aritmética*, 1856) de Liévano.

- 4 Aparte del problema histórico general de la influencia francesa en nuestra práctica matemática (estudio, enseñanza, comunicación de saberes) al cual nos hemos referido anteriormente, aprovechamos esta mención de los nombres de Bergeron, Pombo, Liévano y Garavito para insistir en el interés de un estudio comparativo de sus respectivos tratados matemáticos teniendo en cuenta los criterios de los que se habló en la nota anterior. Al menos los libros de los tres primeros pueden agruparse y establecer una unidad de textos significativos muy reveladora para el análisis histórico de las regularidades características de la formación discursiva en matemáticas alrededor de los años 1850 (uno de los momentos más importantes del proceso de profesionalización en esta disciplina). Textos significativos, porque con ellos se inicia en el país la actividad de escritura sistemática de obras pedagógicas y divulgativas para satisfacer las necesidades de la enseñanza en las condiciones de auge relativo y de espíritu de rigor en que se hallaban, de acuerdo con la experiencia educativa de los propios autores, "los estudios reflexivos de las ciencias exactas". Hay en ellos una conciencia de la necesidad de canalizar adecuadamente el interés que existe entre la juventud por los conocimientos matemáticos y que no suple la enseñanza oral de los cursos. Existe una actitud compartida de presentar los conocimientos en forma concisa, clara y precisa, sin por ello desviarse "de los métodos modernos justamente reputados como los más perfectos, los de la escuela francesa, que es la de los grandes maestros en las ciencias a la que se aplica la ingeniosa y fecunda intervención del análisis" (Pombo, 1850). Además, estos textos tuvieron una gran recepción en la enseñanza durante varias décadas e inauguraron la vía para que otros autores se empeñaran en la labor de escritura de textos de enseñanza de las matemáticas fundamentales: H. Wilson, J. M. Royo, T. Mora, F. Lleras, M. H. Peña, J. Garavito, entre otros (véase Abu-Abara, 1981).
- 5 Véase la semblanza que hace de estos acontecimientos el profesor Alberto Campos, uno de los estudiantes-fundadores en 1954 de la carrera de matemático, en su narración histórica del Departamento de Matemáticas y Estadística de la Universidad Nacional (*Catálogo: Facultad de Ciencias*, U. N., Bogotá, 1984: 86-100).

BIBLIOGRAFIA

Abu-Abara, J. y otros

(1981) "Historia de la Educación matemática en Colombia durante el periodo de 1820-1886". Tesis. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia-Matemáticas.

Aceves, Patricia

(1990) "La farmacia y el Real Jardín Botánico de la ciudad de México (1788-1796)". En: **Ciencia, Técnica y Estado en la España Ilustrada**. Zaragoza: Ministerio de Educación y Ciencia.

(1991) "Política botánica metropolitana en los Virreinos del Perú y Nueva España". En: **Congreso Internacional de la Ciencia y el Descubrimiento de América**. Madrid: 25-28 de junio, en prensa.

Aguilar, Francisco S. J.

(1981) "Curso de filosofía". Parte II de la física. Libro IV: "El mundo, el cielo y los meteoros". En: **Pensamiento Ilustrado ecuatoriano**. Quito: Banco Central del Ecuador, Biblioteca Básica del Pensamiento Ecuatoriano.

Albis, Víctor

(1968) "Los Principia de Newton y sus relaciones con el desarrollo de las ciencias naturales en el virreinato de la Nueva Granada". Coloquio conmemorativo sobre Newton. Medellín-Bogotá. Manuscrito.

Alvarez de Morales, Antonio

(1982) **Inquisición e Ilustración, 1700-1834**. Madrid: Fundación Universitaria Española.

Anónimo

(1988) **Nueva filosofía natural. Physica specialis et curiosa**. Manuscrito colonial, 1755. Bogotá: USTA.

Arboleda, L. C.

(1986a) "Matemáticas, cultura y sociedad en Colombia". En: **El perfil de la ciencia en América. Cuadernos de Quipu**, N° 1. México: Sociedad Latinoamericana de Historia de las Ciencias y la Tecnología. (Incluido en este mismo volumen).

(1986b) "Mutis entre el rigor wolffiano y la intuición cartesiana". En: **Historia social de las ciencias: sabios, médicos y boticarios**. Bogotá: Universidad Nacional.

(1986c) "Mutis entre las matemática y la historia natural". En **Historia social de las ciencias: sabios, médicos y boticarios**. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. (Incluido en este mismo volumen).

(1986d) "José Celestino Mutis, la Expedición Botánica del Nuevo Reino de Granada y los orígenes de una tradición científica en Colombia". En: **Enciclopedia AMELA**. París: en curso de publicación.

(1987) "Acerca del problema de la difusión científica en la periferia. El caso de la física newtoniana en la Nueva Granada (1740-1820)". En **Quipu**. Vol. 4 No. 1, pp. 7-30. (Incluido en este mismo volumen).

(1990a) **Newton en la Nueva Granada. Elementos inéditos sobre los orígenes de nuestra cultura científica**. Cali: Universidad del Valle.

(1990b) "La ciencia y el ideal de ascenso social de los criollos en el virreinato de la Nueva Granada". En: **Ciencia, técnica y Estado en la España Ilustrada**. Zaragoza: Ministerio de Educación y Ciencia. (Publicado en el Tomo III de esta colección).

Ariza, Alberto (fr)

(1980) **El colegio Universidad de Santo Tomás de Aquino de Santa Fe de Bogotá**. Bogotá: Edit. Kelly.

Astuto, Philip Louis

(1969) "La Ilustración en Quito y Nueva Granada". En: **Eugenio Espejo (1747-1795). Reformador ecuatoriano de la Ilustración**. México: Fondo de Cultura Económica.

Ballester, R.

(1983) **Diccionario histórico de la ciencia moderna en España**. T. II. Madrid.

Bedoya Maruri, Angel Nicanor

(1982) **El Dr. Francisco Xavier Eugenio de Santa Cruz y Espejo**. Quito: The Quito Times.

Belaval, Y.

(1952) "La crise de la géométrisation de l'univers dans la philosophie des

Lumières". *Revue Internationale de Philosophie*, 6: 337-355.

(1960) *Leibniz critique de Descartes*. París: Gallimard.

Besterman, T. (ed.)

(1970-1971) *The complete works of Voltaire. Correspondence and related documents*. Ginebra: Institut et Musée Voltaire, Les Delices.

Biarnais, M. F.

(1985) *Les principes Mathématiques de la philosophie Naturelle. Traduction nouvelle, postface et bibliographie établie par...* París: Bourgois ed.

Brehier, Emile

(1968) *Histoire de Philosophie*. T. II: 2. 7a. ed. París.

Brescia, F. de

(1756) *Philosophia sensum mechanica methodice tractata ad que ad usus academicos accommodata*. Venitti: Imp. Remondiniana.

Brito Figueroa, Federico

(1978) *Historia económica y social de Venezuela*. Caracas: Universidad Central de Venezuela.

Brunet, P.

(1926) *Les physiciens hollandais et la méthode expérimentale en France au XVIIIe siècle*. París: Hermann.

(1931) *L'introduction des théories de Newton en France au XVIIIe siècle: avant 1738*. París: Hermann.

Buchdahl, G.

(1792) "Noticia de C. Wolff". En: *Dictionary of Scientific Biography*. Nueva York: Scribner's Sons.

Caldas, Francisco José

(1978) *Cartas*. Bogotá: Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

Carvajal, Manuel

(1761) "Lo que se debe probar: el sistema de Copérnico como el más acorde con las observaciones astronómicas y las leyes de la física". Universidad de San Gregorio. Tesis. Quito, 14 diciembre.

Castillo Lara, Lucas

(1980) *Los mercedarios y la vida política y social de Caracas en los siglos XVII y XVIII*. Caracas: Biblioteca de la Academia Nacional de Historia, 143.

Cisneros Alfaro, Ernesto

(s.f.) *Eugenio el médico*. Quito: s. ed.

Cohen, I. B.

(1956) **Franklin and Newton**. Filadelfia: The Am. Phil. Soc.

(1968) "The french translation of I. Newton's 'Principia'". **Archives Int. d'Hist. Sci.** Tomo 21.

(1971) **Introduction to Newton's "Principia"**. Cambridge, Mass: Harvard University Press. Reimpresión de 1978.

(1983) **La revolución newtoniana y la transformación de las ideas científicas**. Madrid: Alianza.

Condorcet, J. A. N.

(1847-1849) **Oeuvres**. París: Didot Frères.

Cuesta Dutari, N.

(1974) **El maestro Juan Justo García**. 2 vols. Salamanca: Ed. Univ. de Salamanca.

(1982) **Dictionary of Scientific Biography**. Existe traducción castellana, incompleta y con numerosos errores. En: **Newton**. México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 1982.

(1985) **Historia de la invención del análisis infinitesimal y de su introducción en España**. Salamanca: Ed. Univ. de Salamanca.

De la Torre, Juan Agustín

(1963) "Discurso Económico. Amor a las letras en relación a la agricultura y el comercio". Caracas: 1790. En: Leal, Ildefonso, **Nuevas crónicas de historia de Venezuela**. Caracas: Biblioteca de la Academia Nacional de la Historia.

Delgado, A.

(1974) **La colonia. Temas de historia de Colombia**. Bogotá: Centro de Estudios e Investigaciones Sociales (CEIS).

Descartes, René

(1981) **Meditaciones metafísicas**. México: Porrúa.

Estrella, Eduardo

(1986) "La ciencia en el Ecuador en la primera mitad del siglo XVIII. Influencias de la Misión Geodésica". **Catálogo de la exposición "La forma de la Tierra. Medición del meridiano. 250 aniversario"**. Madrid: Museo Naval: 99-109.

Feijoo, B. J.

(1742-60) **Cartas eruditas y curiosas**. Madrid: Del Hierro.

Ferrer, D.

(1961) **Historia del Real Colegio de Cirugía de la armada de Cádiz**. Cádiz: Colegio de Médicos.

Frängsmyr, T.

(1975) "Christian Wolff's mathematical method and its impact on the eighteenth century". *Journal of the History of Ideas*. No. 36: 653-668.

Fraile Granizo, Carlos

(1978) "El siglo XVIII en la Real Audiencia de Quito". En: **Eugenio Espejo, conciencia crítica de su época**. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador: 11-33.

García, Juan Justo

(1782) **Elementos de Aritmética y Algebra**. México.

García Márquez, Gabriel

(1982) **La soledad de América Latina**. Conferencia Nobel.

Garma, Santiago

(1983) Biografía de García. En: López Piñero, J. M. y otros. **Diccionario histórico de la ciencia moderna en España**. 2 vols. Madrid: Ed. Península.

Garma, S. y Hormigón, M.

(1980) "El científico español ante su historia. La ciencia en España entre 1750-1850". **Primer Congreso de la Soc. Esp. Hist. Cienc.** Madrid.

Gray, G. J.

(1888) **A bibliography of the works of Sir Isaac Newton, together with a list of books illustrating his works**. Cambridge: Macmillan and Bowes; reproducción facsimilar de la 2ª edición de 1907, Dawsons of Pall Mall: 1966.

Gredilla, A. F.

(1982) **Biografía de José Celestino Mutis y sus observaciones sobre las vigiliyas y sueños de algunas plantas**. Bogotá: Plaza & Janés. (1ª ed. 1911, Madrid).

Guevara, Samuel

(1976) "La filosofía en Quito colonial (1534-1767). Sus condicionamientos históricos y sus implicaciones socio-políticas". Quito. Manuscrito.

Gregory, D.

(1702) **Astronimiae physicae et geometricae elementa**. Oxon: Folio.

Hazard, P.

(1963) **La pensée européenne au XVIII-siècle**. Paris: Fayard.

Heilbron, J. H

(1980) "Experimental natural philosophy". En: Rousseau y Porter, R. **The Ferment of Knowledge. Studies in the Historiography of Eighteenth-Century Science**. Cambridge: Cambridge University Press.

Hernández de Alba, Gonzalo

(1982) **Pensamiento científico y filosófico de José Celestino Mutis.** Bogotá: Ed. Fondo Cultural Cafetero.

Hernández de Alba, Guillermo

(1938) **Crónica del muy ilustre Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario en Santa Fe de Bogotá.** Tomo II. Bogotá: Edit Centro.

(1958) **Diario de observaciones de J. C. Mutis.** Bogotá: Instituto Colombiano de Cultura Hispánica.

(1982) **Pensamiento científico y filosófico de José Celestino Mutis.** Bogotá: Ediciones Fondo Cultural Cafetero, p. 110.

(1983a) **Archivo epistolar del sabio naturalista Don J. C. Mutis.** (2 vols.), Bogotá: Editorial Presencia.

(1983b) **Escritos científicos de Don Celestino Mutis.** Bogotá: Ed. Kelly.

(1983c) **Documentos para la historia de la educación en Colombia.** Tomo V. 1777-1800: 531-533. Bogotá: Ed. Kelly.

Herr

(1964) **España y la revolución del siglo XVIII.** Madrid: Aguilar (1ª ed. ingl. 1960).

Herrera, R.

(1964) **España y la revolución del siglo XVIII.** Ed. Aguilar. Madrid.

Humboldt, A. von

(1823) "Noticia biográfica de Don Jose Celestino Mutis". En: Michaud, **Biographie Universelle Ancienne et Moderne, ou Histoire, par ordre alphabétique, de la vie publique et privée de tous les hommes qui se sont fait remarquer par leurs écrits, leurs actions, leurs vertus ou leurs crimes** (Nouvelle édition), Ouvrage rédigé par une société de gens de lettres et de savants, vol. 29: 658-662.

(1982) "Alexander von Humboldt en Colombia: extractos de sus diarios". En: Albis, V.S. (1986) **Los Principia de Newton y sus relaciones con el desarrollo de las ciencias naturales en el virreinato de la Nueva Granada.** Bogotá, manuscrito.

Jacquier, F.

(1757) **Institutiones philosophiae ad studia theologica potissimum accommodata.** 6 vols. in-12o. Existen numerosas ediciones en Roma, Venecia y en Alemania. En España se hicieron seis ediciones. La más conocida fue la traducción de Santos Díez González, publicada en 6 to-

mos, 4 vols., en Madrid: Alfonso López 1787-1788. Esta es la que hemos seguido en el presente trabajo.

Jovy, E.

(1922) **Le P. Francois Jacquier et ses correspondants 116 lettres inédites conservées, pour la plupart, à la bibliothèque de la ville de Vitry le-Francois**. Vitry-le Francois.

Juan, Jorge

(1773) "Estado de la astronomía en Europa y juicio de los fundamentos sobre que se erigieron los Sistemas del Mundo, para que sirva de guía al método en que debe recibirlos la Nación, sin riesgo de su opinión, y de su religiosidad". En: **Observaciones astronómicas y físicas...** Madrid: Zúñiga.

Keeding, Ekkehard

(1973) "Las ciencias naturales en la antigua Audiencia de Quito. El sistema copernicano y las leyes newtonianas". **Boletín de la Academia Nacional de Historia**. 57 (122): 43-67. Quito.

Koyré, A.

(1955) "Pour une édition critique des oeuvres de Newton". **Revue d'histoire des sciences et de leurs applications**, 8 (1): 225-236.

(1956) "L'hypothèse et l'expérience chez Newton". **Bulletin de la Société Française de Philosophie**.

(1960) "Les regulae philosophandi". **Archives Internales d'Histoire des Sciences**. 13: 3-15. También en: **Etudes Newtoniennes**. París: Gallimard, 1968.

Lafuente, A.

(1982) "La enseñanza de las ciencias durante la primera mitad del siglo XVIII". En: **Estudios dedicados a Juan Peset Aleixandre**. Universidad de Valencia.

(1983) "Una ciencia para el Estado: la expedición geodésica hispano-francesa al virreinato del Perú (1734-1743)". **Revista de Indias**, 172: 549-629.

(1985) "Revisión crítica de la obra: M. Aguilera, V. Rodríguez Lomoine y L. Yero (1982). La participación de la comunidad científica frente a las alternativas del desarrollo". Caracas: ASOVAC. En: **Arbol** 429: 125-128.

Lafuente, A. y Delgado, A. J.

(1984) **La geometrización de la Tierra (1735-1744)**. Madrid.

Lafuente, A. y Estrella, E.

(1987) "Scientific Enterprise, Academic Adventure and Drawingroom Culture in the Geodesic Mission to Quito". En: **Cross Cultural Diffusion of Science in Latin America**, Saldaña J. J. México: Col. Cuadernos de Quipu, núm. 2.

Lafuente y Peset

(1985) "Introducción" a **El Orden Verosímil del Cosmos**. Madrid: Alianza.

Lafuente, A. y Sellés, M.

(1980) "La física de Feijoo". En: **Memorias I Cong. Esp. Hist. Ciencia**.

Lalande, A.

(1972) **Vocabulaire technique et critique de la philosophie**. París: P.U.F.

Leal, Ildefonso

(1963) **Historia de la Universidad de Caracas, 1721-1827**. Caracas: Universidad Central de Venezuela.

(1985) **Nuevas crónicas de historia de Venezuela**. Caracas: Biblioteca de la Academia Nacional de la Historia.

Leal Curiel, Carole

(1990) **El discurso de la fidelidad. Construcción social del espacio como símbolo de poder regio (Venezuela siglo XVIII)**. Caracas: Biblioteca de la Academia Nacional de Historia, p. 208.

Lértora Mendoza, C. A.

(1985) "Fuentes primarias para el estudio de la historia de la ciencia en especial en América Latina". En Arboleda, L. C. **Memorias del I seminario latinoamericano sobre alternativas para la enseñanza de la historia de las ciencias y las técnicas**. Bogotá: Publicaciones ICFES.

Leseur, T. y Jacquier, F.

(1739, 1740, 1742) *Philosophiae naturalis principia mathematica auctore Isaaco Newtono eq aurato: perpetuis commentaris illustrata*. Genevae: Typis Barrillot et Filii Bibliop. et Tipogra. Vol. 1 (1739), Vol. 2 (1740), Vol. 3 en 2 tomos (1742) en cuarto.

López, Ali Enrique

(1976) **La Real Audiencia de Caracas, su origen y organización (1786-1805)**. Mérida: Universidad de los Andes.

López Piñero, J. M. y otros

(1983) **Diccionario histórico de la ciencia moderna en España**. 2 vols. Madrid: Ed. Península.

Marco Dorta, Enrique

(1967) **Materiales para la historia de la cultura en Venezuela, 1523-1828**. Fundación John Boulton, Caracas, p. 260.

Martínez, Regino

(1985) "La física en Colombia. Su historia y su filosofía". En **Historia de las ciencias y de las técnicas en Colombia**. Bogotá: Colciencias, manuscrito, 2ª parte. (Incluido en el volumen VI de esta colección).

Mejía Duque, J.

(1957) "Libros comprados por Mutis". **Rev. Bolívar**, 48: 521-524.

Mendoza, D.

(1909) **Expedición Botánica de J. C. Mutis al Nuevo Reino de Granada y Memorias inéditas de Francisco José de Caldas**. Madrid: Suárez.

Metzger, H.

(1930) **Newton, Stahl, Boerhaave et la doctrine chimique**. París: Hermann.

Minguet, Charles

(1985) **Alejandro de Humboldt historiador y geógrafo de la América española (1799-1804)**. México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2 vol.

Moliner, María

(1975) **Diccionario del uso del español**. Madrid.

Montucla, J. E.

(1758) **Histoire des mathématiques**. 2 vols. t. 2. París: Chez Jombert.

Moreno y Escandón, F.

(1774) "Método provisional e interino de los estudios que han de observar los colegios de Santa Fe por ahora tanto que se erige Universidad pública o su Majestad dispone otra cosa..." **Libros raros y curiosos**. Bogotá. (Manuscritos).

Mornet, D.

(1911) **Les sciences de la nature en France au XVIIIe siècle**. París: Lib. A. Colin.

Mutis, José Celestino

(1967) "Defensa del sistema copernicano". En Hernández de Alba, G. **Pensamiento científico y filosófico de J. C. Mutis**. Bogotá: Ed. Fondo Cultural Cafetero: 104-116.

(1981) "Documento sobre el sistema copernicano. Alocución en el Colegio San Bartolomé antes de 1767". En: **Revista Correo de los Andes**. Bogotá. Septiembre-octubre.

(1982a) "Discurso preliminar pronunciado en la apertura del curso de matemáticas, el día 13 de Marzo de 1762, en el Colegio Mayor del Rosario de Santafé de Bogotá". En Hernández de Alba, G. (Ed.), **Pensamiento científico y filosófico de J. C. Mutis**. Bogotá: Ed. Fondo Cultural Cafetero.

(1982b) "Plan provisional para la enseñanza de las matemáticas en el colegio de Nuestra Señora del Rosario, firmado de orden del Excelentísimo Señor Arzobispo Virrey". En: Hernández de Alba, Gonzalo: **Pensamiento científico y filosófico de J. C. Mutis**. Bogotá: Fondo Cultural Cafetero.

(1982c) "Elementos de filosofía natural". En: Hernández de Alba, Gonzalo. **Pensamiento científico y filosófico de Mutis**. Bogotá: Fondo Cultural Cafetero.

Nannetti, G.

(1947) **La Escuela Normal Superior de Colombia**. Bogotá: Minerva.

Negrín, Olegario y Soto, Diana

(1985) "El debate sobre el sistema copernicano en la Nueva Granada durante el siglo XVIII", en: **Revista Colombiana de Educación**. Num. 16. Bogotá: UPN-CIUP.

Newton, Isaac

(1965) **Philosophia naturalis principia mathematica**. Londini: Jussu Societatis Regiae ac Typis Josephi Straeter... Anno MDCLXXXVII, pp. viii + 510. Reproducción facsimilar de "Culture et civilisation", Bruxelles.

Ocampo López, Javier

(1984) **Historia básica de Colombia**. Bogotá: Plaza y Janés.

Ospina, J. M.

(1984) "La escuela normal superior: círculo que se cierra". **Boletín cultural y bibliográfico del Banco de la República**. Bogotá: 21 (2-3-16).

Pacheco, J. M.

(1984) **Ciencia, Filosofía y Educación en Colombia. Siglo XVIII**. Bogotá: ECOE.

Paladines Escudero, Carlos

(1981) "Estudio Introductorio". En: **Pensamiento Ilustrado ecuatoriano**, Quito: Banco Central del Ecuador, Biblioteca Básica del Pensamiento Ecuatoriano, núm. 9.

Palau, Luis Alfonso

(1983) "Mutis: ¿Un newtoniano anticartesiano?" *Revista Sociológica*, 5: 47-53.

Parra León, Caracciolo

(1954) *Obras*. Madrid: Editorial J. B.

(1989) *Filosofía universitaria venezolana, 1788-1821*. Caracas: Universidad Central de Venezuela.

Paulian, A. H.

(1758) *Dictionnaire de physique portatif, orne de planches et de figures. A l'usage des personnes qui n'ont aucune teinture de géométrie; dans lequel on explique le système physique de Newton, les points les plus intéressants, les expériences les plus curieuses et les termes les plus obscurs de la physique moderne*. Avignon: chez F.B. Merande et la veuve Girard.

• Pérez Arbeláez, E.

(1967) *José Celestino Mutis y la Real Expedición Botánica del Nuevo Reino de Granada*. Bogotá: Ed. Bolívar.

Pérez Calama, José

(s.f.) "Plan de estudios de la Universidad de Santo Tomás de Quito, 29 de septiembre de 1791". En: *Pensamiento Universitario Ecuatoriano*, Quito: Banco Central del Ecuador.

Pombo, Lino de

(1850) *Lecciones de geometría analítica*. Bogotá: Imprenta de "El Día".

Posada, E.

(1917-1925) *Bibliografía bogotana*. 2 vols. Bogotá: Academia Colombiana de Historia.

Puig-Samper, Miguel Angel

(1988) "La ciencia metropolitana y la conciencia nacional en las colonias". En *Ciencia, Técnica y Estado en la España Ilustrada*. Zaragoza: Ministerio de Educación y Ciencia.

Quevedo, Emilio

(1984) "Mutis y la educación médica en el Nuevo Reino de Granada". *Ciencia, Tecnología y Desarrollo*, 8 (1-4): 69-120.

Ramírez, Pedro Nel

(1988) *Nueva filosofía natural. Physica specialis et curiosa*. Transcripción, traducción e introducción. Bogotá: Biblioteca Colombiana de Filosofía, p. 52.

Regnault, N.

(1729) **Entretiens physiques d'Ariste et d'Eudoxe ou physique nouvelle en dialogues.** París.

(1734) **L'origine ancienne de la physique nouvelle où l'on voit dans les entretiens par lettres ce que la physique nouvelle a de commun avec l'ancienne.** París: Clousier, en 3 vols.

Restivo, Sal

(1985) **The social relations of physics, mysticism, and mathematics.** Dordrecht: D. Reidel Publ. Co.

Restrepo, José Félix

(1825) **Lecciones de física para los jóvenes del Colegio Mayor Seminario de San Bartolomé.** Bogotá: Imp. F.M. Stokes.

Restrepo, José Manuel

(1974) **Historia de la Revolución en Colombia.** Medellín: Editorial Bédout.

Rodríguez Cruz, Agueda

(1973) **Historia de las universidades hispanoamericanas, "Período Hispánico".** Bogotá: Instituto Caro y Cuervo. Tomo I.

Roquette, J. B.

(1869) **Correspondance scientifique et littéraire d'Alexandre de Humboldt.** París: L. Guérin ed.

Rubín de Celis, M.

(1775) **Historia de los progresos del entendimiento humano en las ciencias exactas y en las artes que dependen de ellas. A saber la aritmética, álgebra, geometría, astronomía, gnomónica, cronología, navegación, óptica, maquinaria, hidráulica, acústica y música, geografía, arquitectura civil, arquitectura (sic) militar, arquitectura naval. Con un compendio de la vida de los autores más célebres que han escrito sobre estas ciencias.** Compuesta en francés por monsieur Savérien, y traducida..., Madrid: Imp. Sancha.

Saldaña, Juan José

(1987) "The failed search for useful knowledge: enlightened scientific and technological policies in New Spain". En: **Crosscultural diffusion of science: Latin America.** México: Cuadernos de Quipu N° 2, SLHCT.
 (1988) "Nacionalismo y Ciencia Ilustrada en América". En **Ciencia, técnica y Estado en la España Ilustrada.** Zaragoza: Ministerio de Educación y Ciencia.

Sarrailh, J.

(1981) **La España ilustrada en la segunda mitad del siglo XVIII**. México: F.C.E.

Schaffer, Simón

(1980) "Natural philosophy". En Rousseau, G. S. y Porter, R. **The Ferment of Knowledge. Studies in the Historiography of Eighteenth-Century Science**. Cambridge: Cambridge University Press.

Schumacher, H. A.

(1984) **Mutis. Un forjador de cultura**. Bogotá: Ecopetrol. La primera edición es de fines del siglo XIX.

Silva, R. J.

(1981) **La reforma de estudios en el Nuevo Reino de Granada. 1767-1790**. Bogotá: CIUP.

Suárez, Ochan de

(1985) **Historia de la filosofía**. Barcelona: Primera edición, Edit. Ariel, S. A. Volumen III, p. 270.

Todorov, T.

(1982) **La conquête de l'Amérique. La question de l'autre**. Paris: Seuil.

Torlais, J.

(1986) "La Physique expérimentale". En: Taton R. **Enseignement et diffusion des sciences en France au XVIII siècle**. Paris: Hermann, 2ª edición.

Tovar Zambrano, Bernardo

(1982) "El pensamiento historiador colombiano sobre la época colonial". **Anuario colombiano de historia social y de la cultura**. 10. Bogotá: Universidad Nacional.

Valverde

(1770) "Carta de Valverde al Conde de San Javier sobre filosofía", 7 de agosto. En: publicación del **Archivo del General Miranda**. Sección Diversos: 272-288.

Vargas, José María

(1983) **Polémica universitaria en Quito colonial**, Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Banco Central del Ecuador.

Voltaire

(1976) **Cartas Filosóficas**. Madrid: Editora Nacional.

Wallis, P. y Wallis, R.

(1977) **Newton and Newtoniana 1672-1975. A bibliography.** London: W. Dawson and sons.

Whiteside, D. T.

(1982) "Newton the mathematician". En: Bechler, Z. (ed.) **Contemporary newtonian research.** Dordrecht: Reidel: 109-127.

Wolff, Christian

(1757) **Cours de mathématique contenant toutes les parties de cette science mises à la portée des commençants.** Paris: Jombert.

Chrétien, Jean Baron de

(1823) "Wolff". En: **Biographie Universelle (Michaud) Ancienne et Moderne.** T. 45. Paris: Ed. Desplaces.

SEGUNDA PARTE

**HISTORIA DE LA ASTRONOMIA
EN COLOMBIA**

Jorge Arias de Greiff

INTRODUCCION*

En rigor de rigores la expresión "historia social" es un pleonasma; 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 anglosajón¹; sea como fuere, 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 arropados hasta el absurdo con jerga de "ciencias sociales"; no será tampoco un acomodo externalista a alguna apreciación consagrada. El calificativo de "historia social" servirá para no olvidar ni la práctica científica, ni las técnicas con la ciencia relacionadas; por tal motivo este trabajo se ha enfocado, antes que hacia el análisis del discurso, hacia el de la práctica astronómica al servicio de sociedades, utilitarista las más de las veces, ya que 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

* El informe final de la parte de historia de la astronomía en Colombia fue publicado originalmente como: Arias de Greiff, Jorge (1987) "Historia de la astronomía en Colombia", *Ciencia, Tecnología y Desarrollo*, Bogotá: 11 (1-2): 119-163. La versión que se publica aquí está elaborada sobre la anterior, pero ha sido bastante más ampliada por el autor.

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 si entonces 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 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 éstos, en la indisoluble relación de las ciencias, sus docencias, y sus prácticas en nuestra América, van apareciendo identificados con los de profesiones o gremios que hubieron de practicarlas: para la astronomía entonces “el paradigma” de los capitanes —de navío o de fragata— de la Real Armada en los días de las expediciones científicas, o el de los viajeros científicos, con sus relaciones de viaje, o el de los ingenieros civiles de nuestras comisiones de geodesia astronómica, en contraposición con el paradigma de los militares de las de algunos países vecinos. Estos son los verdaderos paradigmas que han movido y mueven en nuestro caso el adelanto científico, 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.

De rupturas epistemológicas y revoluciones científicas, mejor ni hablar por ahora: a ellas se aludirá en su momento y entonces aparecerán en esas elucubraciones visos de engañosa artificiosidad, de ciencia ficción retrospectiva, de "gran mito", para gusto de sociedades dominantes. Y en cuanto a la antipática tesis de "centro y periferia", otro desahogo de prepotentes, es bueno recordar aquellos tiempos cuando la ciencia florecía (la astronomía precisamente) en las tierras del Islam y el Medio Oriente, las de los Ayatolas y Gadafis 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 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" (Vilar, 1982). 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. Como este trabajo aspira a ser de historia, se intentará al menos 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 irrepitable, que fuera ya de la historia, suele tratarse sólo como componente de agregados cuantificables y contabilizables que, mensurables 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, éstas 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.

El presente trabajo es una ampliación, extensión y aclaración de muchos aspectos del que, presentado en 1985 como informe final a Colciencias dentro del proyecto Historia Social de la Ciencia en Colombia (Arias de Greiff, 1987a: 119-162) apareció publicado en *Ciencia, Tecnología y Desarrollo*. La ampliación fue 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.

NOTAS

1. Al respecto es conveniente leer a Joseph Fontana (1982), pp. 171-176.

Capítulo 1

ASTRONOMIA 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 se 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.

En las regiones ecuatoriales el fenómeno anual de las estaciones apenas si se nota como tal¹: 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 los períodos de lluvias y de sequías originados por el movimiento de la llamada zona de convergencia intertropical, y el consiguiente desplazamiento alternado hacia el norte y hacia el sur de masas de aire húmedo, regulado por la posición de los dos hemisferios terrestres con respecto al Sol, se conforma un ciclo anual, que directa e indirectamente se refleja en la vida ve-

getal y animal, que entra entonces 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 de 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 por lo 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 aquellos grupos conspicuos de estrellas que salen por el oriente o se ponen por occidente poco antes de la salida del Sol o luego de su puesta, o se ven en lo alto en las diversas épocas del año, representan otro indicador útil para señalar actividades específicas; todo esto sin mencionar el papel mítico que desempeñan 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 desempeñan importante papel y producen ciclos diurnos de lluvia y cielos despejados, con atenuación de los ciclos anuales; la agricultura, la caza y la pesca resultan menos dependientes de tales fenómenos macroscópicos, pero no pierden importancia los indicadores celestes de ciclo anual, pues las cosechas siguen un 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 se reemplazó por la cultura de la vela delante del santo.

Producida la total, o casi total, ruptura por la suplantación o superposición de la cultura foránea sobre la aborigen americana; suplantado 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.

Pero esto no es tarea fácil, 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 éstos, 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 luna nueva a luna nueva, que con la subdivisión de las fases suministra una escala continua cronológica para la vida corriente, escala relacionada con los tiempos del ciclo anual, ya que sirve como definidora del día de la celebración ceremonial: 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 las regiones selváticas no aparece tan definido el horizonte, que ahora lo es el de las copas de los árboles de la selva vecina, y los cielos no tienen la pureza y transparencia de los de la alta sierra. No tendría ya sentido el hablar de 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; el mecanismo de manejo es el mismo.

La Luna manifiesta una cambiante iluminación —las fases—, y una alterante 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 solsti-

cios, en los plenilunios, la brillante Luna sale y se oculta lejos de donde lo hace el Sol, acentuando aún más, en ese momento, 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. Estos cambios de actitudes frente al Sol, este intercambio de funciones (posición), resultado de observar los fenómenos desde la superficie terrestre, y con relación al horizonte, desde luego se ve reflejado en los mitos, manera de explicar los fenómenos de la naturaleza. 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, suerte para los habitantes del planeta. Esta coincidencia de los diámetros aparentes hace del Sol y de la Luna dos astros que forman pareja; para un observador extraterrestre, desde la distancia, la pareja obvia sería el planeta doble Tierra-Luna, pero no les conocemos los mitos a los extraterrestres.

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 equinocciales, 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, todo ello los hace 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 medianoche. 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. 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 con respecto al plano del ecuador celeste; opera entonces la maloca como un indicador solar del tiempo (Von Hildebrand, 1983). El proyecto de Investigación Etnoastronómica del Oriente Colombiano, recientemente concluido, ha puntualizado muchos aspectos al respecto². 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 con relación a 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 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.

NOTAS

1. Véase también Reichel, E., Arias de Greiff, J. (1987: 7).
2. 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); Ibáñez, R. (1987); Pardo, M. (1987); Baquero, A. (1987). Véase también Hugh-Jones, S. (1982); Mayr, J. (1987); Reichel, G. (1950, 1971, 1975, 1978, 1982).

Capítulo 2

ASTRONOMIA EN LA COLONIA. SIGLOS XV-XVII

ASTRONOMIA, NAVEGACION Y CARTOGRAFIA

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 trasatlántico 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 brújula¹, 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 africano, se parecía más a una de cabotaje que a otra cosa. 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 adonde 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 retomarlo. Resultado de esto fue que llegó a tierra, una isla, unos 4 grados más al sur de que 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, 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 trasbordador Columbia y del Discovery. Las rutas de Colón en esta primera travesía, recientemente divulgadas (Marden, 1986: 572-577), 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 la seguridad de esos rumbos con brújula, ya tan lejos de las costas. 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; 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. 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, cosa conocida. (En los días de ese viaje las elongaciones este y oeste de la estrella coincidían respectivamente con el comienzo y el fin de la noche, y la distancia de la estrella al polo era de 3.5 grados, hoy es aproximadamente de un grado; el mínimo ocurrirá en algún momento del siglo XXI). Pero también encontró Colón que de una confrontación a la otra, de una posición de las naves a otra, la declinación 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 adónde 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. 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.

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.

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, ésta no es tarea fácil desde el bamboleante puente de una nave en el mar; sólo con la invención del sextante, que con sus espejos permite llevar a coincidir la imagen del astro con la línea del horizonte estando en el mar, se pudo practicar esto 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 desempeña 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 origen o referencia para las longitudes. El navegante, al hallar la diferencia entre la hora local de su propio observatorio con la prevista en las efemérides, encontraba su longitud geográfica, referida al meridiano de origen previsto en las efemérides. Pero de mejor manera se determinaba ésta si más tarde, al regreso a Europa, en algún observatorio donde se hubiera observado el fenómeno, y donde se hubieran concentrado los registros del mismo evento a lo ancho del planeta, se recalculaba la posición del navegante o explorador a la luz de todos los datos recogidos; y 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 incómodamente 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 notó mucho en qué momento éstas dejaron de basarse en el almagesto de Ptolomeo 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 (González González, 1989: 79); 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 imperfec-

ciones mecánicas; por ello quedaron descartados aquellos métodos en los que se debía comparar la hora indicada en las efemérides 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 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 la 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 (Sternberg, 1969: 27), que registraban los fenómenos celestes, su recurrencia y repetitividad, y que además podían conservar y almacenar esos registros, —una civilización numérica—. Hiparco y Ptolomeo —de una civilización geométrica— interpretaron esta particularidad del movimiento de la luna como combinación de movimientos circulares —los epiciclos de Ptolomeo—. 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 ptolemaicas. 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 Tycho 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 (Cook, 1988: 4). Sin embargo, la aplicación directa de la gravitación 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 6 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 hacerse 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, instruían a navegantes y exploradores, les calibraban sus instrumentos, y con los resultados ya en sus manos, entrega-

dos 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. 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 aficionada 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 ésta 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 Mínimos, donde se destacó por los conocimientos que adquirió en varias ciencias. 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 aquél, 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, también le dejó algo de su ciencia.

Feuillée inició en 1707 otro viaje a la América del Sur. Exploró en esa ocasión las costas orientales y australes 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 Cana-

rias. Luis XIV hizo construir para este religioso, tan docto en las ciencias astronómicas y físicas, un observatorio en Marsella. Allí murió en 1732. Sus observaciones astronómicas se publicaron en las Memorias de la Academia desde 1699 hasta 1710².

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 (1951: 227) 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'.

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 Ptolomeo 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 (Cassini, 1729) basados en las observaciones de Herrera y en otras hechas por esos mismos años en Lima y La Habana, fueron publicados en las Memorias de la Real Academia de Ciencias de París, en 1729.

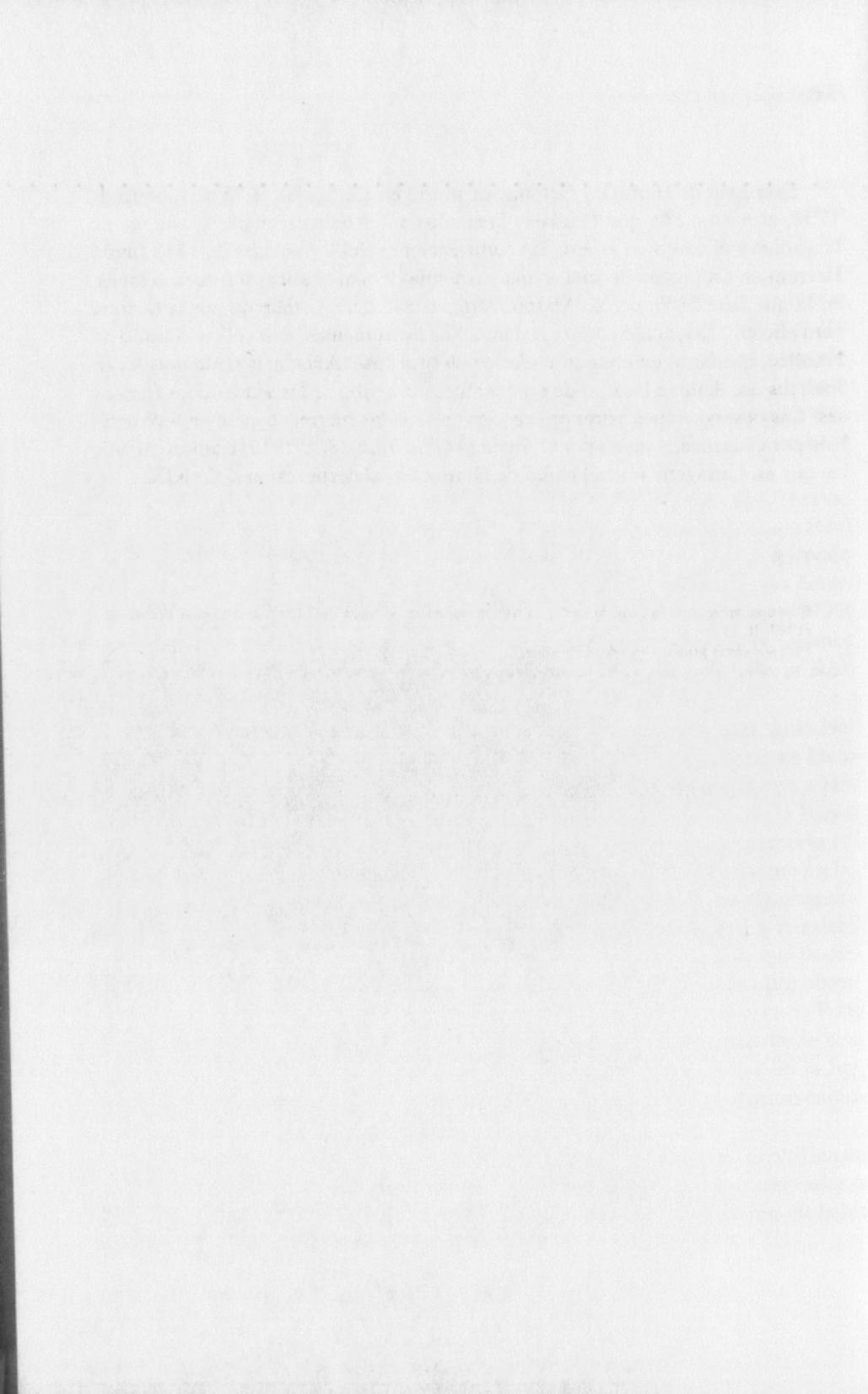
Hizo llegar también Herrera muchas de sus observaciones a Edmundo Halley, en esos días el astrónomo real, en Greenwich, a donde las llevó sir Hans Sloane. Tuve oportunidad de estudiar el manuscrito y la carta remitida a Halley, firmada por Herrera el 12 de julio de 1723, en la biblioteca de la Royal 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 aberración de la luz, jamás será olvidado. El análisis de Halley (Halley, 1722-1723) 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 (Marco Dorta, 1988: 227), 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 Churruga, y luego por Oltmanns (Oltmanns, 1808-1810) cuando calculó las que en Cartagena hizo el barón de Humboldt, al despuntar el siglo XIX.

NOTAS

1. Como se aprecia en la famosa carta del Mediterráneo de Valseca de 1439. véase García Franco, S. (1947: II, 33).
2. Para sus obras principales véase Feuillée, L. (1714-1725); (1735).



Capítulo 3

LA ASTRONOMIA COLONIAL DURANTE EL REINADO DE LOS BORBONES

LA MODERNIZACION DE LAS ESPAÑAS

Buena parte de lo que sigue tendrá que ver con la Armada Real borbónica, y ésta con la renovación del estado español en el siglo XVIII. 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 desempeñar un papel importante en el esquema 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 se realizó 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 ésta —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 las 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. “Las luces” sólo vinieron a beneficiar a una minoría de burócratas, a un puñado de nobles ilustrados y a unas élites mercantilistas. 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.

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

ficar 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 VI 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 perdía 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, El Ferrol y Cartagena del Levante. Del de Cádiz, el más importante, directamente bajo las órdenes del capitán general de la Armada, dependían los asuntos de América y de ultramar. El de El 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 contraemaestre 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 virrey¹ 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) y Pedro de Valencia de Popayán, quienes alcanzaron el grado de tenientes generales y Pedro Antonio Agar y Bustillo, de Santafé, brigadier general y regente de España en 1810. Parte de la carrera de algunos otros transcurrió en los apostaderos de América, como fue el caso de Rafael del Castillo y Rada y Rafael Tono en el de Cartagena de Indias.

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 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* (Juan y Ulloa, 1748) 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 (Oltmanns, 1808-1810); Lafuente (Lafuente, 1984) 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. Cierto que cuando pasó por Cartagena de Indias era apenas un brillante pero joven guardia marina; tenía por delante los años del aprovechado trabajo al lado de Bouguer y Godín 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”... etcétera.

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, adonde 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 1742. No habiendo llevado con-



sigo 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 (Bouguer, 1749) las observaciones.

LA EXPEDICION DE LIMITES DE ITURRIAGA, ALVARADO Y SOLANO

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

El botánico sueco Loeffling (Loeffling, 1963) y el padre Caulín (Caulín, 1779), 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 2 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 portuguesas². 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, negligencia³ o debilidad ante intereses de las mismas misiones, según el alegato de Alvarado (Alvarado, 1893), 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 CREACION DEL OBSERVATORIO DE CADIZ

Ya desde 1717 había iniciado trabajos esta academia (que paralelamente es una compañía de cadetes) en la tarea de 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 éste se consolidó con el nombramiento del propio Jorge Juan como comandante de la academia y con la instalación de un observatorio adscrito⁴, 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 Byrd 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 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 de Mazarredo y Francisco Gil y Lemos, respectivamente⁵. El comandante de la compañía de Cádiz sería pocos años más tarde Miguel Gastón. El nuevo arreglo de los programas de estudios en las tres compañías, así como la publicación de la obra de Mendoza y Ríos (Mendoza y Ríos, 1787), 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 pro-

pio, que funcionó en el observatorio (Lafuente y Sellés, 1988: 228-243 y 245-273); 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 África, 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 (1883), luego adscrito a la comisión del Atlas Marítimo de España, comandada por Vicente Tofiño. Los hermanos Joaquín y Joaquín Francisco Fidalgo, voluntarios en el observatorio en 1783, sin dejar sus tareas en la Compañía de Guardias Marinas (Lafuente y Sellés, 1988: 230-246). Sebastián Páez de La Cadena, llegado en 1788. Cosme Churruca y Ciriaco Ceballos, venidos de El Ferrol en el mismo año. Dionisio Alcalá Galiano y Joseph Lanz, de la comisión del Atlas, adscritos al observatorio al término de los trabajos. Alejandro Malaspina, director del observatorio (1788), y Miguel Gastón, el criollo cartagenero, agregado en ese año. Alejo Gutiérrez de Rubalcava, 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 (Fidalgo, 1790); volvería como director interino del observatorio mucho más tarde, a su regreso de Cartagena de Indias⁶.

LAS EXPEDICIONES HIDROGRAFICAS DE LA ARMADA REAL

Hacia el último cuarto del siglo XVIII desplegó la Real Armada española notable actividad en el campo del reconocimiento hidrográfico y levantamiento de las costas americanas. Diversas expediciones fueron entonces organizadas, destinándose la primera de ellas 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), pero se dio 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 México, 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 Mazarredo⁷. 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 (Mazarredo, 1779). 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 desempeñó como ministro de Marina en el reinado de José Bonaparte, quien no dejó de ser una opción de modernización en una España en crisis, y algo más que una opción, pues hasta se suprimió la inquisición.

Los resultados de estas tareas fueron recopilados, analizados y publicados, y también los mapas que de ellos se derivaron, por el *Depósito Hidrográfico*, en Cádiz, organizado con tal finalidad por esa época, y cuyo más notable impulsor fue José de Espinosa y Tello⁸.

LA EXPEDICION DE MALASPINA

Alejandro de Malaspina, marino napolitano al servicio de la Corona española, realizó un viaje de exploración por la costa del Océano Pacífico a lo largo de toda la América; entre sus compañeros de viaje tuvo a Dionisio Alcalá Galiano. Las tareas en el litoral colombiano, hechas durante la travesía de Guayaquil a Panamá, fueron realizadas en el mes de noviembre del año 1790. Luego de las determinaciones astronómicas hechas en Guayaquil, las corbetas *Atrevida* y *Descubierta* se hicieron a la mar el día 3 del citado

mes y llegaron a Panamá el día 15, en donde se estableció un observatorio para la determinación de la posición de ese lugar, y establecer la marcha de los cronómetros durante la travesía mediante una serie de observaciones. En el recorrido a lo largo de la costa, y de las naves mismas, se determinó la posición de la boca del río Esmeralda, Isla de Gorgona, Golfo de San Buenaventura, Bahía de Málaga, Cabo Corrientes y Bahía de Cupica. Esta rápida y superficial exploración no tuvo los alcances e importancia de la que un año más tarde habría de seguirle, pero dejó a la cartografía el correcto perfil del litoral colombiano del Pacífico, con el mapa que, en el año 1800, se publicó de la Costa del Pacífico, según los trabajos de la expedición. Como testimonio de la travesía de esta expedición, que llegó hasta las costas de Canadá y Alaska, quedan en la toponimia el Glaciar Malaspina, y los Puertos Valdez y Córdoba, en Alaska, y Tofiño, Lángara y Aristizábal, lugares de la costa canadiense. El relato de estos viajes se convirtió en un libro clásico de los anales de la náutica; el que se hizo por las corbetas *Sutil* y *Mexicana*, escrito por uno de los participantes, José de Espinosa y Tello.

LA EXPEDICION DE FIDALGO

Finalizada la expedición de Malaspina, la Real Armada ordenó el reconocimiento hidrográfico y el levantamiento de las costas de la Tierra Firme, Islas Antillas y el Golfo de México. Dos divisiones con dos bergantines cada una, expresamente construidos para ello, iniciaron estas tareas en 1792 con la determinación astronómica del Primer Meridiano de América, en Puerto de España, de la Isla de Trinidad, tomado como origen para las longitudes. La primera división, al mando de Cosme Damián Churruca, realizó sus tareas en las Islas Antillas hasta Cuba, y la segunda, en manos de Joaquín Francisco Fidalgo (Arias de Greiff, 1985), las hizo en las costas de Tierra Firme e islas adyacentes. 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 Santibáñez, Sebastián Páez de la Cadena, Juan de Tísicar, Torcuato Piédrola, el 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 planos⁹. En 30 lugares de las actuales costas colombianas se hicieron determinaciones astronómicas de posición. Las longitudes, 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 la Churruga y los adicionales de Ciriaco Ceballos en el Golfo de México, 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*¹⁰.

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 para estos racionales e ilustrados marinos, la América septentrional era aquella parte situada en el hemisferio norte, al norte del ecuador; el Caribe y buena parte del territorio colombiano cae bajo tal denominación. Los derroteros de las costas, publicados en España en 1816, fueron reimpressos 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 (Cuervo, 1891). 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 Paz¹¹. 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 (Arias de Greiff, 1984). Esta fue la última labor hidrográfica desarrollada 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 y de Obras), 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 Juan¹², y a un camino para unir la provincia de Antioquia con el río Atrato por Urrao¹³, todo ello con aprobación de Fidalgo pero que quedó en espera de la del virrey. Uno de los últimos oficiales de marina en vincularse a estas labores fue el joven Rafael del Castillo¹⁴, 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, para luego sortear una competencia de mando con Juan de Carranza, de más alto rango, que había llegado de paso a Cartagena de Indias en la fragata *Helena*, donde venían el 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 Carranza¹⁵. 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 1820¹⁶. 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: Torcuato Piédrola, comandante del navío *San Pedro Alcántara* (que voló en La Guaira) y Rafael Santibáñez. 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 de la División de Churruca. También retornaron a América en los días del proceso separatista los astrónomos Noguera (Veracruz) y Tiscar (Puerto Cabello).

LA EXPEDICION BOTANICA

En el esquema político y económico de la reconstrucción de España por los Borbones durante el siglo XVIII, la América desempeñaba 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 institucionalizar la actividad científica que habría de hacer el inventario, la descripción y determinar la utilidad de los productos de la naturaleza, y era necesario conocer los territorios y hacer la cartografía; era importante entonces apoyar el interés de los súbditos por sus respectivos terruños o reinos, y por el desarrollo de ellos, lo que se hizo mediante el fomento a las Sociedades Económicas de Amigos del País. Tres expediciones botánicas fueron entonces creadas: una para el Perú, luego la del Nuevo Reino de Granada y después la de Nueva España. 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 con 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 de noviembre de 1783. 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 (Gredilla, 1911).

Las tareas geográficas y astronómicas están indicadas en la petición de Mutis; el rey las aceptó al señalar 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 com-

pensado, un Cuarto de Círculo, con micrómetro, agujas magnéticas, un grafómetro, termómetros, etcétera¹⁷.

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 (Gredilla, 1911: 45), de sus extensas observaciones diurnas del barómetro¹⁸, 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 una provincia de ultramar que, como ya se vio, hacia 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 virreinato¹⁹; fue en aulas de los jesuitas donde Mutis aprendió esos temas y donde dio sus lecciones de matemáticas; los agustinos nunca dejaron 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 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 salió en defensa del establecimiento ilustrado a cuyo servicio estaba, pero los dominicos lograron aplazar la reforma y llevar la denuncia hasta la Corte, con el resultado que finalmente no se llevó a cabo, lo que era el objetivo. Fue un gambito de los dominicos, que jugaban con las blancas; Mutis, con las negras, ensayó la defensa de don Jorge Juan (Juan, 1773). 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 mover: en asuntos de fe no podía entrar en controversia con Roma, así el

virrey Guirior hubiera sido un discípulo de Jorge Juan en la Academia de Cádiz, y hubiera recibido un ejemplar dedicado de su Examen Marítimo (Juan, 1769). Ahora se ve la renombrada polémica, más que como gran debate por traer al virreinato ciencia revolucionaria, como obligada escaramuza defensiva para contrarrestar la oposición al proyecto de organización universitaria, todo lo cual acaban de poner en claro Diana Soto y Olegario Negrín en el trabajo *Mutis y los agustinos en la polémica sobre Copérnico y Newton*, presentado al VI Congreso de Historia de Colombia, Ibagué, noviembre de 1987. Los virreyes —ilustrados en astronomía— a cuyo servicio estuvo Mutis, aparte de Guirior, fueron los tenientes generales de la Armada Pedro Messía de la Zerda, quien lo trajo como médico, Francisco Gil y Lemos y Manuel Antonio Flórez; a estos dos últimos ya los habíamos encontrado. 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 Negrín²⁰ y lo corroboró Herr von Humboldt en páginas aún inéditas de su diario (Humboldt).

Hoy la historia de la astronomía ve a Copérnico como el último y más acabado exponente de la astronomía griega (Hoskin, 1982), cuyo modelo formal heliocéntrico, con una teoría pseudoheliocéntrica, no es sino un perfeccionamiento formal y una paráfrasis acomodaticia de la teoría de Ptolomeo. Para ajustarla al modelo, Copérnico repitió, complicándolos, los cálculos de Ptolomeo, sin llegar a ser un heliocentrista cabal, sin ver completamente las posibilidades del heliocentrismo (Neugebauer, 1956: nota No. 10). 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 Ptolomeo (Vieta) (Neugebauer, 1968: 889-103), 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 tónico apuntaba hacia la formulación "a escala" del Ptolemaico, 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 Ptolomeo, sino que resulta de no estar a escala su sistema. El sistema de epiciclos de Ptolomeo, 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 (Sternberg, 1969: 94), quien analiza esas observaciones (Neugebauer, 1961: 593-597) 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 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). 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.

FRANCISCO JOSE 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 bautizo²¹. 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, 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; concluidos allí los de latinidad y filosofía, pasó a los 20 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 hidalguía²², requisito para disfrutar de tal privilegio, pero en la capital del virreinato sólo llegó al título de bachiller, pues por la mala salud, no alcanzó los siguientes de licenciado y doctor. Todo hubiera hecho pensar en 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 1792, desempeñarse como juez de menores (Caldas, 1978: No. 2, No. 3) 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 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 Timaná²³. Triste destino el de Caldas, se ha dicho siempre; pero no, felicísima circunstancia ésta, por el contrario²⁴. 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, el continuo viajar por el país desarrolló en él magníficas dotes de observador de la naturaleza y de los habi-

tantes; el repetido ascender a los helados páramos para luego retornar a las ardientes llanuras le mostró, en la medida en que eso le interesaba, cómo la diversidad de la flora y de la fauna se distribuye en los diversos pisos térmicos, le mostró cómo la índole de sus habitantes está relacionada con los diferenciados climas. La nevada cumbre del Tolima²⁵ era un saliente hito que dominaba buena parte de sus rutas, era un jalón que lo indujo a representar, mediante mapas o cartas, los territorios que repetidamente visitaba. No queda duda de que así se formó el observador y el asociador que fue Caldas; que de esta amplia relación con la naturaleza y con los libros que alimentaban su fantasía, leídos *in situ*, en "tiempo real", en tierra caliente, fría y templada, provienen sus visiones sobre la nivelación de plantas, planteamientos de alguien que durante más de cinco años subió y bajó, día tras día, las escarpadas vertientes andinas, simultáneamente inmerso en la cambiante naturaleza y las selectas lecturas.

Fue Caldas paulatinamente haciéndose a unos pocos instrumentos, barómetros²⁶, 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 un Cuarto de Círculo²⁷; 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. Cada vez sus viajes eran en este sentido más provechosos: no llevaba aún un año cuando ya necesitaba almanaques astronómicos²⁸ 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 publicado²⁹; 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 respecto³⁰. Consiguió más tarde un telescopio acromático³¹ e hizo gestiones para adquirir otro que había en Cali y que pertenecía al Alférez Real³²; en 1797 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 (Caldas, 1978: Nos. 20 y 22), 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 lo-

grar 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 (Caldas, 1978: Nos. 20 y 21), 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 Europa³³.

Para fines de 1798 el acopio de datos lo hizo pensar ambiciosamente en elaborar el mapa de todo el virreinato³⁴ y como ya disponía regularmente del Almanaque Náutico 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 (Caldas, 1978: No. 23). Observó la emersión del primer satélite de Júpiter del 22 de diciembre con la que fijó la longitud de Popayán; Humboldt habría de admirar éste y al compararlo con su propio resultado confiar en la marcha de su cronómetro, y en las determinaciones de longitud que venía realizando (Humboldt, 1982).

Los rápidos progresos de Caldas le llevaron a pedir las Tablas de Lalande; no podía limitarse a las ocultaciones de satélites de Júpiter visibles en el virreinato y en Cádiz, que eran las que le servían del almanaque; necesitaba poder calcular las propias y no depender en esto de la metrópoli española; se vislumbraba ya una no dependencia científica (Caldas, 1978: No. 24), 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; quiere ponerse al pie de quienes trabajaban la frontera de la ciencia.

El manuscrito de estos trabajos que Caldas entregó en Quito a Humboldt fue recientemente localizado en el Viejo Continente. La carta que con ayuda de estos trabajos realizados en Timaná elaboró Caldas, y de la cual también dejó copia a Humboldt, fue incorporada al mapa del río Magdalena publicado en el Atlas³⁵ y las posiciones astronómicas calculadas por Oltmanns (Oltmanns, 1808-1810) con base en las observaciones de Caldas aparecieron publicadas al lado de aquellas debidas a Humboldt. Pero no habían pasado tres meses de ese año cuando dejó la astronomía, se dedicó de lleno a la botánica y se hizo a los libros a que su "furor" botánico le obligó³⁶. 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 siglos³⁷.

Ya habrá tenido Caldas algunas dudas sobre la fijación del término superior de la escala de los termómetros cuando un accidente en una excursión al Puracé lo llevó a reconstruir un termómetro roto y a descubrir un método para hallar las alturas sobre el nivel del mar utilizando la temperatura de ebullición del agua. La relación entre la altura de la columna de mercurio en el barómetro y la elevación de los lugares era ya bien conocida: recordemos la ecuación dada por Laplace para tal fin. Caldas halló una relación empírica entre la altura de la columna del barómetro y la temperatura de ebullición, pero dejó para más tarde el perfeccionamiento de su teoría³⁸, 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 (Caldas, 1819).

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

ALEJANDRO DE HUMBOLDT

La visita del barón prusiano partió en dos la actividad científica de Caldas y así lo haré aquí con el relato de la tarea astronómica del payanés. Provisto Humboldt de valioso instrumental astronómico adquirido en los principales centros europeos (Humboldt, 1942: Libro 1, Capítulo 1), y luego de relacionarse con los astrónomos y marinos españoles y de haber surcado el océano, llegó a las costas venezolanas de la Tierra Firme. Realizó allí una serie de importantes trabajos astronómicos para relacionar, con las previamente hechas por los marinos españoles en aquellas costas, sus futuras labores. Humboldt hizo observaciones 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 españoles³⁹.

Al internarse Humboldt en las regiones del Orinoco y río Negro determinó astronómicamente la localización de muchos lugares que hoy son fronterizos del territorio colombiano, con los que pudo trazar el primer mapa exacto de esas regiones hasta entonces tan sujetas a conjeturas y falsedades. Los lugares aludidos fueron: Bocas del Meta, Isla de Panamá, Atures, Maipures, Piedra Ratón, San Fernando de Atabapo, San Baltasar, Javita, San Carlos (Humboldt, 1942: Libro IX). 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 Solano⁴⁰; pero el mal ya había sido causado y el avance portugués no por esta rectificación retrocedió a la línea ecuatorial.

Luego de dejar las tierras venezolanas Humboldt viajó 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 trabajó principalmente en América, tanto en México como en Cuba y en los Estados Unidos. Una aventurada travesía lo llevó a la boca del Sinú⁴¹, luego de haber avistado algunas islas del archipiélago de San Bernardo, antes de llegar a Cartagena, destino inicial, en donde lo recibieron Fidalgo, Tiscar 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, emprendió el largo y penoso recorrido remontando el Magdalena, con destino a Santafé. Las observaciones realizadas durante la navegación en las localidades de Isla de Cotorreo, Pinto, Mompox, 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. Otros lugares astronómicamente determinados fueron: Isla Mucara, Isla Arenas, Punta Gigante, Cartagena, Turbaco, Mahates, Mariquita, Santa Ana, Guaduas y Santafé (Arias de Greiff, 1968b).

En las tertulias santafereñas contó el barón de los trabajos hidrográficos de un puntilloso y exacto marino, con una expedición que hacía planos: Fidalgo y sus bergantines "planeros". El chisme le llegó a Caldas, quien entonces supo de ellos. La sociedad de ese imperio, altamente centralizado verticalmente, aparece desarticulada localmente, por la carencia de eficientes mecanismos de información. Santafé, Cartagena, Popayán y Quito conocían mejor los chismes de la Corte que lo que se hacía en astronomía en 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 los trabajos, las observaciones y cálculos de Caldas, los elogió, los confrontó con los suyos y el elogioso comentario no dejó de surtir efecto en los admiradores de Caldas⁴².

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 determi-

naciones astronómicas le permitieron ubicar los sitios del Almaguer, Pasto y Guachucal, lugar próximo a la actual frontera con la república ecuatoriana (Arias de Greiff, 1968b).

LA CONSTRUCCION DEL OBSERVATORIO

Mutis demoró 20 años en construirlo, pero en los primeros meses de 1802 ya tenía a alguien para trabajar en la astronomía: Caldas, ya reconocida por Humboldt la calidad de sus trabajos. Humboldt, en carta a Mutis de noviembre de 1801 desde Popayán, lo puso al tanto de la calidad de los trabajos de Caldas. Sin ninguna dilación Mutis, en los primeros meses de 1802, tenía a Caldas incorporado a la Expedición Botánica en calidad de meritorio⁴³, 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 astronomía⁴⁴, Mutis espera que no le echen atrás esa designación, como ya en ocasión pasada lo había hecho Casimiro Gómez Ortega con un candidato anterior⁴⁵. Esta vez tuvo éxito. Lo anterior muestra cómo Mutis era astrónomo en la medida en que tuviese a alguien al lado con capacidad de serlo.

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. 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 París⁴⁶. 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 una azotea. Adicionó Petrés a la torre octagonal otra para albergar la escalera⁴⁷, 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, 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 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 éstas en la vecindad del ecuador⁴⁸. Una trasferencia 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, Tiscar, etc. Pero tampoco el solitario Mutis buscó consejo en España⁴⁹: 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 habían construido modernos edificios, no de la tipología del siglo XVI, pero sí ya de la que caracterizaría 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, provino del 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 observatorio de Bogotá es entonces 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 Bird⁵⁰, 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 Cuarto de Círculo de Sisson,

teodolitos de Adams, cronómetros de Nairne y de Emery, anteojos acromáticos de Dollond, agujas magnéticas, barómetros, termómetros, etcétera⁵¹.

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 el 20 de mayo de 1801⁵²; 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 guardias 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 (Arias de Greiff, 1970: 3-15).

Caldas viajó a Ibarra, al norte de Quito, al encuentro con los viajeros, quienes entraron en esa presidencia al despuntar el año 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 adulator 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, a 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 y el papel de testigo personal de la maravilla humboldtiana. La gran, la tremenda desilusión, la sima de las relaciones, el 3 de abril; las evasivas al respecto del viaje, las palabras engañosas y de mala fe referentes al estado de la hipsometría en Europa, 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 hecho 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 Pedro Larrea, de quien se deshace en elogios de su talento, sabiduría y cultura —lo mismo había dicho en Cartagena de Indias de Ignacio Cavero—; era su estilo zalamero. 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 de 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 a nivel profesional, en la que ninguno de los dos estaba "creando" nada, no se generó por ello ninguna rivalidad ni celo alguno.

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 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 franceses⁵³. ¡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, Caldas propuso a Mutis la realización de uno que habría de incluir la costa del Chocó y Cartagena para concluir en Santafé⁵⁴; Mutis acogió la idea y le vinculó a la Expedición Botánica como agregado en calidad de meritorio; esto a partir del mes de junio (Arias de Greiff, 1970). Reducido en sus alcances, Caldas partió finalmente 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 mo-

delo humboldtiano lo hizo "acompañado de don Manuel Aguilar, cadete abandonado de las compañías de esta ciudad, joven de bellísima índole, educación y amante a instituirse en mis ramos"⁵⁵. 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 éste 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 hizo 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:

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 noviembre⁵⁶; 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 Malbucho⁵⁷, una salida al mar en el norte de Quito, ocasión en la cual determinó astronómicamente los siguientes lugares: Ibarra, Salinas, Cuájara, Malbucho, Licta, San Miguel, Carondelet y la Boca de San Pedro⁵⁸. 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 Barnuevo⁵⁹, 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 importante 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 perdió⁶⁰, 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 Quito⁶¹ e inició los preparativos para efectuar el traslado definitivo a Santafé. El 28 de marzo de 1805 emprendió el viaje a Pasto y Popayán⁶², y luego, después de una visita a Cali⁶³, llegó a Santafé el 10 de diciembre de 1805 con sus instrumentos, cuadernos de observaciones, ejemplares de herbario y colecciones, todo lo cual depositó en el observatorio astronómico⁶⁴ 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 1804⁶⁵, que han venido siendo atribuidas a Caldas, quien estaba todavía en la Presidencia de Quito, indica que fue otro quien hizo las observaciones 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? (Arias de Greiff, 1969b). En ese diciembre de 1805 Caldas conoció a Mutis.

CALDAS EN SANTAFAE

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

Trazó la meridiana sobre el piso del salón principal lo que puso de manifiesto la deficiente orientación del edificio⁶⁶. Calculó la altitud del observatorio sobre el nivel del mar⁶⁷. 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

longitud⁶⁸. 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 Mutis⁶⁹. En los informes al virrey, fechados el 1 de julio de 1809 y el 4 de noviembre del mismo año, da cuenta Caldas de las tareas realizadas y las necesidades mayores del observatorio, las que en parte fueron satisfechas⁷⁰. 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 1812⁷¹, 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 Movable, Oblicuidad aparente de la Eclipse de Sol y Luna, Apulsos y para cada uno de los meses del año: Longitud de Sol, declinación del Sol, semidiámetro del Sol, longitud del nodo de la Luna, apogeo y perigeo lunar, puntos notables de la Luna en la órbita y calendario.

LA HORROROSA BORRASCA

De pronto estallaron las tensiones latentes que en España y en América había generado el intento de modernización de los Borbones ilustrados. Invadida 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 (Artola, 1983: 16-21) y renovación del Estado y la sociedad en las líneas de la Francia revolucionaria, o simplemente vio 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; y finalmente aquella facción de los que buscaban un 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 año⁷², 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, promotora de la Junta y que obraba a nombre de Fernando; podían comerciar libremente con cualquier nación, apoyadas por la marina, 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; 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 del notablato de abolengo contra recién venidos artesanos y comerciantes? Cuando llegó a la escena el líder de esos comerciantes locales, hijo de español y todavía no un criollo esclavista, el más grande de todos ellos, 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*⁷³, disminuyó Caldas su actividad astronómica pero no el interés cartográfico a juzgar por la elaboración y dibujo de un Atlas general⁷⁴, con ayuda de los pintores de la Expedición Botánica, 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; o mejor que la ambición por hacerse a ese poder local era más significativa que la ciencia.

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 Nariño⁷⁵, 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 la cuenta de 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. 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 civil⁷⁶, 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 sur⁷⁷. 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 localidad⁷⁸, y que posteriormente se trasladó a Medellín.

Un día de diciembre de 1814, dos caballeros atisbaban 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 junto con el observatorio. Domínguez y Urquinaona fueron tomados como rehenes por el insurgente, quien exigió entonces el consabido rescate. Con la capitulación de Santafé lo-

gró 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 dirigir a Tierra Firme, Caracas y Santafé la expedición solicitada por los criollos realistas de Montevideo para la reconquista de Buenos Aires y que se estaba preparando en esos días (acatando el consejo que un santafereño que trabajaba en la Corte le había hecho llegar), 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 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 Jamaica⁷⁹ 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.

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

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 peticiones y el rescate que necesitaba para tomarse a Caracas. Amenazada Santafé, Caldas y algunos magistrados del gobierno se dirigieron al sur. 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: 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. Allí fue capturado, pero con él no estaba Francisco Ulloa, que se había escondido en otro lugar; desde el cual elevó petición de clemencia a Toribio Montes quien le aconsejó que se entregara a Sámano. La fábula de que Caldas había rechazado una oferta de desertión 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 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 en 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 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? (Arias de Greiff, 1978).

Y 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 camuflada 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 el sentido de esperar en una posición firme y segura cualquier embate procedente de Popayán, cosa que Sámano atendió pues se atrincheró en sólida situación en la Cuchilla del Tambo, ya colocada la clientela patiana⁸⁰ en un flanco, lista a caerle por detrás a los patriotas y sorprenderlos. Vale la pena aclarar el porqué de la actividad de los patianos: estos grupos de fugitivos marginados por los criollos esclavistas de Popayán establecidos en las profundas cañadas, no sólo estaban dispuestos de buena gana a lanzarse sobre las fuerzas que venían de Popayán, sino que, ardidos contra los patriotas incendiarios de Cali, que

hacia 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 ellos no supieron es que los contendores que con tanto éxito contribuyeron a derrotar en la Cuchilla del Tambo, no eran propiamente los patriciados 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 oficiaría.

Los gobernantes locales de las Provincias Unidas se pusieron también a la orden del jefe realista: después de todo no habían sido ellos, los magistrados ilustres, quienes habían dado la batalla, sino una especie de ejército intruso que se les había metido quién 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: acogién-dose al indulto ofrecido, basado en que podía demostrar que no había comba-tido a españoles, sólo a otros criollos, los realistas.

El 21 de julio de 1816 cuatro personajes recluidos en el cuartel de Popayán elevaron súplica ante Toribio Montes (Arias de Greiff, 1980), el jefe de quien dependía Sámano; tres lo hicieron conjuntamente: Francisco Caldas, Manuel Rodríguez Torices y José María Dávila⁸¹; el cuarto lo hizo en carta aparte: la súplica fue escrita por Caldas y firmada por Andrés Ordóñez⁸², 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 constatación; 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 cumpla⁸³; no solicita que la clemencia se haga extensiva a los compañeros que con él firmaron la petición 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 enviados todos los presos a Santafé; no olvidemos que logró más ascensos de los que seguro esperaba, pues hasta virrey fue⁸⁴. Agreguemos aquí que Sámano era un oficial adicto al absolutismo —Morillo también, desde luego— y que Montes estaba con las facciones liberalizantes del ejército español.

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 (Caldas, 1978: No. 124), 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 Enrile⁸⁵ 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 perdiera sus privilegios que como terratenientes, esclavistas y mineros ya tenía, 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. Para las familias de esos patricios, si ganaba el rey, contaban los tíos y padres españoles, si ganaba la revolución estaban los hijos y sobrinos "amigos de Bolívar" que aún mantienen el poder como lo vemos hoy. Lo que para estos criollos significaba la separa-

ción 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 separación, y sólo ella, por lo tanto, les era más significativa, más de vida o muerte.

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 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 representativos 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 había olvidado, y tenía razones para ello. Con respecto a la hipsometría, Humboldt lo había confundido, además desde 1809 sabía que 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 conexión 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.

¿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 (Colmenares, 1986: 7-25), cumplió su tarea, cual era la de legitimar el acceso al poder del criollismo 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". Para todo ello desde luego se requería exaltar figuras para el "mito de origen" que la nueva dominación exigía; 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, permanecía en el observatorio, que a su cargo había quedado, por encargo de Caldas⁸⁶, esperando la llegada, algún día, de Joseph Lanz.

NOTAS

- 1 Más sobre el apostadero de Marina de Cartagena de Indias en Arias de Greiff, J. (1983: 967).
- 2 Alejandro de Humboldt en carta a Manuel Guevara Vasconcelos, capitán general en Caracas, desde Nueva Barcelona, el 20 de agosto de 1800.
- 3 Humboldt, A. (1941). Sobre algunos puntos interesantes de la Geografía de la Guayana, suplemento al libro IX.
- 4 Para la historia del Observatorio de Cádiz, desde su fundación hasta 1831, véase Lafuente, A. y Sellés, M. (1988).
- 5 Véase Lafuente, A. y Sellés, M. (1988: 211-243).
- 6 Véanse listas completas (1783-1795) en Lafuente, A. y Sellés, M. (1988: 282-284).
- 7 Véase Cervera Pery, J. (1989: 93-103).
- 8 Entre las publicaciones de José de Espinosa y Tello se destacan Espinosa y Tello, J. (1802), (1809). La primera, un clásico entre los relatos de navegación.
- 9 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.

- 10 El título completo de la publicación aludida es: *Portulano de la América Septentrional, Construido en la Dirección de Trabajos Hidrográficos*, Madrid, 1809.
- 11 La carta se encuentra en el Archivo Nacional en Bogotá.
- 12 Véanse las 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, Nos 375, 380 y 381).
- 13 Véanse las cartas del 30 de diciembre de 1806, 10 de febrero y 10 de abril de 1807, en Hernández de Alba (1983: Nos. 377, 378 y 380).
- 14 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.
- 15 Véase Arias de Greiff, J. (1983: 969-970.)
- 16 Para una cronología de la carrera de Fidalgo como oficial naval, véase Arias de Greiff (1987b: 5).
- 17 Las listas de instrumentos se encuentran en Gredilla, F. (1911: 177).
- 18 Este asunto de los trabajos barométricos de Mutis es uno que requiere estudiarse a juzgar por un desobligante comentario de Humboldt en su diario.
- 19 Humboldt vio esta publicación en Quito como está consignado en partes inéditas de su diario.
- 20 Véase también Negrin y Soto (1985: 49-60).
- 21 Véase Batemán, A. D. (1953).
- 22 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 No. 1 la solicitud de Caldas para obtener la petición de Hidalguía (Caldas, 1978: No. 1).
- 23 Carta a Camilo Torres, julio 24 de 1795 (Caldas, 1978: No. 4).
- 24 Véase Arias de Greiff, J. (1980).
- 25 Carta a Santiago Arroyo, noviembre de 1796 (Caldas, 1978: No 9).
- 26 Carta a Santiago Arroyo, noviembre de 1796 (Caldas, 1978: No. 8).
- 27 Carta a Santiago Arroyo, enero 5 de 1799 (Caldas, 1978: No. 24).
- 28 Carta a Santiago Arroyo, diciembre 9 de 1795 (Caldas, 1978: No. 7).
- 29 Publicado en el *Correo Curioso*, 21 y 28 de julio y agosto 4, 1801. Santafé.
- 30 Carta a Santiago Arroyo, diciembre 9 de 1795 (Caldas, 1978: No. 7).
- 31 Carta a Santiago Arroyo, enero 5 de 1799 (Caldas, 1978: No. 24).
- 32 Carta a Antonio Arboleda, agosto 20 de 1800 (Caldas, 1978: No. 27).
- 33 Véase Oltmanns, J. (1808-1810).
- 34 Carta a Santiago Arroyo, diciembre 5 de 1798 (Caldas, 1978: No. 23).
- 35 El *Atlas Géographique et Physique*. Paris. Forma parte de la Relación Histórica humboldtiana.
- 36 Carta a Santiago Arroyo, marzo 20 de 1801 (Caldas, 1978: No. 26).
- 37 Carta a Santiago Arroyo, marzo 20 de 1801 (Caldas, 1978: No. 52).
- 38 Carta a Santiago Arroyo, junio 20 de 1801 (Caldas, 1978: No. 37).
- 39 Véase la correspondencia de Humboldt a Lalande, desde Cumaná, el 19 de noviembre de 1799 y Caracas 14 de diciembre.
- 40 Humboldt, A. von (1942). Sobre algunos puntos interesantes de la Geografía de la Guayana.
- 41 La continuación del viaje humboldtiano, desde la llegada a costas colombianas y hasta la salida hacia Quito se encuentra en: Humboldt, A. von (1982).
- 42 El famoso elogio a Caldas se encuentra en el diario de observaciones astronómicas del barón, fue publicado en forma facsimilar en: Arias de Greiff, J. (1969a).
- 43 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, 1978: No. 69).
- 44 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, 1983: No. 390).
- 45 ¿Fue Ignacio Cavero?
- 46 La primera construcción de Greenwich, la *Camara Stellata* debida a Cristofher Wren, data de 1675; la construcción inicial de Paris remata en dos torres octogonales en sus extremos norte y sur; el arquitecto fue Claude Perrault.
- 47 Una construcción octogonal similar, con torre lateral adosada para escalera, se construyó en Mannheim hacia mediados del siglo XVIII.

- 48 Véase Caldas, F. J. (1966). Descripción del Observatorio de Santafé de Bogotá.
- 49 Como si lo hizo Domingo Esquiaqui al presentar a la Academia de San Fernando el proyecto del palacio del virrey en Santafé.
- 50 Carta a José Celestino Mutis, junio 21 de 1802 (Caldas, 1978: No. 68).
- 51 Véase Gredilla, F. (1911).
- 52 Por la respuesta de Caldas a esa carta se ve que la idea fue de Arroyo (Caldas, 1978: No. 35).
- 53 Carta a José Celestino Mutis, junio 21 de 1780 (Caldas, 1978: No. 68).
- 54 Carta a José Celestino Mutis, abril 21 de 1802 (Caldas, 1978: No. 64).
- 55 Carta a José Celestino Mutis, agosto 8 de 1802 (Caldas, 1978: No. 71).
- 56 Carta a Alejandro de Humboldt, noviembre 17 de 1802. (Caldas, 1978: No. 75). Véase también Arias de Greiff, J. (1968a: 141-146).
- 57 Carta del camino de Malbucho desde Ibarra hasta la desembocadura del río Santiago y bahía de San Lorenzo. En Caldas, F. J. (1968).
- 58 Viaje de Quito a las costas del Océano Pacífico por Malbucho hecho en julio y agosto de 1803. En Caldas, F. J. (1968).
- 59 "Viaje al corazón de Barnuevo". En Caldas, F. J. (1968).
- 60 Caldas menciona este manuscrito en su comunicación al Virrey Amar y Borbón, fechada el 6 de junio de 1809 (Caldas, 1978: No. 132).
- 61 Carta a José Celestino Mutis, enero 3 de 1805 (Caldas, 1978: No. 97).
- 62 Carta a José Celestino Mutis, marzo 21 de 1805 (Caldas, 1978: No. 99).
- 63 Carta a Santiago Arroyo, septiembre 5 de 1805 (Caldas, 1978: No. 104).
- 64 Carta a Antonio Arboleda, febrero 28 de 1806 (Caldas, 1978: No. 105).
- 65 Los manuscritos de esas observaciones astronómicas se encuentran en el Archivo Nacional en Bogotá.
- 66 Carta a Santiago Arroyo, abril 6 de 1806 (Caldas, 1978: No. 107).
- 67 "Elevación del pavimento del salón principal del observatorio de Santafé de Bogotá" (Caldas, 1968).
- 68 Referencia a estos trabajos astronómicos se encuentra en su correspondencia (Caldas, 1978: Nos. 115, 122, 132).
- 69 Cartas a Santiago Arroyo del 6 de febrero y 6 de marzo de 1809 (Caldas, 1978: Nos. 129, 130).
- 70 Cartas al virrey, julio 1 y noviembre 1 de 1809 (Caldas, 1978: Nos. 132, 134).
- 71 "Preliminares para el almanaque de 1811. Prefación". En Caldas, F. J. (1968).
- 72 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.
- 73 *Diario Político de Santafé*, por José Joaquín Camacho y Francisco José de Caldas. Fue reproducido en la *Biblioteca Popular*, tomo 2. Bogotá.
- 74 Reproducciones de algunos de estos mapas aparecieron en el *Atlas de Mapas Antiguos de Colombia*, preparado por Eduardo Acevedo Latorre.
- 75 Véanse las cartas de Caldas a sus amigos de Santafé (Caldas, 1978: Nos. 157, 160, 162, 163, 173, 174, 178 y 179).
- 76 Carta de Caldas a Manuela Barahona, febrero 4 de 1813 (Caldas, 1978: No. 183).
- 77 Carta a Juan del Corral, septiembre 28 de 1813 (Caldas, 1978: No. 185).
- 78 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, 1978: No. 188).
- 79 Ignacio Caveró fue uno de los emisarios de Cartagena de Indias en tal negociación, como se ve en Lemaitre, E. (1983: Tomo III, 142-144).
- 80 Véase Zuluaga, F. (1986: 111-136).
- 81 Esta carta está reproducida en Arias de Greiff, J. (1974). También en Caldas, F. J. (1978: No. 192).
- 82 La carta se encuentra en la Biblioteca Espinosa Polit, Cotacollao, Ecuador.
- 83 Caldas, F. J. (1978: No. 123).
- 84 Sámano fue nombrado virrey por Real Orden del 7 de septiembre de 1817.
- 85 Carta a Pascual Enrile, octubre 22 de 1816 (Caldas, 1978: No. 195).
- 86 Caldas lo encargó en carta desde Cartago, mayo 5 de 1813 (Caldas, 1978: No. 184).

Capítulo 4

ASTRONOMIA EN LA REPUBLICA

JOSEPH LANZ

Nacido en América, en Campeche, en 1764; muy joven fue Joseph Lanz 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 y en 1781 se matriculó en la Academia de Guardias Marinas de la Armada Real, centro de la formación científica y técnica de la marina ilustrada; allí descolló en las ciencias (Fuentes, 1989: 307-310). Una vez graduado como oficial en 1786, se le destinó a la comisión del Atlas Marítimo de España, bajo la dirección de Tofiño, finalizada la cual estuvo un tiempo adscrito al observatorio de la marina en Cádiz (Lafuente y Sellés, 1988: 282). Propuso, como se dijo, con Alcalá Galiano y Miguel Gastón, una expedición hidrográfica a las costas de la América en 1787 (Lafuente y Sellés, 1988: 201), pero la marina lo envió en comisión de estudio a los astilleros del norte de Europa y a París el año de 1792, en cuyo octubre regresó a Madrid por asuntos personales y para redactar unos elementos de cálculo diferencial e integral, 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 que atravesaba Francia en esos días. Lanz, ya un convencido partidario de la revolución francesa, decidió romper con la Real Armada, prefiriendo trasladarse a París, sin importarle las amenazas de que de hacerlo perdería su carrera naval, cosa que ocurrió en 1794, cuando fue separado del servicio. Viajó a Francia; se dedicó al estudio y enseñanza de las ciencias ma-

temáticas 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 la composición de las máquinas, en 1808 (Boussingault, 1985, Tomo I: 103-104). En algo de política también participó, hasta que el repunte de la Ilustración que produjo Godoy, requirió sus conocimientos y su ciencia para una expedición científica a Cuba 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, prefecto de Córdoba y Zea, de Málaga. 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 el inventario 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 Mutis al observatorio (Boussingault, 1985, Tomo III: 64). 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 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.

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, que reunió lo más granado de la intelectualidad de esos días, entre ellos los hispanoamericanistas Fernández Madrid, José Rafael Revenga y Pedro Gual, venezolanos, sin olvidar los nombres de José Félix de Restrepo y Andrés Bello, y naturalmente Joseph Lanz. Se destinó en estos días un nuevo local para la Biblioteca Pública, dado al servicio en diciembre de 1823, 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 echó por tierra todo ese prodigio de leyes y decretos de Santander que ciertamente era 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 aun 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. Los absolutistas, con programa continental, bolivariano, despertaron recelos en Estados Unidos, que no quería tenerlos de vecinos. Esta nación intervino ante miembros de la Santa Alianza para impedir la independencia de Cuba. Para ello el gobierno estadinense solicitó la ayuda de Rusia para que influyera ante España para que

no se permitiera la independencia de Cuba; como posesión española alejaba de sus tierras al bolivarismo. Bolívar, a su vez, recelaba de 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? Otra polarización de esos días era la concepción continental de los hispanoamericanistas; se acercaba más a un panamericanismo, pues contrario al bolivarismo 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 Nueva York y Londres como la New York School Society y la British and Foreign School Society (Rodríguez, 1980: 239-243). Estas afinidades entre Estados Unidos y los proyectos del hispanoamericanismo y la aversión hacia el bolivarismo 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 Estados Unidos; incluso, en algún momento con un proyecto de federación de estados modernos y 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 de Cádiz. Pero aún 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 las cortes de Cádiz para erradicar el analfabetismo de América; el código civil de Napoleón se había tomado de la traducción al español: a España lo había llevado el renovador José Bonaparte. Durante el mandato de Santander la escuadra colombiana, incluyendo naves argentinas, incursionó hasta las costas de España (Serrano Mangas, 1983: 117-128) acciones de hostigamiento al parecer en coordinación 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 marines 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 no disparó un tiro contra los invasores franceses que entraban a acabar con la vigencia de la constitución de Cádiz, a imponer

nuevamente el absolutismo e instalar la "España Negra". A su vez, revolucionarios españoles, liberales, quisieron entonces 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 que enfrentarse a las fuerzas 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 (Boussingault, 1985). 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 un 25 de septiembre. Las divergencias entre Bolívar y Santander no fueron un encono momentáneo, sólo para lamentar: así lo quieren ver los criollos de 1989 que necesitan que Santander y Bolívar "hagan" frentecito nacional, para reencauchar sus patriciados de hoy.

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 quien como presidente reestructuró nuevamente su anhelo de renovación educativa, 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.

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 México 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 (Rodríguez, 1980: 217). Boussingault en sus memorias dice que estando de visita en casa del representante inglés en Bogotá, como ingeniero, a las órdenes de Lanz, 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 la fecha, pues no indicó ni el día ni el mes (Boussingault, 1985, Tomo II: 16). De todos modos el amigo Godoy en sus memorias recuerda haber encontrado en París a Lanz en 1837.

MINERIA, GEOGRAFIA Y CARTOGRAFIA EN LAS PRIMERAS DECADAS DE INDEPENDENCIA

Consumada la independencia, se abrió la naciente república al interés de otras naciones europeas. Empresas, capitales e intereses se vincularon entonces a la explotación de los recursos naturales, y entre ellos principalmente los mineros; geólogos europeos recorrieron el territorio contribuyendo al conocimiento del subsuelo. En los criollos quedó la devoción por los estudios geográficos que la obra de Caldas y Humboldt había despertado, y algunos de los colaboradores y discípulos los continuaron. Esto, unido al interés inmediato de los gobernantes, de Mosquera principalmente, heredero de tales aficiones, dio vida a una empresa de gran envergadura, la Comisión Corográfica, destinada a completar el conocimiento y descripción del territorio y de sus recursos. A esta tarea, pero en forma ocasional, deben agregarse los reconocimientos que los servicios hidrográficos de las tres potencias navales realizaron a lo largo de nuestras costas, con lo que se amplió la cobertura cartográfica del litoral. Los métodos astronómicos continuaron empleados como ayuda en la realización de tales trabajos, reducidos casi exclusivamente a la obtención de latitudes con el sextante, pues las diferencias de longitud se dedujeron de las de latitud y de los rumbos entre localidades; los valores absolutos de longitudes se apoyaron en los de lugares que habían determinado Fidalgo, Caldas o Humboldt. Trabajos trigonométricos, y los rumbos de detalles del terreno observado desde puntos prominentes, permitían trazar esquemas topográficos que unidos formaban el material para la cartografía. Si bien se logró un conocimiento y una descripción del terreno valiosos, no se encuentran en este período trabajos astronómicos de la importancia de los realizados en los últimos años del virreinato, especialmente en lo referente a determinaciones absolutas de longitud. Entre los exploradores y cartógrafos animados del interés por la prospección minera y geológica, pueden mencionarse los nombres del ingeniero inglés Tyrrel Moore¹ y del

capitán de ingenieros Carl von Greiff, exploradores y cartógrafos del territorio antioqueño². Las regiones del oriente colombiano fueron objeto de los trabajos por los geólogos Reiss y Stübel (Reiss y Stübel, 1890), quienes además visitaron el sur del país y recopilaron los trabajos y determinaciones astronómicas realizados previamente a lo largo de la ruta de su exploración.

En el aspecto cartográfico la figura principal es indudablemente la del coronel Agustín Codazzi, director de la 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 cada día más exigentes necesidades de la nación.

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* (Batemán, 1953: 68).

En 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 (Batemán, 1953: 69). En 1832 fue designado Joaquín Acosta 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 remplazado 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 científi-

cos. En Europa tradujo las memorias de Boussingault y reeditó los trabajos de Caldas, del *Semanario* y otros, en 1847. Fue Francisco Javier Matiz quien tomó en sus manos el observatorio en 1840 para dejarlo ocho años después cuando en 1848 el observatorio fue anexado al Colegio Militar. 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. Borda fue designado director en 1859 pero al año siguiente una nueva guerra civil lo comprometió con las fuerzas gobiernistas del Alto Magdalena. Perdedoras éstas a manos de Mosquera, Borda entró a la guerrilla; preso luego del intento de toma de Bogotá, decidió viajar a Europa, pero no sin antes visitar países americanos. En el Perú se puso al servicio de ese gobierno en conflicto con España. Tomó parte en el combate de El Callao frente a la escuadra española; allí murió el 2 de mayo de 1866.

Restablecida la normalidad en 1862, fue Indalecio Liévano quien hubo de reiniciar las tareas del observatorio, esta vez como jefe de la oficina central del Cuerpo de Ingenieros Nacionales, creada en 1866. A raíz de la expedición de la Ley 9 del 4 de julio de 1866 que concedió diplomas de idoneidad a distinguidas personas competentes en el desempeño de la ingeniería, entre ellos Liévano y José María González Benito, se organizó una oficina central del Cuerpo de Ingenieros del Estado, a la que se adscribió el observatorio. Además de observaciones meteorológicas e hipsométricas y barométricas —entre ellas una determinación simultánea en Bogotá y Cartagena para definir la altura sobre el nivel del mar del observatorio—, se registraron ocultaciones de estrellas por la Luna, una ocultación de Venus, y una lluvia de estrellas fugaces en noviembre 14 de 1866. En algún momento de estos años realizó algunos trabajos astronómicos Shirley Hamilton, hermana del director del observatorio de Edimburgo, sir Rowan. La promi-

soria actividad del observatorio no habría de durar mucho tiempo pues el 23 de mayo de 1867 nuevos acontecimientos políticos interrumpieron las labores del observatorio. 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.

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.

CONCLUSION 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, trasferidos 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 correspondió al ingeniero José María González Benito, al encargarse de la dirección del mismo, dar los primeros pasos hacia las nuevas orientaciones aludidas, mediante la dotación de instrumental adecuado, a la observación física de los astros, la vinculación con astrónomos de renombre, y los estudios que por su cuenta realizó. La vinculación con la universidad, con sus escuelas profesionales, facilitó

la vinculación del observatorio con la ingeniería colombiana, por un proceso que tuvo la presión del gremio, pues no bien creada la Sociedad Colombiana de Ingenieros, entendió la necesidad de incrementar los estudios de astronomía en la Escuela de Ingeniería para capacitar al cuerpo profesional en lo referente a la elaboración del mapa del país. Por otra parte, la relación con la universidad motivó un interés adicional por la astronomía matemática y dinámica.

JOSE MARIA GONZALEZ BENITO

La primera relación de González Benito con el observatorio había tenido lugar ya, en septiembre de 1866, como ingeniero ayudante de Indalecio Liévano. Meses antes el gobierno le había conferido el grado de ingeniero, en unión de otros ilustres colegas con quienes integró el citado Cuerpo de Ingenieros, pero el golpe de estado aludido interrumpió esta labor. Creada ya la Universidad Nacional, en ese año de 1867, fue nombrado profesor de astronomía y meteorología en enero de 1868 y un mes más tarde director del observatorio, cargo que desempeñó por poco tiempo. A comienzos de 1871 fue reintegrado como profesor de la universidad y como director del observatorio, pero por reorganización de la universidad se interrumpió nuevamente la marcha de este centro en agosto del año siguiente, para ser nuevamente nombrado director en septiembre, a tiempo que se le confería una designación diplomática en el exterior.

Durante 1873 y 1874 residió en Europa en donde desempeñó el cargo de cónsul de Southampton, años que aprovechó para establecer relaciones institucionales y personales con los medios científicos, y para adquirir valioso instrumental. Designó entonces el gobierno, para remplazarlo en la dirección del observatorio a raíz de su ausencia, al ingeniero Luis Lleras Triana, profesor de la Escuela de Ingeniería, pero esta vez la tarea fue interrumpida por la guerra de 1876; en ella Lleras Triana perdió la vida en el combate de La Humareda. El 19 de abril de 1875 firmó González Benito con el gobierno nacional un contrato para la reorganización y dotación del observatorio. El edificio fue arreglado, cambiada por la verja actual la original pared que la encerraba, y construida una cúpula giratoria sobre la torre de la escalera. Los principales instrumentos adquiridos³ fueron un reflector ecuatorial, un anteojo de pasos meridianos, un teodolito altazimut y un espectroscopio. Las vicisitudes políticas de 1876 y 1877 lo apartaron entonces a otras actividades. Luego de su matrimonio en el año siguiente y habiendo recibido nuevo instrumental de Europa, se consagró a la tarea de erigir su propio observatorio.

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

Apareció entonces la publicación *Anales del Observatorio Astronómico Nacional de Bogotá*, de los que se imprimieron seis entregas. Estos anales incluían una sección astronómica de índole informativa, una sección meteorológica que incluía los cuadros mensuales de observaciones, una sección de variedades y una de la correspondencia de la dirección del observatorio. Por esta época fue su colaborador en el observatorio el doctor Ruperto Ferreira, pero en ocasiones su antecesor Liévano y los señores Francisco Montoya, Justiniano Cañón y otros colaboraban con González Benito en el Observatorio Astronómico o en el de su propiedad. Francisco Montoya elaboró una carta celeste, hemisferios norte y sur, que fue reproducida numerosas veces y se empleó hasta avanzado el siglo XX. La aceptación por Colombia de las convenciones internacionales sobre la hora fue obra del interés de González Benito; esos acuerdos, para unificación de la hora, que adoptaron el meridiano del Observatorio de Greenwich como meridiano origen de las longitudes, datan de 1886. En ese año fue prorrogada por otros seis años la designación de González Benito como director del Observatorio Nacional, cargo que ocupó hasta 1892, interesándose inmediatamente por la erección de un observatorio al oriente de Bogotá a una altura de 3.300 metros.

EL OBSERVATORIO FLAMMARION

González Benito, como se dijo atrás, instaló primero en Zipaquirá en 1879 y 1880, y luego en Bogotá, un observatorio particular al que denominó Observatorio Flammarion, en homenaje a su amigo y padrino de matrimonio. Instalado en la casa de la Plaza de los Mártires, en Bogotá, fue inaugurado el 31 de mayo de 1881, siendo su principal instrumento un refractor ecuatorial de 95 mm de abertura. Tres años más tarde fue trasladado a la carrera 7a. y finalmente, en 1896, trasladado a la calle 16 arriba del Parque de Santander. Los principales trabajos realizados fueron la observación del paso de Mercurio de noviembre de 1881, del paso de Venus frente al disco solar, el 6 de diciembre de 1881, observado conjuntamente con el Observatorio Nacional; la observación de cometas en junio de 1881, julio de 1881, septiembre de 1881, julio de 1893 y septiembre de 1898; observaciones planetarias, de estrellas fugaces, y de acti-

vidad solar. Muchos de estos trabajos, así como informaciones sobre el observatorio oficial y el privado, fueron publicados en *L'Astronomie*, órgano de la Sociedad Astronómica de Francia. Notables colombianos además de González Benito fueron miembros de dicha sociedad, entre ellos, Julio Garavito, el general Rafael Reyes y el doctor Luis Zea Uribe. Las gestiones para dotar su observatorio de un ecuatorial fotográfico no alcanzaron a cristalizar por dificultades inherentes a la guerra civil en 1899. Habiéndose apartado en 1893 del cargo de director del Observatorio Nacional, realizó en los diez últimos años de vida labor astronómica en su observatorio particular, el que años más tarde revivió y dotó con más poderoso instrumental su yerno Manuel Laverde Liévano, en la misma sede de la calle 16. Lo que quedó de esta instalación fue demolido hace poco.

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

LA ASTRONOMIA Y LA INGENIERIA NACIONALES

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 (Ramos, 1888). 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 1888⁴. La verdadera respuesta de la Escuela de Ingeniería al reto de don Abelardo no tardó en aparecer: en el número 57 de los *Anales de Ingeniería*, de abril 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 remplazar 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 retículo, obtener datos adicionales para mejorar el resultado al promediarlos. Logró así sacar el máximo rendimiento del instrumental de uso del ingeniero, adaptando los métodos de observación y los cálculos a los elementos disponibles (Garavito Armero, 1891, 1892, 1893). Aquí se ve don Julio como un ingeniero práctico, que lo era. Los resultados de esta acción no se hicieron esperar mucho: pronto aparecieron publicadas en los *Anales* las más lúcidas tesis de grado referentes al asunto, como la de Pedro María Silva (Silva, 1898).

LA OFICINA DE LONGITUDES

Sin embargo, el hecho más significativo fue la institucionalización de todo ese empeño, al establecerse la Oficina de Longitudes, por el Decreto 930 de 1902, que creó un centro científico para el 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 carta⁵. A la oficina se incorporaron los ingenieros del cuerpo de cartógrafos del Ministerio de Guerra; la di-

rección 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. 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 $4^{\circ}35'55.19''$ al norte del ecuador (Garavito Armero, 1897); 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 las 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 esencia-

les del proyecto, con líneas de telégrafo portátiles para ligar los hitos de la frontera con poblaciones vecinas que ya tuvieran telégrafo, y el Observatorio Astronómico de Bogotá como central telegráfica para el envío de señales horarias⁶.

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, Franciso Andrade, Luis Ignacio Soriano y Ernesto Morales Bárcenas.

Es interesante notar el paralelismo con lo que por estos mismos tiempos ocurrió en México y Venezuela, en donde fue la ingeniería la heredera de los trabajos de geodesia astronómica. En realidad el mencionado método de Garavito es un perfeccionamiento de uno ideado por Díaz Covarrubias (Díaz C., 1867) 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 (Duarte, 1920), en Venezuela, mejoró el procedimiento del cálculo de las observaciones, facilitando el uso del método de Garavito. También en el Brasil floreció el estudio de esta astronomía geodésica, aunque allí desde luego con participación activa de los ingenieros militares⁷. 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, ya que no era problema de ellos. Cuando una nueva misión geodésica francesa repitió en el Ecuador las triangulacio-

nes 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 París⁸.

EL INSTITUTO GEOGRAFICO

En 1934 y por iniciativa del doctor 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 asocio con la firma encargada del estudio del Magdalena (Julius Berger), abrieron el camino del avanzado punto de partida del Instituto Geográfico. Es claro que en estos tiempos Colombia no había entrado aún en el proceso de subdesarrollo⁹. 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 del observatorio, ligada a la triangulación geodésica, uno de cuyos vértices es en la otra pilastra. Una nueva determinación de las coordenadas del observatorio fue llevada a cabo por Alvarez Lleras (Alvarez Lleras, 1935), 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 equinociales 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 (Garzón Nieto, 1939); el segundo contribuyó con aportes propios (Ruiz Wilches, 1927: 383-386) y publicaciones, al tema. Infortunadamente 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. Y en cuanto a los temas 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 en 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 Astronómico¹⁰; la Escuela de Ingeniería le confirió las asignaturas de cálculo infinitesimal, mecánica racional y astronomía. Ya se ha mencionado la participación de Garavito con relación a la geodesia astronómica; resta ahora tratar de sus trabajos observacionales astronómicos, de su contribución a la astronomía dinámica y en especial a la mecánica celeste, los que representan un aporte 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 (Garavito Armero, 1901). La determinación de la órbita de este cometa, con base en 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 (Garavito Armero, 1946a).

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 realizó 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 (Garavito Armero y Alvarez Lleras, 1947).

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

Además de sus apuntes en mecánica celeste para los alumnos de la Facultad de Matemáticas e Ingeniería, entre los que se destacan la demostración original de algunos teoremas relativos a los cambios de variables canónicas, así como la presentación de otros aspectos empleando sus trabajos sobre el método de Hamilton-Jacobi (Garavito Armero, 1944) 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 presentación ya citada del método de Olbers, estos trabajos permanecen inéditos.

Sin embargo, el trabajo más importante que emprendió Garavito, y que apenas quedó iniciado, fue el denominado fórmulas definitivas para el movimiento de la Luna (Garavito Armero, 1946b). 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 de la 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 las tablas en ellos basadas, tuviera amplia vigencia hasta cuando fueron remplazadas 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 30 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 observadas de la Luna. Garavito, un práctico, que ya hemos visto que lo era, acometió su trabajo con miras a construir una teoría, que al calificarla de "definitiva", hace pensar que esperaba no fuesen necesarios tales remiendos. Desde luego Garavito no vivió para conocer la naturaleza del fenómeno que motivaba el añadido empírico de Brown. 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 (Poincaré, 1909), 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 solares¹¹. 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 As-

tronómica como un héroe de la independencia del país; no se otorgan tales homenajes a 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 vieron las efemérides lunares basadas en la teoría de Brown; las molestias 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. Apareció 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 ésta 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 (Eckert, Jones y Clark, 1954: 283-363; Deprit, Henrard y Rom, 1971). 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 láser 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 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.

LA REORGANIZACION 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 a Europa para establecer contacto y relaciones que permitieran al servicio incorporarse a los programas internacionales de meteorología, sólo para encontrar al regreso el abandono del observatorio después del fallecimiento de Garavito. Se entabló entonces una enojosa polémica entre el gobierno y la Sociedad Colombiana de Ingenieros motivada por las determinaciones que aquél adoptó con respecto al observatorio.

Le correspondió 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 ocasión¹².

Ya se ha mencionado la participación en la fijación del "datum astronómico" en el observatorio, hecha por Alvarez Lleras. Cumplida esa tarea, Alvarez Lleras se dedicó a pensar en un instrumento de instalación fija en observatorios, que pudiera atender con gran exactitud la labor de determinar sistemática y permanentemente las coordenadas del observatorio para detectar las variaciones en la latitud y en la longitud debidas a los ya por esos días aceptados desplazamientos del polo, y a las ya sospechadas variaciones en la rata de rotación terrestre. La

respuesta de Alvarez Lleras fue la concepción y diseño de un instrumento doble llamado bitelescopio de reflexión (Alvarez Lleras, 1939), 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: falleció en 1952.

EL OBSERVATORIO EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA

Remplazó 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 Secretas 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 poca parte en las gestiones para la adquisición de este refractor. Instrumentos de astronomía geodésica, cumplida su tarea en el Instituto Geográfico, retornaron a la universidad para complementar la dotación. Si bien la apacible ciudad universitaria de ese año de 1952, rodeada de potreros, lecherías y sembrados en casi todas direcciones —sólo el barrio Acevedo Tejada en su vecindario—, pudo pensarse como una apropiada localización lejos del centro de la ciudad, el rápido proceso de 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 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.

NOTAS

- 1 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.
- 2 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.
- 3 El instrumental antiguo que posee el Observatorio Astronómico Nacional proviene de la renovación de equipo llevada a cabo durante los periodos en que estuvo bajo la dirección de González Benito.
- 4 *Anales de Ingeniería* Nos. 3, 5 y 6.
- 5 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, No. 1. Bogotá, 1803.
- 6 Véase el informe y documentos pertinentes en *Anales de Ingeniería* (1899, No. 129: 147-172).
- 7 Para ejemplo los trabajos del capitán de caballería Themistocles Paes de Souza Brazil (1923, 1930).
- 8 Véase la carta del director Charles Lallemand, y otros documentos en *Anales de Ingeniería* (1926, No. 403: 311-314).
- 9 "Voluntad de Subdesarrollo" dirá Gutiérrez Girardot, R. *Magazin El Espectador*, 17-X-85.
- 10 El nombramiento de Garavito y la vinculación del observatorio al Instituto Central de Matemáticas fueron anunciados en *Anales de Ingeniería*, 57. Bogotá. 1892.
- 11 En Brouwer, D. y Clemence, C.M. (1961) hay mención al trabajo de Garavito. (Nota al Capítulo XIII, p. 375).
- 12 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).

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: Cuervo, Antonio V. **Colección de Documentos Históricos sobre la Geografía y la Historia de Colombia**. Bogotá.

Alvarez Lleras, J.

(1935) **Longitud-Latitud del Observatorio de Bogotá**. Bogotá.

(1939) "El Bitelescopio de Reflexión". En: **Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales**, 8. Bogotá.

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". En: **Boletín de la Sociedad Geográfica de Colombia**, 101. Bogotá: Editorial Pax.

(1974) "Algunos documentos desconocidos unos y pocos 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 Cartagena 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". En: **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 Sikuani". 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.

Brouwer, D. y Clemence, C.M.

(1961) **Celestial Mechanics**. Nueva York: Academic Press.

Caldas, Francisco José

(1819) **Ensayo de una Memoria sobre un Nuevo Método de Medir las Montañas**. Burdeos: Imprenta de Laval, Joven y Sobrino.

(1968) **Obras completas de Francisco José de Caldas**. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

(1978) **Cartas de Caldas**. Bogotá: Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Física y Naturales. Imprenta Nacional.

- Cassini, J.
 (1729) *Mémoire de l'Académie Royale des Sciences de Paris*. París.
- 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.
 (1981) *Colección de documentos inéditos sobre la geografía y la historia de Colombia*. Tomo I, Costa Atlántica. Bogotá.
- Deprit, A. y Henrard, J., Rom, A.
 (1971) "Analitical Lunar Ephemerides". En: *Astronomy and Astrophysics*, 10. Berlín: 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.
- 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 sont le plus en usage aux Royaumes de Pérou et du Chili**. Paris.

(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**. Paris.

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: Grijalbo Critica.

Garavito Armero, J.

(1891, 1892, 1893) "Determinación astronómica de coordenadas geográficas". En **Anales de Ingeniería**, 57, 58, 60, 62 y 65. Bogotá.

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

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

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

(1946a) "Cálculo de la Efemérides del Cometa Halley". En: **Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales**. Vol. 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 1961". En: **Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales**. Vol. VII: 27. Bogotá.

- García Franco, S.
 (1947) **Historia del Arte y Ciencia de Navegar**. Madrid: Instituto Histórico de Marina.
- 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**. No. 8. Bogotá: Litografía Colombia.
- González González, F.
 (1989) "Ciencias 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. y Schmidt, D.S.
 (1986) **Astronomical Paper**. Tomo XXIII, Parte Primera. Washington: U.S. Government Printing Office.
- Halley, E.
 (1722-1723) **Phylosophical Transactions of the Royal Society**. 33. Londres.
- Hernández de Alba, G.
 (1983) **Archivo epistolar del sabio naturalista Don José Celestino Mutis**. Bogotá: Instituto de Cultura Hispánica.
- Hoskin, M.
 (1982) "Astronomy in Ancient Greece". En: **Highlights of Astronomy**, 6. Dordrech: D. Reidel.
- Hugh-Jones, S.
 (1982) **The Pleiades and Scorpus in Barasana Cosmology**. Nueva York: New York Academy of Sciences.
- Humboldt, A. von
 (1941) **Viaje a las Regiones Equinocciales del Nuevo Continente**. Caracas: Biblioteca Venezolana de Cultura.
 (1982) **Alexander von Humboldt en Colombia: Extractos de sus Diarios**. Bogotá: Academia de Ciencias de la República Democrática Alemana y Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

Ibáñez, R.

(1987) "Etnoastronomía Siriana". En: **Etnoastronomías Americanas**. Bogotá: Universidad Nacional.

Juan, J.

(1769) **Examen marítimo, theorico, 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.

Lemaitre, E.

(1983) **Historia general de Cartagena**. Bogotá: Banco de la República.

Loefling, P.

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

Mayr, J.

(1987) "Contribución a la astronomía de los Kogi". En: **Etnoastronomías Americanas**. Bogotá: Universidad Nacional.

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** (3a. edición). Bogotá: Fondo Cultural Cafetero.

- Mazarredo, J.
 (1779) **Lecciones de Navegación para el uso de las Compañías de Guardias Marinas**. Isla de León.
- Mendoza y Ríos
 (1787) **Tratado de Navegación**. Madrid.
- 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 Nal.
- 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.
- Oltmanns, J.
 (1808-1810) "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 declinação variavel observado en duas posições**. Rio de Janeiro: Imprensa Militar.
 (1930) "Orientação astronômica das cartas topográficas por maximas elongações de estrelas". En: **Revista Militar Brasileira**, 3. Río de Janeiro: Imprensa Militar.
- Pardo, M.
 (1987) "Términos y conceptos cosmológicos de los indígenas Emberá". En: **Etnoastronomías Americanas**. Bogotá: Universidad Nacional.
- Poincaré, H.
 (1909) **Leçons de Mécanique Céleste**. Paris: Gauthier Villars.
- Ramos, A.
 (1888) "Astronomías y Geodesia". En: **Anales de Ingeniería**, 8. Bogotá.
- Reichel, E.
 (1987) "Astronomía Yukuna-Matapi". En: **Etnoastronomías Americanas**. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

- 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 pp. 1-2. Bogotá.
(1971) **Amazonian Cosmos**. Chicago: The University of 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.
- 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.
- 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.
- 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.

TERCERA PARTE

HISTORIA DE LAS INVESTIGACIONES GEOLOGICAS EN COLOMBIA. NOTAS A PARTIR DE LA SEGUNDA MITAD DEL SIGLO XIX

Armando Espinosa B.

INTRODUCCION*

Como una contribución de Ingeominas al proyecto Historia Social de la Ciencia en Colombia, del Fondo de Investigaciones Especiales Francisco José de Caldas, Colciencias, esta monografía pretende dar un panorama de la evolución social de las ciencias geológicas en Colombia a partir de 1850.

Una primera aclaración que se hace necesaria está relacionada con el objeto del estudio. Entenderemos por ciencias de la tierra aquellas ramas de la geología que persiguen el conocimiento de los fenómenos geológicos fundamentales, su implicación en los procesos de formación del subsuelo y su aplicación en la búsqueda de recursos mineros. En el sentido de esta definición cabrá dentro de este estudio la exploración minera pero no la explotación de recursos mineros, actividad que constituye sólo una técnica relacionada con las ciencias de la tierra y con la ingeniería.

La historia social de las ciencias de la tierra en Colombia es un proceso complejo, determinado por las numerosas e intrincadas interacciones entre ciencia y sociedad. Un primer elemento de análisis aparece, sin embargo, rápidamente. En Colombia, país con acentuada vocación minera, la geología parece desarrollarse como subproducto de la minería. Esta constatación puede parecer lógica para nosotros, pero hay que recordar que no es válida en la mayoría de los casos. El mismo nacimiento de los conceptos fundamentales en geología en el siglo XVII (Nicolás Steno, Robert Hooke) estuvo completamente desli-

* Este artículo fue publicado originalmente como resultado parcial así: Espinosa, Armando (1984) "Historia de las investigaciones geológicas en Colombia. Notas a partir de la segunda mitad del siglo XIX". *Ciencia, Tecnología y Desarrollo*. Bogotá: 8 (1-4): 211-249. El texto se publica aquí sin modificaciones, con la aprobación del autor.

gado de la cuestión minera; además, el desarrollo de la geología moderna en los siglos XVIII y XIX, aunque en algunos casos tuvo lugar en provincias mineras (Werner en Freiberg), casi siempre ocurrió en regiones no mineras (de Saussure en Suiza, Hutton en Escocia), o al margen de la minería (Lyell y Darwin en Inglaterra). Así pues, el nacimiento y desarrollo de la geología, que en Europa parece ser un fenómeno puramente intelectual con consecuencias económicas, podría tener en nuestro medio características opuestas; la minería sería el motor del desarrollo científico en este campo.

A lo anterior viene, sin embargo, a sumarse otro aspecto digno de ser tenido en cuenta. Los intereses económicos han sido también con frecuencia un freno a la actividad científica en geología. El siguiente puede ser un buen ejemplo. En 1783 José Celestino Mutis, después de haber intentado durante años la explotación de diversas minas de plata, decide, ante la dificultad de la tarea, traer al Nuevo Reino a don Juan José D'Elhúyar, descubridor del wolframio, y considerado en la época como uno de los científicos más notorios de España y aun de Europa. Juan José D'Elhúyar había estudiado la química, la mineralogía, la minería y la metalurgia con los mejores maestros europeos de la época: Marin Rouelle en París, Werner en Freiberg y Bergman en Upsala, y se puede afirmar que a su llegada a la Nueva Granada, en 1784, estaba en capacidad de realizar una brillante tarea científica. El historiador Stig Ryden no dudó en calificarlo como el hombre más importante de la ciencia española del siglo XVIII, elogio que cobra su verdadero valor si se tiene en cuenta que se trata del siglo de la Ilustración. Pero apenas llegado comienza el drama de D'Elhúyar como hombre de ciencia, pues se le asigna la limitada tarea de dirigir las minas de plata de Mariquita, las más importantes del virreinato desde el punto de vista económico. Tarea limitada por diversas razones: área de acción y de investigación restringida, carga administrativa demasiado pesada y funciones simplemente técnicas pero no científicas. Resumiendo, se sacrifica al sabio en aras de los intereses económicos. Fausto D'Elhúyar, hermano de Juan José, es probablemente menos brillante pero tiene mejor suerte: es nombrado en 1792 director de la Nueva Escuela de Minas de México, desde donde, con equipos y tiempo suficientes, amén de un buen grupo de científicos, puede adelantar un importante trabajo de docencia e investigación.

La dualidad es pues, probablemente, la principal característica del efecto de la demanda social sobre el desarrollo de la geología en Colombia. Si por una parte las necesidades económicas (minería) han sido el germen de la ciencia geológica, por otra parte se han constituido con frecuencia en su principal obs-

táculo. Quizá se podría comparar esta situación con el fenómeno físico de la caída libre de un cuerpo en la atmósfera. Según la ley de Newton, el cuerpo sufre una aceleración, o sea un aumento constante de la velocidad, pero al aumentar la velocidad se incrementa también la resistencia del aire hasta un momento en que se llega a una velocidad límite.

De singular importancia para este estudio es el aspecto relacionado con las diferentes ramas de las ciencias de la tierra por considerar, o sea, la conceptualización de la división de la geología. También está por definir el tipo de estudios geológicos que merece más atención desde el punto de vista de la historia social de la ciencia. Nos parece que, salvo algunas disciplinas obviamente conocidas (mineralogía y exploración, por ejemplo), la gran división hay que situarla entre geología básica y geología aplicada, entendiéndose por ésta la que tiene incidencia social directa: geología económica, sismológica, geotecnia y vulcanología. En cuanto al tipo de estudios con mayor incidencia en la historia social, creemos que son los aplicados al conocimiento del subsuelo del país, sus procesos de formación y la exploración de recursos minerales. Por esta razón se insistirá en las actividades y estudios que hayan hecho aportes al conocimiento geológico de Colombia. Sin embargo, no nos detendremos en investigadores extranjeros que habiendo hecho alguna contribución a la geología de Colombia no hayan pisado nuestro suelo, por considerar que no han tenido impacto en el desarrollo social de la ciencia en Colombia, aunque sí hayan tenido alguno desde un punto de vista académico. Es el caso, por ejemplo, de Von Buch, D'Orbigny, Zujovic y otros. Estos autores serían de gran importancia en la historia de los conceptos geológicos en Colombia, obra que está por escribirse y que enfocaría el problema histórico desde un punto de vista estrictamente académico.

Finalmente, nos quedan por definir los períodos de desarrollo social de la geología. Consideramos que existen algunas fechas sobresalientes que marcan nuevas etapas en ese desarrollo. La fundación de la Escuela Nacional de Minas de Medellín en 1887, primera institución geológica de Colombia, pone fin a una fase de grandes exploraciones extranjeras iniciada hacia 1850, y abre una era de pioneros nacionales. Con la creación de la Comisión Científica Nacional, en 1917, se institucionalizan las investigaciones geológicas y se inicia por parte del Estado el estudio del subsuelo nacional, etapa que termina en 1940 con la creación del Ministerio de Minas y del Servicio Geológico Nacional, para dar paso a un desarrollo definitivo de las investigaciones. Finalmente, en 1969 se funda el Instituto Nacional de Investigaciones Geológico-Mineras con lo cual se inicia el estudio verdaderamente sistemático del subsuelo colombiano y se diversifican las investigaciones geológicas.

AGRADECIMIENTOS

El autor desea expresar sus agradecimientos a las siguientes personas: el doctor Alfonso López R., director general del Ingeominas, en quien siempre ha encontrado apoyo y estímulo para las investigaciones sobre historia de la geología; el doctor Guillermo Hernández de Alba, historiador, maestro y guía en el campo de la historia, principalmente de la época colonial; y el doctor Fernando Etayo S., geólogo del Ingeominas, por sus valiosas ideas sobre la evolución de los conceptos geológicos en Colombia.

Capítulo 1

ANTECEDENTES HISTORICOS

LA EXPEDICION FRANCOESPAÑOLA (LA CONDAMINE-ULLOA) 1735-1743

Aunque somos conscientes de la dificultad de determinar el momento preciso, si existe, del nacimiento de la ciencia en cualquier sociedad, nos atrevemos a afirmar que en Colombia éste tuvo lugar con la llegada de la expedición de La Condamine, en 1735, pues hasta ese momento las poquísimas manifestaciones científicas conocidas fueron demasiado aisladas y esporádicas.

No creemos necesario extendernos sobre los objetivos de la expedición, bien conocidos por cierto. Se trataba de medir la longitud lineal de un grado de longitud cerca de la línea ecuatorial, para que, comparada con la de un grado vecino al polo, pudiera dar una idea de la forma de la Tierra (achatada en los polos según Newton, alargada según Cassini). La expedición era enviada por la Academia de Ciencias de París y estaba integrada por Charles La Condamine, Pierre Bouguer y Louis Godin, a quienes se unieron Antonio de Ulloa y Jorge Juan, enviados por la Corona española. El itinerario, en la zona que nos interesa, fue Cartagena-Panamá-Guayaquil-Quito y sus alrededores.

Aunque, como hemos visto, el objetivo principal era astronómico, podemos decir que la expedición cubrió prácticamente todos los campos de la ciencia de la época, y que precisamente en la rama de la geología los resultados fueron sorprendentes. Se pueden resumir así: el descubrimiento para el Viejo Mundo de un nuevo metal, el platino; la realización de los primeros estudios

geológicos en la región visitada, y la creación de una nueva e importante disciplina de la geología, la gravimetría.

La expedición constituye un esfuerzo institucional por parte de Francia y de España, a través de la Academia de Ciencias de París. Sus resultados quedaron consignados en tres importantes obras españolas: la *Relación Histórica de un Viaje hecho por orden de su majestad a la América Meridional*, de Juan y Ulloa, las *Noticias Americanas*, de Ulloa, y las *Noticias secretas de América* de Juan y Ulloa; y en dos obras francesas: *La figure de la Terre*, de Bouguer y La Condamine, y el *Voyage au Pérou*, de Bouguer.

La *Relación Histórica*, publicada en Madrid en 1749, o sea inmediatamente después del viaje, puede ser considerada como la obra fundamental de la expedición, pues en ella se dan los resultados geodésicos, objetivo principal de la misión. También es una obra general que da un recuento del viaje, en orden cronológico, con itinerario y observaciones en diversas ramas de las ciencias. Es en esta obra, en el libro VI capítulo X, página 606, donde se encuentra la primera referencia científica formal al platino, en los siguientes términos:

En el partido del Chocó, habiendo muchas Minas de *Lavadero*, como las que se acaban de explicar, se encuentran también algunas, donde por estar disfrazado, y envuelto el oro con otros cuerpos Metálicos, jugos, y Piedras, necesita para su beneficio del auxilio de *Azogue*; y tal vez se hallan Minerales; donde la *Platina* (piedra de tanta resistencia, que no es fácil romperla, ni desmenuzarla con la fuerza del golpe sobre el Yunque de Acero) es causa de que se abandonen; porque ni la calcinación la vence, ni hay árbitro para extraer el Metal, que encierra, sino a expensas de mucho trabajo, y costo.

Aunque Juan y Ulloa no estuvieron en el Chocó, el segundo de ellos logró conseguir algunas muestras de platino que envió a Europa. Su análisis comprobó que se trataba de un nuevo elemento químico, razón por la cual la ciencia europea considera a don Antonio de Ulloa como descubridor del platino. Ha de anotarse, sin embargo, que investigaciones recientes (Espinosa, 1984) han demostrado que en Santafé de Bogotá ya se conocía y se analizaba el platino varios años antes de la llegada de Ulloa.

La *Relación* contiene un importante capítulo sobre las riquezas mineras de la Provincia de Quito, provincia que comprende la Gobernación de Popayán y por consiguiente buena parte del actual Occidente colombiano. En el capítulo mencionado se indican las principales zonas mineras, con especial referencia al oro y a la plata, aunque también se citan depósitos de hierro y mercurio. Se describen con bastante detalle los métodos de beneficio del oro y la plata utilizados en cada región.

Otro interesante estudio sobre recursos mineros es el capítulo IX de las *Noticias secrets de América*, obra publicada tardíamente, en 1826, en Londres. En este caso los autores se refieren a toda la zona visitada, por lo cual solamente hacen algunas menciones al territorio de la Colombia actual, principalmente al oro de Barbacoas. Pero probablemente el mayor aporte de la expedición al conocimiento geológico de nuestro país está en las *Noticias Americanas*, obra impresa en Madrid en 1792. Se trata del primer estudio geológico verdadero de la región, el entretenimiento (capítulo) II, cuyo título es "El orden y disposición en que están los terrenos de las indias Occidentales, y de la notable variedad que hay en ellos". Si los cronistas españoles anteriores se refirieron con frecuencia a riquezas minerales, e indirectamente al subsuelo, ahora estamos por primera vez ante un auténtico documento geológico, con los conocimientos, el método y el rigor necesarios.

Aclaremos de antemano que aunque la geología no nace oficialmente como ciencia antes de empezar el siglo XIX, con los trabajos de Charles Lyell, en el siglo XVIII ya están echados sus cimientos gracias a los geniales aportes hechos en el siglo XVII, principalmente por Nicolás Steno y Robert Hooke. El capítulo de Ulloa es lo que podrían llamar los geólogos actuales un estudio geomorfológico, es decir, las formas del relieve explicadas por los fenómenos geológicos, principalmente por la erosión fluvial. Sobre este punto Ulloa manifiesta ideas muy a la vanguardia, y casi adelantadas para su época. Por otra parte da las primeras descripciones de las diferentes rocas que componen el subsuelo; observa, por ejemplo, cómo en las partes bajas predominan las arenas (aluviones) y los limos. Hay que anotar que el documento contiene una buena descripción geográfica del relieve de la región estudiada.

La paleontología tampoco escapó a la curiosidad de Ulloa, quien le dedica, en la misma obra, un acertado capítulo (el entretenimiento XVI) donde describe diferentes especies de conchas observadas en las montañas de los Andes, y expone interesantes hipótesis sobre los posibles mecanismos de fosilización. Desafortunadamente, Ulloa como casi todos los científicos de su generación, es un "diluvialista", por lo cual sus interpretaciones en este campo han quedado sin validez.

Finalmente, las *Noticias Americanas* contienen cuatro capítulos, de gran erudición por demás, sobre metalurgia, principalmente de la plata. Se vislumbra la vocación de metalurgista de Ulloa, quien, como se sabe, llegó a ser más tarde director de la gran provincia minera de Huancavélica, en Perú.

Aporte fundamental de la expedición a la geología fue el descubrimiento, por parte de Pierre Bouguer, de las leyes de la gravimetría, constituyendo así una nueva e importantísima rama de la geología. Ya desde 1762, cuando Jean

Richter, enviado por Cassini, hizo observaciones con el péndulo en Cayena, se sabía que la gravedad cambia con la latitud, idea que hizo empezar a sospechar que la Tierra no es una esfera perfecta. Pero la gran idea de Bouguer es que la gravedad varía según las diferentes rocas del subsuelo, o sea que midiendo la gravedad en un punto dado, se pueden sacar conclusiones sobre las posibles formaciones de rocas que se encuentran debajo de él. Bouguer hizo sus observaciones cerca del volcán Chimborazo y propuso un modelo de cálculo, conocido como el Modelo de Bouguer, que ha sufrido muy pocas modificaciones en sus dos siglos y medio de vida, hecho excepcional en la historia de la ciencia. Bouguer regresó a Europa por Cartagena, bajando por el río Magdalena. De éste levantó un mapa que luego fue completado por Caldas.

La influencia científica y filosófica de la expedición fue extraordinaria; tal vez haya sido uno de los fenómenos sobresalientes del Siglo de las Luces europeo. Desde el punto de vista científico, los resultados obtenidos fueron aportes gigantescos para el conocimiento de la época y una lista de ellos se haría interminable. El solo dato de la forma de la Tierra sería ya suficiente para dar a la expedición un sitio de honor entre los grandes viajes científicos. Además, la expedición dio el primer relato científico de América, corriendo el velo que la Corona española había tendido deliberadamente durante varios siglos. En cuanto al impacto filosófico, quizá no haya sido menos importante que el científico. Las publicaciones de la expedición dan por primera vez a los europeos la visión de un nuevo continente. Por otra parte, La Condamine es amigo personal de Voltaire, y muchas leyendas (el buen salvaje, El Dorado, por ejemplo) nacidas posteriormente de la pluma de Voltaire, y con larga trayectoria literaria y filosófica, tienen sus orígenes en los relatos de la expedición.

Aunque la expedición no constituye el inicio institucional de la ciencia en Colombia, mérito que hay que abonar a la Expedición Botánica, sí es la primera semilla gracias a la cual germinaron los primeros ensayos de instituciones científicas.

LA EXPEDICION BOTANICA (1783-1816)

Las actividades de la Expedición Botánica en geología, mineralogía y minería han sido hasta ahora un aspecto ignorado y sorprendente de las labores de este movimiento científico. Investigaciones recientes (Espinosa, 1982, 1983) dan, sin embargo, las primeras luces sobre tan interesante asunto.

José Celestino Mutis añadió a sus vastísimos conocimientos los de mineralogista, minero y metalurgista. Su obra en estos campos tiene dos facetas. Por una parte fue asesor del virreinato en asuntos mineros y explorador de materias primas minerales, por otra parte consagró más de nueve años a empresas mineras particulares.

Hasta 1784, cuando llega un director de minas, Mutis supervisa las explotaciones mineras del Nuevo Reino: las salinas de Zipaquirá, en las cuales interesa a Humboldt; las minas de esmeraldas de Muzo; las de cobre de Moniquirá, y las de plata de Mariquita. También se le ve preocupado por buscar nuevos recursos mineros: mercurio en el Quindío; en el Darién y en Panamá mármoles diversos; y hasta asfalto y petróleo en varios puntos del virreinato.

Las empresas mineras particulares de Mutis son dos: la mina de plata de la Montusa, cerca de Pamplona, entre 1766 y 1770, y la de El Sapo en la provincia de Ibagué, de 1777 a 1782. La primera es casi desconocida, pues de esa época se han perdido prácticamente todos los documentos; la segunda es de gran importancia científica e histórica. Científica porque allí creó Mutis un gran complejo minerometalúrgico; histórica porque allí vino a buscarlo el arzobispo Caballero y Góngora para fundar la Expedición Botánica.

La preocupación de Mutis por los asuntos mineros y la exploración fue constante. De las 423 cartas de Mutis publicadas en el *Archivo Epistolar* por G. Hernández de Alba, 37 hablan únicamente de minería y 27 hacen referencia a cuestiones de minas. En 1788 el nuevo virrey Francisco Gil y Lemos escribe a Mutis desde Madrid para pedirle que salga a recibirlo a Honda para que lo ponga al corriente sobre la minería del virreinato.

Las empresas mineras de Mutis no fueron afortunadas desde el punto de vista económico, y además, al crearse la Expedición, las investigaciones botánicas ocupaban gran parte de su tiempo. Estas razones explican que Mutis haya solicitado al virrey traer un director de minas, cargo para el cual fue escogido don Juan José D'Elhúyar.

La obra científica de D'Elhúyar, aunque limitada como lo hemos visto por las tareas que se le encomendaron, fue de gran importancia. En ciencia pura debemos a D'Elhúyar los primeros estudios geológicos realizados en el Nuevo Reino. Se trata de las observaciones hechas en la zona de Muzo en 1786, consignadas en dos valiosos documentos: el *Diario del viaje a Muzo, de orden del excmo. Sr. Virrey, emprendido el 6 de septiembre desde Mariquita* y el *Informe del viaje a Muzo*. En cuanto a ciencia aplicada, los aportes son diversos, principalmente la introducción del nuevo método de beneficio de la plata del barón de Born, recomendaciones sobre las minas de esmeraldas de Muzo, de

sal de Zipaquirá y muchas otras, y el ensayo de creación de un cuerpo de minería o asociación de mineros.

Durante el período de Santafé, en las nóminas de la Expedición figura un agregado mineralogista, don Enrique Umaña. De este personaje, y sobre todo de su obra, mucho es lo que se ignora, en gran parte porque Umaña se vio envuelto en los acontecimientos políticos de los últimos años de la Colonia y de la Independencia.

Investigador polifacético y genial, don Francisco José de Caldas también tuvo diversas inquietudes y realizaciones en el campo de la mineralogía y de la minería. Las alusiones son frecuentes en sus escritos, entre los cuales merecen ser citados dos: la *Memoria sobre el plan de un viaje proyectado de Quito a la América septentrional*, de 1802, en donde propone investigaciones sobre mineralogía, y el *Semanario del Nuevo Reino de Granada*, de 1809, en el que anuncia el regreso de Europa de don José María Cabal después de brillantes estudios de química y mineralogía, y donde podemos leer lo siguiente:

Don José María Cabal se consagra desde hoy a analizar nuestras producciones, y a ensayar todas nuestras minas. El desea entregarse enteramente a este trabajo interesante a su patria y a sus conciudadanos; pero necesita formar antes una completa colección de todos los minerales del Nuevo Reino de Granada. Exhortamos a todos los habitantes del virreinato a que nos remitan muestras de todas las minas de sus países, de todas las tierras, de todas las piedras particulares, dirigidas al Editor de Semanario, avisando el nombre que se le da en el país, el lugar en que se halla, su abundancia, los usos a que se le aplica, con todo lo más que se considere interesante para el mejor conocimiento de nuestra mineralogía. Aquí se analizará, aquí se ensayará, y en el Seminario hallarán los interesados los conocimientos que necesiten para trabajar con ventaja sus minas, que hasta hoy solo benefician por una práctica ciega, y las más veces ruinosa. Estos minerales, clasificados según el método del célebre Hauy, formarán una colección preciosa para un museo mineralógico, en que se forme la juventud, para perpetuar y para adelantar nuestros conocimientos en este ramo importante de la Historia Natural.

En cuanto a las realizaciones mineras de Caldas, la más notoria es el descubrimiento y la explotación de los nitratos de Antioquia, en 1813.

El material mineralógico recogido por la Expedición fue abundante. De las 104 cajas enviadas por Morillo a España en 1816, 15 contenían sólo minerales. Por otra parte, Mutis hizo envíos de material antes de 1783, fuera de envíos particulares. Desafortunadamente, todo el material se halla perdido hasta ahora.

A los infinitos méritos de la Expedición Botánica ya reconocidos hay que añadir uno más, desde el punto de vista de la historia social de la geología, y es el de haber tratado de impulsar por primera vez a nivel oficial e institucional los asuntos de geología y de minería. Es así como vemos a Mutis solicitando por escrito en repetidas ocasiones la creación de un laboratorio de química y de mineralogía; a D'Elhúyar tratando de crear una asociación de mineros; a Caldas y Cabal proponiendo en el *Semanario* el primer inventario minero del país.

EL PLAN RAZONADO DE UN CUERPO MILITAR DE INGENIEROS MINERALOGICOS EN EL NUEVO REINO DE GRANADA

De gran importancia para la historia social de la ciencia en Colombia, como antecedente histórico, nos parece este documento, que aunque ha sido atribuido a Caldas, merece un capítulo aparte por diversas razones. En primer lugar, como se verá más adelante, es poco probable que el autor sea efectivamente Caldas; en segundo lugar el documento constituye el primer intento por crear, durante la época colonial, una institución oficial de enseñanza e investigación para los asuntos de geología y minería. La importancia de la idea propuesta en el plan se comprende mejor al constatar el gran aporte que constituyó para el desarrollo de México la creación de la Escuela de Minas, en 1792.

El plan fue publicado por primera vez en 1909 por don Diego Mendoza, como obra de Caldas, sin ninguna referencia sobre la fuente del documento original (archivo, colección privada, etc.). El problema de la autoría, analizado por Espinosa (1983), reside en que el documento fue escrito entre 1796 y 1808 y que durante esta época Caldas no pudo consagrarse a esta clase de asuntos, y tampoco podía tener los conocimientos necesarios.

El plan razonado es un proyecto de creación de la primera Escuela de Minas del país. Consta de tres documentos: el plan razonado propiamente dicho, o parte justificativa del proyecto; el reglamento, y el estado de gastos y arbitrios, o presupuesto. Sorprenden los tres documentos por la amplitud de los temas y por la gran minuciosidad con que son tratados, principalmente el reglamento. En el plan razonado propiamente dicho expone el autor la necesidad de crear el cuerpo, partiendo de consideraciones globales sobre la situación económica y social del virreinato. Insiste en la importancia de la minería, en la vocación minera de la Nueva Granada, y en las ventajas que traería la creación del cuerpo, no sólo desde el punto de vista económico sino también intelectual y social. En el reglamento se expone la organización del cuerpo así: un director, un vicedirector, inspectores

de minas, inspectores en segundo, subinspectores, ayudantes y alumnos cadetes. El plan de estudios es ambicioso, con duración de seis años: en el primer año se estudiaría aritmética, geometría, dinámica e hidrodinámica; en el segundo física experimental; en el tercero historia natural y botánica; en el cuarto mineralogía; en el quinto química, y en el sexto docimética y metalurgia. El presupuesto anual del cuerpo es de 28.010 pesos, que el autor del plan propone recaudar en impuestos indirectos sobre diversas actividades mineras (Salinas, Casa de la Moneda) y en contribuciones de los mineros particulares.

ALEJANDRO HUMBOLDT (1769-1859)

No cabe duda que para la ciencia colombiana la venida, en 1801, de Alejandro Humboldt y Amadeo Bonpland fue un acontecimiento de grandes proporciones, no tanto por sus aportes directos sino por el impulso que dieron a las investigaciones científicas que criollos y españoles venían adelantando desde hacía más de treinta años.

Alejandro Humboldt había nacido en Berlín y después de diversos estudios de humanidades en Frankfurt y Gotinga había empezado a interesarse por las ciencias, inicialmente por la geología. En 1791 y 1792 había estudiado en la Academia de Minas de Freiberg tras lo cual había pasado a ser inspector de minas en el distrito de Bayreuth de 1792 a 1797, en donde creó una escuela de minería en 1793. De entonces data su interés por la botánica, la astronomía y otras ciencias. Por aquella época la lectura de los libros de La Condamine y Bougainville fascina a Humboldt, y empieza a germinar en su mente la idea de visitar Suramérica.

El itinerario de Humboldt en Colombia, entre el 4 de marzo y el 31 de diciembre de 1801, es Cartagena-Santafé, por el río Magdalena, Honda y Guaduas, y Santa Fe-Pasto, por Ibagué, el camino del Quindío y Popayán. Las observaciones sobre este territorio son diversas en cuanto a los temas y están dispersas en varias de las obras de Humboldt y Bonpland. En cuanto a geología, solamente el primero se ocupó de ella y sus escritos son de dos órdenes: estudios específicos, los más importantes, y observaciones sueltas en escritos diversos.

Merece destacarse entre los estudios específicos la *Memoria raciocinada sobre las Salinas de Zipaquirá*, escrita en Santafé después de una visita a las minas, en agosto y septiembre de 1801. Como sabemos, Mutis siempre se interesó por la sal de Zipaquirá y por esta razón trató de interesar también a Humboldt en el asunto. Este era un buen conocedor de beneficio de minerales y la *Memoria* está precisamente en gran parte dirigida a proponer medidas para

mejorar dicho beneficio. Sin embargo, contiene un interesante capítulo de geología donde se sientan las primeras bases para estratigrafía de la región de Bogotá. Distingue Humboldt dos formaciones, la de Bogotá y la de Honda, de edad mesozoica, y un basamento, los esquistos de Villeta. Aunque la distinción es correcta, la edad no lo es completamente, pues la formación Honda es en realidad terciaria, corrección que hará más tarde Hettner.

En las *Vistas de las Cordilleras* y en la *Relación del viaje al interior del Nuevo Continente* hay descripciones de los volcanes de lodo de Turbaco, con ensayos de explicación del fenómeno. También hay que señalar algunas observaciones sobre las cadenas volcánicas de la Nueva Granada, en el *Cosmos*, observaciones que son esencialmente de carácter geográfico.

Las observaciones geológicas sueltas en los escritos de Humboldt son numerosas. Quizá las más notables se encuentren en la obra *Essai géognostique sur les roches* (París, 1823), donde hay descripciones de formaciones rocosas y frecuentes alusiones a fenómenos geológicos en Suramérica.

LA MISION DE BOUSSINGAULT-RIVERO (1823-1833)

Corresponde a Simón Bolívar y Francisco de Paula Santander (presidente y vicepresidente de la Gran Colombia respectivamente) en 1822, el mérito de haber tratado de dar impulso oficial a las ciencias en general y a la geología en particular, con el ensayo de creación de una Escuela de Minas, en un momento de grandes dificultades para el país pues están en su plenitud las grandes guerras de independencia en el sur. El gobierno solicita los servicios de don Francisco Antonio Zea, a la sazón en Europa, para organizar una misión científica que venga a fundar el museo y la escuela de minas. Zea se dirige a Cuvier, quien con la ayuda de Humboldt y de Aragón forma la misión solicitada, así: Juan Bautista Boussingault, químico; Mariano Rivero, químico-mineralogista; Justino Mario Goudot, botánico; Francisco Roulin, médico, y James Bourdon, entomólogo. Con excepción de Rivero, peruano, todos los científicos son franceses.

El 28 de julio de 1823 el Congreso vota la ley que crea la Escuela de Minas y que es anunciada en la *Gaceta de Colombia* el 7 de diciembre en los términos siguientes:

Escuela de Minas. Habiéndose creado por la ley del 28 de julio último una escuela de minas en la capital de la República han sido nombrados por el gobierno los profesores siguientes: Mariano Rivero natural del Perú, es el director, y catedrático de mineralogía, de geología y de explotación: Juan Bautista Bous-

singault de química general y analítica y de metalurgia: N. Roulin de matemáticas elementales, de geometría descriptiva, de mecánicas, y de dibujo. En el museo de ciencias naturales creado por la misma ley, sólo hay por ahora un catedrático de botánica y de agricultura, que lo es el doctor Juan María Céspedes: un colector de objetos de historia natural, N. Bourdon, y otro de botánica, N. Goudet. El curso de botánica general debe abrirse en la casa destinada para el museo, el 2 de enero próximo. Las lecciones se darán de las diez a las once y media de la mañana, y se concluirá el 1 de julio. En el segundo año se darán principios de agricultura por igual tiempo. Podrán concurrir todas las personas que quieran destinarse a estos dos ramos importantes.

Infortunadamente, por diversas razones económicas y políticas, aún no totalmente establecidas, la escuela abierta bajo la dirección de Rivero no pudo perdurar y el gobierno se vio obligado a utilizar a los sabios contratados en diferentes trabajos científicos. En la parte geológica los más notables son los de las minas de Marmato, donde fue descubierta una nueva especie mineral, la marmatita o blenda, rica en hierro. También se hicieron estudios en las salinas de Zipaquirá, en las minas de Muzo y en las de la Vega de Supía. Aunque en los diversos trabajos sobre la historia de la ciencia en Colombia se cita a Bous-singault como autor principal de estos estudios, nos parece muy probable que el mérito mayor corresponda, por lo menos en cuanto a la parte geológica, a Mariano Rivero. Deducimos lo anterior de las publicaciones de Alcalde (1957-1966) sobre Rivero, en espera de poder consultar los trabajos originales, publicados en el exterior (*Anales de química y física*, Ginebra).

No se puede afirmar que la misión Bous-singault-Rivero haya hecho un aporte de importancia para el conocimiento de la geología y de los recursos mineros de Colombia, principalmente porque su labor no pudo ser sistemática y porque tuvo que ver sobre todo con la minería. Sin embargo, desde el punto de vista del desarrollo social de la ciencia tiene gran importancia, pues es el primer verdadero ensayo de creación de una institución de enseñanza de la geología y la química. Por otra parte, la misión crea un ambiente favorable para el desarrollo de la ciencia en Colombia, no sólo en el interior del país, sino en el exterior, interesando a sabios europeos como D'Orbigny y Brogniart, por ejemplo, en los estudios paleontológicos sobre Colombia. Se pueden citar las publicaciones de D'Orbigny *Coquilles et échinodermes fossiles de Colombie recueillies de 1821 a 1833 par M. Bous-singault*, París, 1824; y de Zujovic, *Les roches des Cordillères*, París, 1884. El Museo, iniciado por Rivero con sus propias colecciones, siguió funcionando hasta 1837 en la antigua casa de la Expedición Botánica, luego en locales de la Secretaría de lo Interior y de Guerra.

Capítulo 2

PRIMEROS GEOLOGOS Y PRIMERAS EXPLORACIONES: 1850-1887

Hasta el nacimiento de una institución oficial de enseñanza de geología y minas, la Escuela de Minas de Medellín, los pocos trabajos que se conocen en este campo son realizados por exploradores extranjeros. Aunque existen ya algunos científicos nacionales, éstos están llamados a otras tareas, probablemente más urgentes, dentro de la organización de la nueva República, pues son individuos de amplia formación, que cultivan generalmente la ciencia al mismo tiempo que las humanidades, la administración y la política. Además, las necesidades del estado son apremiantes en otras materias como infraestructura o salud. Hay que reconocer, sin embargo, que con la creación de la Comisión Corográfica, el Estado hace un esfuerzo notable y bien logrado en el reconocimiento del territorio nacional. Desafortunadamente este esfuerzo no llega, por razones económicas, a cristalizar en el campo de la geología y de los recursos mineros.

Desde un punto de vista académico la época de las exploraciones deja, a pesar de todo, un balance positivo en términos de conocimiento del subsuelo nacional, gracias a las contribuciones de Karsten y de Hettner principalmente.

LOS PRIMEROS GEOLOGOS COLOMBIANOS

Aunque de nuestros primeros geólogos, J. Acosta, E. Uricoechea y V. Restrepo, ninguno dejó obra escrita sobre el subsuelo colombiano y sus recursos, su

influencia fue importante por la inquietud que sembraron, y por esa razón deben ser tenidos en cuenta desde un punto de vista histórico. Ellos fueron científicos polifacéticos, naturalistas, matemáticos o químicos formados en Europa. Acosta y Restrepo supieron cultivar la ciencia al tiempo con actividades tan diversas como la política, la filantropía o la carrera militar. Uricoechea fue, en cambio, un científico puro.

Joaquín Acosta (1800-1852). Pocas vidas han sido tan ricas en acontecimientos y en diversas actividades como la de don Joaquín Acosta. Nacido con su siglo, en Guaduas (Cundinamarca), fue alumno del Colegio del Rosario y al final de las guerras de independencia se alistó en los ejércitos patriotas. Sus afanes científicos lo perseguían ya desde años antes y gracias a la ayuda de Santander consiguió viajar a París en 1825, a completar su formación, permaneciendo allí hasta 1830. Relacionado con los mejores sabios, Humboldt, Arago y Gay Lussac, entre otros, Acosta se dedicó al estudio de las matemáticas, la física y la química, sin descuidar las humanidades. De regreso a Colombia, entre diversos cargos políticos y militares fue profesor de química en la universidad y se interesó en la mineralogía y la geología. Sin embargo, parece que estos últimos temas sólo llegó a profundizarlos en su segundo viaje a París, entre 1845 y 1849, cuando siguió varios cursos en esas ramas. De nuevo en Colombia aplicó sus conocimientos en varios trabajos: en un estudio sobre las minas de Vélez y como profesor de geología en Bogotá. Empezó a escribir unas *Lecciones de geología*. Bateman (1953) anota que fueron publicadas, sin indicar la fecha de publicación. El original se encuentra en la biblioteca Luis A. Arango de Bogotá. Pero el verdadero valor de Acosta como geólogo nos lo prueba el hecho de que la Sociedad Geológica de Francia haya publicado, en 1852, uno de sus trabajos sobre la Sierra Nevada de Santa Marta.

Ezequiel Uricoechea (1834-1880). Figura descolante de la ciencia colombiana del siglo XIX, desafortunadamente relativamente desconocido, Ezequiel Uricoechea fue ante todo químico y mineralogista, aunque sus trabajos cubrieron vastísimas áreas incluyendo botánica, antropología, numismática y, especialmente en sus últimos años, filología y lingüística. Uricoechea fue científico de gran proyección internacional. Doctor en medicina de Yale, de filosofía y artes liberales de Gotinga; publicó sus trabajos en las mejores revistas especializadas de Europa. Su obra en Colombia fue también de gran importancia. Fundó la Sociedad de Naturalistas Neogranadinos, cuyo órgano de difusión fue la revista *Contribución de Colombia a la Ciencia y a las Artes* (1859-1861). Editó la importante obra *Mapoteca Colombiana*, en 1857. En cuanto a geología, su principal trabajo es el inédito *Elementos de Mineralogía*.

Vicente Restrepo (1837-1889). Muy conocido como metalurgista, ensayador de oro e historiador de la minería, don Vicente Restrepo tuvo una verdadera formación de geólogo, aunque por lo que se sabe no escribió prácticamente nada sobre geología. Su obra *Estudio sobre las minas de oro y plata de Colombia*, publicada en 1888 en Bogotá, es un auténtico clásico sobre estudios mineros sorprendente por su calidad, su extensión y por lo adelantada para su época.

Don Vicente Restrepo nació en Medellín. Entre 1851 y 1857 estudió en Europa y tuvo la ocasión de seguir en París lecciones de geología con D'Orbigny. Trabajó en el laboratorio de Pelouze y Tremy, principalmente en mineralogía y análisis de metales. Posteriormente viajó a Freiberg, gran centro de investigaciones y de explotaciones mineras de la época, donde se familiarizó con los métodos mineros y metalúrgicos más avanzados. De regreso a Medellín fundó un laboratorio químico, principalmente para análisis del oro, que llegó a tener gran reputación, incluso en Europa. En los últimos años de su vida don Vicente Restrepo se dedicó a actividades políticas, llegando a ser ministro en varias ocasiones, a tareas literarias e históricas, a investigaciones arqueológicas y a labores de beneficencia, a las cuales consagró completamente sus últimos días.

LAS PRIMERAS EXPLORACIONES GEOLOGICAS

Aunque las primeras expediciones, principalmente la Expedición Botánica y la expedición de Boussingault, plantearon la necesidad de un estudio sistemático de los recursos mineros del país, esta empresa no pudo ser iniciada por el Estado antes de mediados del siglo XIX. Probablemente se puede atribuir el atraso a la coyuntura político-militar de la época: guerras de independencia hasta 1819, creación de la nación hasta 1830, organización del estado hasta 1850.

El ya citado texto de F. J. de Caldas sobre el proyecto de J. M. Cabal puede ser considerado como la primera semilla de la idea de un inventario minero del país, pues hasta ese momento quienes habían trabajado en exploraciones mineras, incluyendo a Mutis y D'Elhúyar, sólo lo habían hecho o local o regionalmente pero en busca de un solo producto; por ejemplo Mutis y el azogue, o la brea mineral. Quizá el aspecto más interesante del texto no sea la idea misma, que por demás era probablemente de Cabal, sino la manera magistral como Caldas la justifica.

En cuanto a la expedición de Boussingault, uno de sus principales objetivos era la exploración de recursos mineros del país. A ese propósito leamos este aparte de la carta de Humboldt, uno de los promotores de la expedición, a Bolívar:

Me halaga que el carácter amable que distingue a los señores Rivero y Boussingault les haga dignos de la bondad hospitalaria de que recibí muestras tan afectuosas durante mi permanencia en Caracas, Santa Fe y Quito. La explotación de los yacimientos metálicos y de los lavaderos de Pamplona, de los alrededores de Santa Fe y de la Vega Supía, de Antioquia, del Chocó, y de la región al sur de Quito; investigaciones particulares sobre la platina; la nivelación del istmo de Panamá y de Cupica: he aquí asuntos que se conexionan con los intereses de la industria y el comercio, y del país, dignos de ocupar a estos sabios.

Infortunadamente, como es bien sabido, este loable empeño no pudo llevarse a cabo. Así pues, el primer esfuerzo institucional de la joven república en cuanto a conocimiento y exploración del subsuelo es la Comisión Corográfica.

La Comisión Corográfica (1850-1859). Aunque la ley del 15 de mayo de 1839 ordenó que se iniciara un levantamiento geográfico del país contratando a dos ingenieros geógrafos, el proyecto sólo vino a iniciarse cuando en 1849 se llamó al coronel Agustín Codazzi, entonces en Venezuela, para que organizara la Comisión Corográfica. Según un contrato firmado con el gobierno, la Comisión levantaría el mapa del país en seis años, a partir del 1 de enero de 1850. En uno de los artículos del contrato se estipula que cada mapa vendrá acompañado por una descripción geográfica completa que comprenderá, entre otros, caminos, límites, ciudades, producciones agrícolas, población, flora, fauna, y minería. Se sabe que el propósito inicial de Codazzi fue contratar un geólogo, propósito que no pudo cumplir, según parece por falta de fondos. Aunque el botánico y geólogo alemán Hermann Karsten acompañó a José Gerónimo Triana, botánico de la Comisión, en varias correrías, no figura en los documentos que haya estado vinculado oficialmente a ella. El 2 de marzo de 1850, apenas dos meses después de firmado el contrato entre Victoriano de Diego Paredes, ministro de Relaciones Exteriores, y Agustín Codazzi, escribe éste al ministro Paredes un informe sobre la Comisión, en el cual podemos leer lo siguiente:

Pero sobre todo convendría destinar a la expedición un geólogo. El señor Coronel Acosta, a quien ya he tenido ocasión de aludir, ha ofrecido que prestará desinteresadamente este servicio, siempre que la Comisión recorra las provincias inmediatas a su residencia; pues piensa ocuparse, como ya lo está verificando, en hacer algunas observaciones geológicas; pero esta oferta, aunque sumamente patriótica y bajo todos los aspectos digna del aprecio del Gobierno y de la Nación, no llena las miras del Poder Ejecutivo, que desea aumentar la Comisión, no con un colaborador accidental, sino con un miembro nato que la acompañe en todas sus marchas y expediciones, para estudiar atentamente, ya que no superposición de todas las capas, siquiera la naturale-

za general del terreno en cada una de las principales regiones geológicas en que puede dividirse nuestro territorio, levantando mapas de ellas, y formando colecciones de rocas y tierras que suministren alguna idea de la composición mineral de nuestro suelo en toda la extensión de la República, y de la aplicación que pueda darse en las fábricas y en las artes a las muchas variedades de gredas, etc. que poseemos.

En cuanto a la mineralogía, propiamente dicha, convendría practicar investigaciones más detenidas y prolifas; y al efecto, el geólogo que se destine a la Comisión Corográfica, debería a veces separarse de ella para visitar las minas que actualmente se explotan y a las que a su juicio puedan beneficiarse en lo futuro; pues hay en la República muchos metales, que aunque hoy sean de poco aprecio, serán más tarde de mucho valor y podrán beneficiarse con ventajas; por lo cual deben colectarse y estudiarse algunas muestras de ellos, dando a conocer las localidades en que existan, para que oportunamente se exploten con facilidad y buen suceso.

Así pues, no habiendo podido la Comisión contar con el deseado geólogo, sus labores se vieron reducidas a establecer una lista de los minerales existentes en cada provincia, lo que llamaríamos actualmente una lista de ocurrencias minerales, y a dar algunas indicaciones aisladas sobre asuntos de minas.

Hermann Karsten (1817-1908). En la obra de Karsten, *Géologie de L'ancienne Colombie Bolivarienne, Venezuela, Nouvelle Grenade et Equateur*, publicada en Berlín en 1886, debemos ver el primer trabajo de investigación geológica sobre el territorio colombiano. Obra de síntesis, de observaciones sistemáticas y detalladas, el trabajo de Karsten da la primera interpretación geológica de nuestros Andes y es estudio de tan alto nivel que permanece aún válido actualmente en muchos aspectos.

Como se sabe, Karsten trabajó en la Comisión Corográfica, acompañando a Triana en varios recorridos, pero sin formar oficialmente parte de ella. Había nacido en 1817 en Stralsund, Alemania, y había adelantado estudios de botánica y de geología. En este último campo publicó en Viena al regresar de su viaje, en 1856, un primer estudio, en alemán, sobre Colombia y Ecuador en el cual presentó el primer mapa geológico de Colombia. En él distingue los principales tipos de rocas: sedimentos, rocas volcánicas, metamórficas y plutónicas. En los años siguientes publicó diversos trabajos sobre diferentes aspectos geológicos particulares de Colombia, Venezuela y Ecuador en varias revistas de Alemania y Austria, en lengua alemana. La publicación de 1886 cubre en parte la de 1856 pero es más extensa. Karsten describe sus observaciones en orden cronológico, o sea siguiendo el itinerario de su viaje, hecho de 1844 a 1847 y de 1848 a 1856. Sus principales contribuciones están relacionadas con la estratigrafía: el trabajo

define los principales terrenos geológicos de Colombia. Sobre este punto Karsten pudo utilizar las publicaciones paleontológicas de D'Orbigny y Von Buch, quienes habían estudiado fósiles enviados principalmente por Boussingault y Degenhart, y definió terrenos cuaternarios, terciarios y, en el mesozoico, terrenos cretáceos y jurásicos. También distinguió las principales zonas de rocas volcánicas y plutónicas de los Andes colombianos. Así pues, desde el punto de vista académico, la obra de Karsten es el verdadero punto de partida en un estudio geológico sistemático del país.

Hemos visto que Karsten no tuvo ningún vínculo oficial con el Estado colombiano; sus investigaciones fueron financiadas con sus propios fondos. Al término de su estadía en Colombia, en 1856, el ministro Pastor Ospina le propuso que hiciera un informe, en español, sobre sus investigaciones, por el que el gobierno pagaría la suma de mil pesos. Hecho el informe, fue enviado por Karsten, en 1861, al general Tomás Cipriano de Mosquera, entonces encargado de negocios de Colombia en París. No se sabe por qué razones tal informe, de gran valor, no llegó nunca a sus destinatarios en Bogotá, sin que el autor pudiera tampoco recuperarlo.

Aparentemente Karsten es un investigador aislado pero su viaje a Colombia está indirectamente relacionado con expediciones anteriores, pues fue en buena parte impulsado por Humboldt.

Alfred Hettner (1859-1941). La geología colombiana debe a Alfred Hettner aportes importantes que conservan su validez aun en la actualidad. Poco es lo que se sabe de su vida, aspecto que amerita una investigación más detallada. Fue naturalista polifacético, botánico, geólogo y principalmente geógrafo, cualidades que su obra refleja claramente.

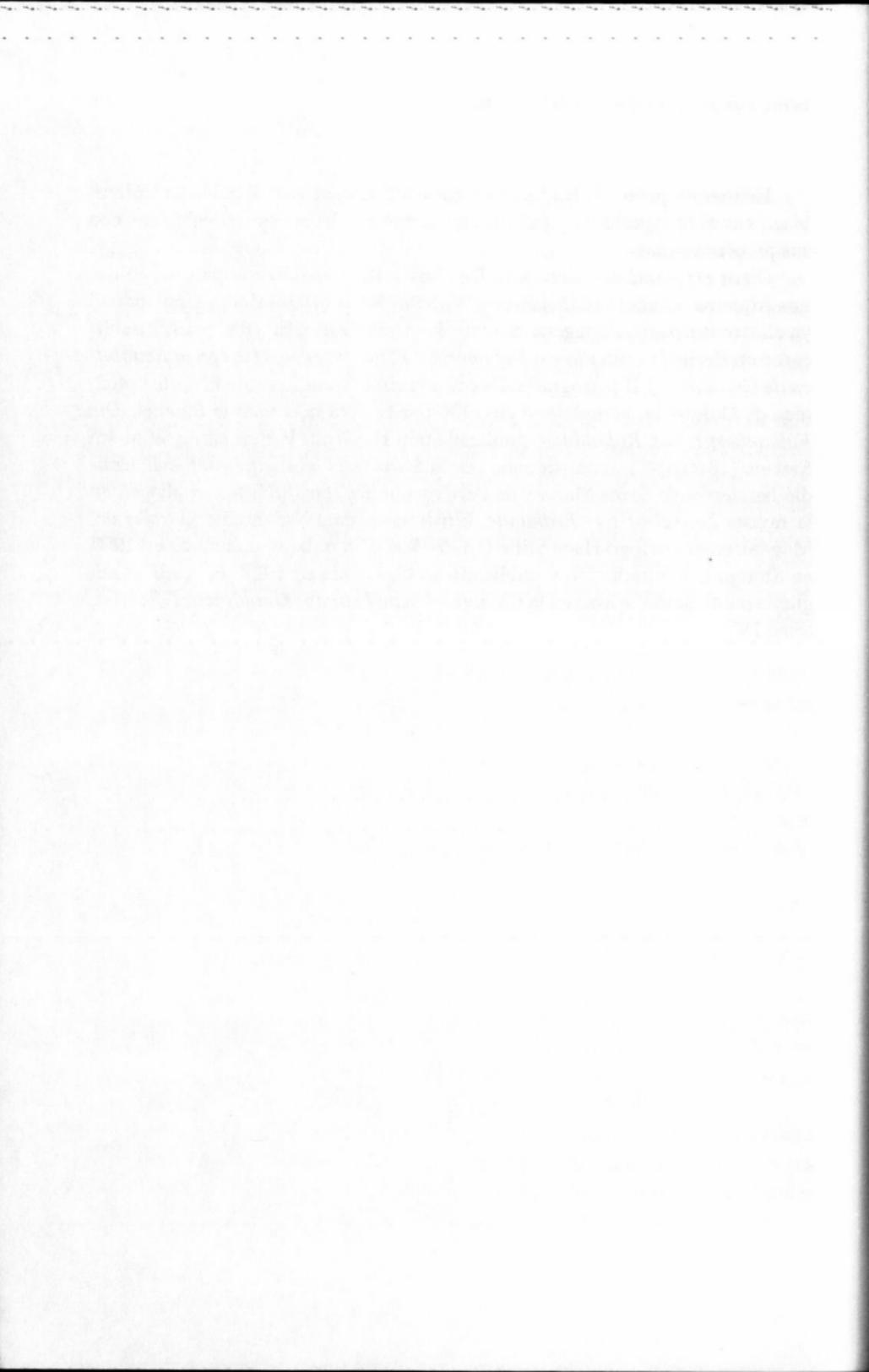
Las exploraciones de Hettner tuvieron lugar entre 1882 y 1884. A su regreso a Alemania publicó su gran obra, *La Cordillera de Bogotá*, en alemán, en 1892, obra que fue traducida por Ernesto Guhl y publicada, en 1966, por el Banco de la República.

Quizá el hecho de que *La Cordillera de Bogotá* haya sido considerada básicamente como una obra geográfica haya disminuido el crédito que se debe a Hettner por su contribución geológica. Esta contribución es notable pues se trata de la estratigrafía de la cordillera Oriental y del valle del Magdalena.

Hettner definió las formaciones terciarias (Honda y Guaduas) y cretáceas (Guadalupe y Villeta) y su posición estratigráfica, así como otras formaciones más antiguas. Las definiciones y las estratigrafías de Hettner son utilizadas actualmente por los geólogos colombianos.

Hettner no parece haber tenido lazos institucionales u oficiales en Colombia, y sus investigaciones y publicaciones parecen haber sido financiadas con sus propios fondos.

Otros exploradores alemanes. De 1867 a 1868 visitaron el país los geólogos Alphons Stuebel (1835-1904) y Wilhelm Reiss (1838-1908), siguiendo el ya clásico itinerario Cartagena-Santafé-Popayán-Quito. En 1889 y 1892 publicaron en Berlín la obra *Viaje a Suramérica; Estudios geológicos en la República de Colombia*, I-II petrografía. Es este el primer estudio sobre la parte volcánica de Colombia, completado en 1906 por la obra póstuma de Stuebel, *Die Vulkanberge Von Kolumbien*, publicada por Th. Wolf. Por su parte, Wilhelm Sievers (1860-1921), comisionado por la Sociedad Geológica Alemana, estudió las sierras de Santa Marta y de Perijá y publicó, en 1888, sus resultados en la revista *Zeitschrift Fur Erdkunde*. Finalmente, en 1906 estudió el valle del Magdalena el geólogo Hans Stille (1876-1966). Su trabajo, publicado en 1907 en Stuttgart, fue traducido y publicado en Colombia en 1928. En 1938 la segunda publicación se hizo en la *Compilación de Estudios Geológicos Oficiales*, tomo IV.



Capítulo 3

LA ESCUELA DE MINAS DE MEDELLIN. LOS PIONEROS: 1887-1917

A finales del siglo XIX termina un período de exploraciones extranjeras y se inicia un proceso de desarrollo nacional de las ciencias geológicas con la creación de un instituto de enseñanza y de investigaciones geológico-mineras, la Escuela de Minas de Medellín. Los principios son difíciles y los resultados en términos de cantidad son poco significativos, aunque sí lo son en calidad. El personal también es escaso. En resumen, es la época de los pioneros colombianos, que va a desembocar en un verdadero desarrollo autóctono desde el punto de vista institucional a partir de 1917.

LA ESCUELA NACIONAL DE MINAS

Si alguna institución ha sido fundamental para el desarrollo de la ciencia en Colombia, esa es la Escuela Nacional de Minas de Medellín, hasta tal punto que puede decirse que fue durante por lo menos medio siglo el principal y casi único motor institucional de la ciencia colombiana, en casi todas sus disciplinas.

La necesidad de crear un instituto de enseñanza de minería, química y ramas afines, en una zona esencialmente minera como lo era Antioquia, se planteó desde principios de la República. Se podría decir incluso que esa necesidad se manifestó durante la Expedición Botánica, pues la provincia de Antioquia ya en esa época solicitó a la Expedición el envío de un director de minas, cargo

para el cual se propuso al francés Louis Lanneret, relojero de profesión pero formado por Mutis como minero.

En 1833 el gobierno provincial votó un impuesto sobre el oro fundido, para el sostenimiento de la enseñanza de la química y la mineralogía en el Colegio Académico de Medellín. El gobernador Aranzazu envió ese mismo año un mensaje a la Cámara provincial, en el cual insistía en la necesidad de traer un profesor de química y mineralogía para crear una cátedra de estas disciplinas, necesidad tanto más apremiante por cuanto ya existía en Antioquia una Sociedad de Minas desde 1826. En 1835 el gobernador Aranzazu anunciaba a la Cámara que ya se había solicitado a París el envío del catedrático, el cual llegó en 1837. Se trataba del profesor Luciano Brugnely, quien dio, hasta 1840, clases de química y mineralogía con muy buen éxito en Medellín. En los años siguientes se dictaron esporádicamente cursos en esas materias: Francisco Flórez Domonde, en el Colegio Provincial; Pedro Herrán y Carlos Fisanne, en la Universidad de Antioquia.

El 20 de noviembre de 1886 el Congreso vota la Ley 60 que autoriza al gobierno para fundar dos escuelas de minas, una en el departamento de Antioquia y la otra en Ibagué. Poco o nada se sabe sobre el proyecto de Ibagué; muy probablemente esta escuela ni siquiera llegó a fundarse. En cuanto a la de Antioquia, una vez escogida Medellín como sede, se procedió a la organización y se iniciaron actividades el 11 de abril de 1877 con 22 alumnos. Los primeros pasos fueron bastante difíciles por muchas razones; las actividades debieron suspenderse en varias ocasiones. Sin embargo, la escuela parece tomar un impulso decisivo desde los primeros años del siglo bajo la influencia de don Tulio Ospina, quien será su principal guía durante muchos años. En 1906 la escuela entra a formar parte de la Universidad de Antioquia; recobra su independencia en 1911, hasta 1940 cuando con el nombre de Facultad Nacional de Minas fue adscrita a la Universidad Nacional. De 1939 data la construcción de la sede del barrio Robledo.

Desde su fundación, la Escuela de Minas funciona como una 'escuela de ingeniería, sin que su inclinación por los asuntos de geología y minas deje de ser acentuada, en lo cual hay que ver la decisiva influencia de don Tulio Ospina. De las 159 tesis de grado presentadas entre 1893 y 1937, cuya lista fue publicada por García J. C. (1937), 25 tratan problemas geológicos:

Carlos Cock	Geología del Zancudo	1893
Alonso Robledo	Sobre Código de Minas	1893
Alejandro López	El Túnel de la Quiebra	1908

Luis F. Osorio	Texto de mineralogía y geología	1908
Alejandro Londoño	Minas de carbón	1910
Mariano Ospina P.	Aluviones del río Porce	1912
Roberto L. Restrepo	Explotaciones mineras	1912
Alfonso Sarria	Taludes y movimiento de tierras	1924
Francisco A. Vargas	Concentración mecánica de minerales	1925
Carlos Drews	Génesis de los depósitos minerales	1925
Ricardo Wills Martínez	Aluviones en general	1925
Jorge Ospina	Montaje y explotación de una mina de aluvión	1928
José M. Castro	Geología de la Guajira Agrimensura legal en Colombia	1929
Alberto Villegas	Exploración, explotación y usos del platino	1929
José María Rendón	Industria de sales y salinas de Guaca	1930
José Llorente Cortés	Principales explosivos y su aplicación en el movimiento de tierras	1931
Jorge Mondragón C.	Apuntes sobre carbón	1932
Antonio Durán	Análisis petrográfico y químico de las rocas de Antioquia	1933
Julián Posada	Tratado de microscopía y rocas de Colombia analizadas al microscopio	1933
Julio Bastidas	Riqueza mineral de Nariño	1934
Rafael Lince	Análisis y purificación de aguas	1935
Gerardo Botero	Bosquejo de paleontología colombiana	1936
Luis Bernal	Estudio sobre carbones de Antioquia	1936
Juan Berdugo	Aguas subterráneas	1936
Gilberto Botero	Molinos para trituración de minerales	1937

Como profesores de geología y ramas afines en los primeros cincuenta años, fuera de don Tulio Ospina, merecen señalarse Juan de la Cruz Posada y el geólogo alemán Roberto Wokittel, de quien se hablará más adelante, profesor de la escuela entre 1926 y 1937.

A partir de los años cuarenta la escuela continuó la tradición de sus primeros años en estudios de geología, con un selecto grupo de investigadores encabezados por el profesor Gerardo Botero Arango.

LOS PIONEROS

Tulio Ospina (1857-1921). En el panorama de finales del siglo XIX y principios del siglo XX se destaca como primerísima figura don Tulio Ospina, con una contribución tan importante que hay quienes no vacilan en afirmar que dio con la clave de la geología de los Andes colombianos (Radelli, 1967, Hubach, 1957).

Don Tulio Ospina estudió ingeniería de minas en la Universidad de California, en compañía de su hermano Pedro Nel. De regreso a Colombia, los dos hermanos abrieron en 1881 un laboratorio químico. Fundada la Escuela de Minas, fueron, sucesivamente, primero y segundo rector. En el mismo establecimiento don Tulio fue también durante muchos años profesor de geología. Fue rector de la Universidad de Antioquia, cargo que dejó en 1911 para tomar nuevamente la rectoría de la Escuela de Minas, hasta su muerte, sucedida en Panamá en 1921. Este período fue el del verdadero y definitivo desarrollo de la escuela.

La obra geológica de don Tulio Ospina fue de poca extensión pero de alto contenido. En el Congreso Científico Panamericano, en Washington, presentó una memoria sobre la geología de Colombia, documento que fue la base para su obra magistral, la *Reseña de la geología de Colombia, especialmente de Antioquia*, publicada en Medellín en 1911. En este trabajo se definen las grandes provincias de Colombia, así como los principales rasgos estructurales, y se da una acertada interpretación de los Andes, base para las investigaciones posteriores, particularmente las de Scheibe.

Juan de la Cruz Posada (1869-1964). Egresado de la Escuela Nacional de Minas, primera promoción, se especializó en la Universidad de Berkeley, California, en la rama de mineralogía. De regreso a Colombia dirigió varias explotaciones mineras, principalmente la de El Zancudo. Ocupó cargos en diferentes empresas oficiales como Ferrocarriles Nacionales, Empresas de Energía Eléctrica y otras. Fue catedrático en varias universidades, y decano de la Facultad de Minas. Como ingeniero, fue autor de importantes obras en Medellín: acueducto,

plaza de ferias, planta eléctrica y telefónica, ferrocarril Medellín-Puerto Berrío. En geología fue autor de obras diversas, principalmente de un tratado de petrografía y de un importante estudio titulado "Bosquejo Geológico de Antioquia", publicado en 1936 en los *Anales de la Escuela Nacional de Minas*.

Los pioneros de la escuela bogotana. La actividad geológica en Bogotá fue reducida entre 1887 y 1917, si se compara con la de Antioquia. Puede señalarse, sin embargo, a Fortunato Pereira Gamba (1886-1936), ingeniero de minas, quien trabajó esencialmente en el campo de los recursos mineros. Su principal estudio es *Riqueza mineral de la República de Colombia*, publicado en Bogotá en 1901, al cual hay que añadir diversos artículos aparecidos en los *Anales de Ingeniería*. También hay que mencionar al español Miguel Gutiérrez (1883-1925), profesor del Colegio de San Bartolomé, quien hizo diversas investigaciones sobre las rocas sedimentarias de la cordillera Oriental y los yacimientos de esmeraldas.

Capítulo 4

PRIMER DESARROLLO INSTITUCIONAL DE LAS CIENCIAS GEOLOGICAS. LA COMISION CIENTIFICA NACIONAL: 1917-1940

El período 1917-1940, enmarcado por dos grandes acontecimientos —el nacimiento de la Comisión Científica Nacional y la creación del Ministerio de Minas—, ve florecer el primer desarrollo institucional de la geología en Colombia. Los resultados obtenidos hasta ese momento habían sido obra de individuos o de pequeños grupos aislados, en otros términos, de pioneros. El nacimiento de un Servicio Geológico Nacional, la Comisión Científica en este caso, es, en cambio, un acontecimiento de gran importancia para las ciencias de la tierra en cualquier país: el Estado toma en manos el conocimiento del subsuelo y la explotación de sus recursos mineros. En el caso de Colombia hay que agregar el hecho de que la Comisión se crea con hombres que, como se verá más adelante, poseen gran valor científico y constituyen una garantía para la permanencia y el desarrollo de la institución.

La Comisión Científica Nacional tendrá una importancia considerable en el desarrollo industrial del país. Ella hará los estudios fundamentales para el progreso de la industria del carbón, el nacimiento y el desarrollo de la industria hidroeléctrica, la exploración del petróleo, la extensión de la red de comunicaciones: ferrovías y carreteras, y muchos otros.

No menos importante será la obra de la Comisión desde un punto de vista puramente académico, pues las investigaciones de geólogos como Emil Grosse y Enrique Hubach conservan aún en la actualidad toda su vigencia científica.



LA COMISION CIENTIFICA NACIONAL

Curiosamente, esta importante institución parece haber tenido pocos antecedentes. Se podría pensar que su necesidad se planteó realmente con el nacimiento de la industria del petróleo, pero, aunque no se puede descartar completamente esta hipótesis, el análisis de sus trabajos revela que la preocupación mayor de la época, en cuanto a minería, era la del carbón y el oro, es decir, una pequeña minería artesanal. También hay que anotar que ya las vías de comunicación, ferrovías y carreteras, plantean a los ingenieros serios problemas geológicos. Por otra parte resulta sorprendente constatar en los primeros trabajos de la Comisión una verdadera inquietud investigativa, uno de cuyos mejores ejemplos es el estudio de Scheibe titulado *Geología del Sur de Antioquia*, trabajo de alto nivel científico y sin ninguna aplicación directa a la minería.

La Comisión es creada por la Ley 83 de 1916 e inicia sus actividades en abril de 1917. Como es de suponerse, los primeros años son relativamente difíciles, principalmente por falta de personal. El primer director es el geólogo alemán Robert Scheibe, quien ocupa este cargo, con una interrupción de un año, hasta su muerte en 1923. Viene un receso en los trabajos hasta 1924 cuando se contrata a los geólogos Otto Stutzer y Ernest Scheibe, quienes permanecen hasta 1926. Nueva interrupción hasta 1927 y las labores se reanudan bajo la dirección de Emil Grosse hasta 1931. La época de Emil Grosse es de intensa actividad. La Comisión cuenta con tres divisiones: geología general, zonas carboníferas y evolución de cuencas petrolíferas. A partir de 1931 y hasta 1934, se encarga de la Comisión Enrique Hubach, geólogo chileno-alemán llegado a Colombia en 1924 al servicio del Ministerio de Industrias, División de Minas y Petróleos. Al retirarse Enrique Hubach la Comisión sigue funcionando pero con reducido personal, hasta 1940, cuando se crea el Servicio Geológico Nacional.

ROBERT SCHEIBE (1859-1923)

Personalidad importante en la historia de las investigaciones geológicas en Colombia, el geólogo alemán Robert Scheibe llegó al país en 1914, contratado por una empresa minera particular para el estudio de las minas de esmeraldas. Nació en Gera el 29 de septiembre de 1859, y había adelantado estudios de geología en Halle, Fena y Gotinga, culminados en 1882 con una tesis en cristalografía. Fue profesor, geólogo del Servicio Geológico Alemán, y miembro de la Academia de Minas de Berlín; antes de venir a Colombia hizo diversos viajes a Rusia, Turquía

y Africa. A partir de 1914 realizó diversos estudios sobre las minas de esmeraldas de Chivor y de Muzo. Sobre estas últimas publicó en la *Compilación de Estudios Geológicos Oficiales* el resultado de sus estudios de 1914 a 1916, bajo el título de "Informe geológico sobre la mina de esmeraldas de Muzo". Es esta la primera gran investigación científica sobre las esmeraldas colombianas, precedida solamente por los estudios de D'Elhúyar (1786) y por el sorprendente trabajo de Miguel Gutiérrez (1913), sorprendente pues es casi completamente desconocido y de buena calidad, aunque no del alcance del trabajo de Scheibe.

A partir de 1917 Scheibe pasa a dirigir la recién fundada Comisión Científica Nacional, al mismo tiempo que es profesor honorario de la Universidad Nacional. Regresa a Alemania en 1921 para ser profesor de la Universidad Técnica de Berlín y en 1922 está de nuevo en Colombia, donde sigue adelantando sus investigaciones, a la cabeza de la Comisión, hasta el 3 de marzo de 1923, fecha en que muere a causa de una enfermedad contraída en una de sus comisiones en la zona del Magdalena. Es enterrado con honores oficiales en el cementerio alemán de Bogotá.

La obra de Robert Scheibe fue fundamental para el progreso de la geología de Colombia. Sus conceptos siguen la línea de don Tulio Ospina, y son expresados principalmente en su más importante trabajo, "Geología del Sur de Antioquia", publicado en el Tomo I de la *Compilación de Estudios Geológicos* (1933). Es este el primer estudio detallado, con un mapa, de una provincia geológica colombiana, de gran valor por su contribución estratigráfica. Fuera de los estudios citados, Scheibe realizó un gran número de trabajos de menor extensión, unos de carácter económico, relacionados con depósitos de carbón, sal y oro, otros de investigación básica, principalmente sobre la cordillera Oriental. Desafortunadamente la muerte lo sorprende sin haber publicado parte de sus resultados, los cuales serán dados a la luz por su hijo y sucesor en el cargo de director de la Comisión, Ernesto Scheibe.

EMIL GROSSE

Especial mención entre las investigaciones geológicas colombianas merece la obra de Emil Grosse, de relativa poca extensión pero de altísima calidad.

Emil Grosse fue traído a Colombia por Robert Scheibe, quien había sido su maestro en Alemania, en la Escuela Técnica de Charlottenburgo. Grosse había continuado sus estudios en la Universidad de Berlín, en ingeniería de minas. Cuando llegó a Colombia en 1920, fue contratado por el Ferrocarril de

Antioquia para realizar estudios sobre el carbón de ese departamento. Resultado de sus investigaciones, de 1920 a 1923, es la monumental obra *El Terciario Carbonífero de Antioquia*, publicada en 1926 en Berlín, en castellano y en alemán, obra modelo de investigación geológica, no superada hasta ahora.

De 1927 a 1931 Grosse fue director de la Comisión Científica Nacional. Durante este periodo realizó importantes trabajos, entre los cuales sobresale el informe titulado "Acerca de la Geología del Sur de Colombia, Patía y Nariño". En 1937 fue llamado a Alemania a ocupar un alto cargo en el Servicio Geológico. A partir de entonces se pierde su huella, aunque existen indicaciones según las cuales después de la guerra trabajó en Brasil.

La obra de Grosse es un aporte fundamental al conocimiento geológico de los Andes colombianos. Entre sus publicaciones hay algunas consagradas a aspectos económicos, relacionadas principalmente con carbón, y otras, las más importantes, son estudios básicos de geología con algunos aspectos económicos, una de ellas (*El Terciario Carbonífero de Antioquia*) enfocada también hacia las reservas carboníferas.

Sin duda alguna *El Terciario Carbonífero de Antioquia* es el más valioso trabajo de Grosse sobre Colombia. Verdadera joya bibliográfica desde todo punto de vista: contenido científico, calidad de la edición (mapas, fotografías, impresión), originalidad y rareza, esta obra presenta por primera vez un mapa geológico detallado, escala 1:50.000, cubriendo una vasta zona, 2.500 km². En ella se definen criterios fundamentales en la estratigrafía del terciario, así como rasgos tectónicos (falla de Romeral, por ejemplo), con tan buen acierto que son aún utilizados por los geólogos colombianos.

Otras dos publicaciones de Grosse merecen ser destacadas y son las tituladas "Acerca de la Geología del Sur de Colombia, I Huila y Alto Caquetá, II Patía y Nariño". Aparecieron en el Tomo III de la *Compilación de Estudios Geológicos Oficiales*. Ambas son notables por sus observaciones estratigráficas, petrográficas, tectónicas y otras, pero la segunda lo es también por su bien logrado mapa geológico escala 1:250.000, que cubre una vasta e importante región del suroccidente colombiano.

RICARDO LLERAS CODAZZI (1869-1904)

Unico geólogo colombiano de la Comisión Científica Nacional, Ricardo Lleras Codazzi había estudiado en la Escuela de Minas de Medellín. Ocupó cargos diversos en la industria química y en la minería hasta principios del siglo, época

en que fue miembro de la Comisión de Límites con Venezuela. Fue director del Laboratorio de Toxicología, fundador del de Merciológica, y luego miembro de la Comisión Científica Nacional de la cual llegó a ser subdirector. Posteriormente pasó a la sección minas del Ministerio de Industrias. Se destacó en el campo de la enseñanza en varias instituciones, principalmente en la Universidad Nacional en la cual trabajó durante largos años, dictando clases de geología, mineralogía y química.

Lleras Codazzi fue ante todo mineralogista y petrógrafo. Escribió numerosos tratados y describió diversas especies minerales, una de las cuales, la viterbita, resultó ser completamente nueva. Se interesó en la teoría de Wegener (deriva continental), muy nueva y debatida en su época, hoy totalmente aceptada. En el Tomo I de la *Compilación* aparecieron sus trabajos de la época de la Comisión Científica Nacional, de los cuales el más notable es el llamado "Informe relativo a las regiones de Borzalosa y Guavinal, Cundinamarca", donde define algunos pisos estratigráficos. Muy reveladora del alto nivel científico de Lleras Codazzi, es su obra *Introducción al estudio de los minerales de Colombia*, publicada en 1903.

OTTO STUTZER (1881-1936)

Stutzer reemplazó a Scheibe en la dirección de la Comisión Nacional, y ocupó este cargo desde 1923 hasta 1926. Cumplido su contrato regresó a Alemania, donde publicó sus trabajos en la revista *Neues Jahr für Mineralogie und Geologie*, de 1923 a 1928. En el Tomo II de la *Compilación* se recogieron los principales, traducidos al castellano. Merecen señalarse la "Contribución a la Geología del Foso Cauca-Patía" y la "Contribución a la Geología de la península de la Guajira".

ERNEST SCHEIBE

Sucesor de su padre, Robert Scheibe, en la Comisión Científica Nacional, Ernest Scheibe trabajó en Colombia entre 1924 y 1926. Además de diversos trabajos de geología económica, se le debe una importante investigación que terminó en Alemania con la colaboración de varios especialistas, y que publicó en Berlín en 1937 y 1938 con el título de *Estudios Geológicos sobre la Cordillera Oriental*. En el Tomo II de la *Compilación de Estudios Geológicos* aparecieron sus trabajos de geología económica arriba mencionados.

LOS ESTUDIOS GEOLOGICOS OFICIALES (1933-1960)

En 1933, por disposición del Ministerio de Industrias y bajo la dirección del ingeniero J.A. Perry, jefe de la sección técnica del Departamento de Minas y Petróleos, y del geólogo Enrique Hubach, director de la Comisión Científica, nace la primera publicación regular sobre investigaciones geológicas con el título de *Compilación de los Estudios Geológicos Oficiales en Colombia*. Hasta ese momento la mayoría de los trabajos se habían publicado en el exterior, en diferentes lenguas y con poca difusión en Colombia, y muchos habían quedado inéditos.

La *Compilación* funciona como una publicación más o menos regular, y llega a completar diez volúmenes hasta 1960, año en que desaparece. A partir de entonces su función es llenada por el *Boletín Geológico*, del Servicio Geológico Nacional, publicación que existe ya desde 1953.

Es indudable que la *Compilación* es una de las obras más valiosas de la geología colombiana, no sólo desde el punto de vista puramente académico (muchos de sus artículos conservan aún plena validez) sino como instrumento de recolección y de difusión de información. También tiene un gran valor histórico puesto que recoge toda una época, de alta calidad, de investigaciones geológicas. A los méritos anteriores hay que añadir la excelente calidad de la edición.

Los cuatro primeros volúmenes de la *Compilación*, publicados entre 1933 y 1938, presentan los trabajos de la Comisión Científica desde su fundación hasta 1933, así: Tomo I informes de R. Scheibe, Tomo II de Otto Stutzer y Ernest Scheibe, Tomo III de Emil Grosse, y Tomo IV de Emil Grosse, F. Weiske y H. Stille. El Tomo V (1942) contiene principalmente trabajos de Royo y Gómez, con algunos de E. Reymond, R. Sarmiento, V. Oppenheim, y F. Wallace. En el Tomo VI (1945) hay informes de E. Hubach, B. Alvarado, V. Suárez, J. Royo y Gómez, A. del Río, G. Botero, E. Reymond, V. Mutis, F. Wallace y A. Clark, geólogos del Servicio Geológico Nacional con excepción del último. Cabe destacarse en este volumen un corto trabajo de Hubach y Alvarado que hará historia en la geología colombiana, el titulado "La Altiplanicie de Paletará (Departamento del Cauca)". El Tomo VII (1947) contiene informes de geología económica esencialmente, de diversos geólogos del Servicio, lo mismo que el Tomo VIII (1950). El Tomo IX (1960) consta de una bibliografía de los informes del Instituto Geológico Nacional, y el Tomo X (1960) contiene los trabajos de R. Wokittel.

Capítulo 5

EL DESARROLLO DEFINITIVO DE LAS CIENCIAS GEOLOGICAS. EL SERVICIO GEOLOGICO NACIONAL: 1940-1969

En la década de los años cuarenta aparecen nuevas e importantes perspectivas para el desarrollo de la geología en Colombia, al extremo de poderse afirmar que el lapso constituye un punto crucial en el desarrollo de esta ciencia. Nos parece que tal situación obedece simultáneamente a factores externos e internos. Entre los primeros está, ante todo, obviamente, la situación mundial. La segunda guerra mundial ha interrumpido numerosas actividades y ha incrementado la demanda de materias primas minerales. Se ha perturbado igualmente el abastecimiento de ciertas materias primas que el país importa. Ante tales circunstancias se hace imperiosa la necesidad de emprender una intensa campaña de exploración minera en busca de las materias primas que escasean. Otro de los factores externos es el gran desarrollo mundial de la industria petrolera, la cual, para efectos de exploración, requiere buenos estudios geológicos básicos.

Los factores internos son diversos. La industrialización del país ha llegado al punto de necesitar nuevas materias primas minerales (azufre, asbesto) o un incremento de las ya explotadas (carbón, hierro). La misma industrialización exige grandes cantidades de energía eléctrica, con los necesarios estudios básicos que tal necesidad implica. También exigen estudios básicos las vías de comunicación. Finalmente, la llegada a Colombia de científicos extranjeros de gran valor como Enrique Hubach y Hans Burgl, y el regreso de colombianos

especializados en el exterior como Benjamín Alvarado, no son hechos extraños al desarrollo de la geología en el país.

Hechos sobresalientes de este período son: la creación del Ministerio de Minas y del Servicio Geológico Nacional, el nacimiento de la carrera geológica en la Universidad Nacional de Bogotá y en la Universidad Industrial de Santander, y la fundación de Ecopetrol y del Instituto Geofísico de los Andes Colombianos.

EL MINISTERIO DE MINAS Y PETROLEOS

En 1905 el presidente Rafael Reyes dicta el decreto legislativo 34 por el cual otorga las primeras concesiones para la explotación del petróleo en Colombia, la Concesión Mares (Barrancabermeja) y la Concesión Barco (Catatumbo). Así se da el primer paso para el desarrollo de una industria de gran importancia para el país, que va a contribuir a dar a las ciencias geológicas un papel de primer plano en el desarrollo nacional. Recordemos, como nota anecdótica, que al nacer la industria petrolera en los Estados Unidos se menospreció el papel de la geología en la búsqueda y explotación del petróleo, ¡llegando algunos a afirmar que la mejor manera de no encontrar petróleo era contratar a un geólogo! Bien diferentes son las cosas al iniciarse el siglo XX.

Ya en los años treinta, con el continuo crecimiento de la industria del petróleo se empieza a sentir la necesidad de crear un ministerio que se encargue de ese ramo, hasta ese momento a cargo del Ministerio de Industrias. Para ese entonces ya varias grandes compañías petroleras venían explotando el petróleo y explorando en busca de nuevos yacimientos, principalmente la Tropical Oil, dueña de la concesión Mares, cuya explotación se había iniciado en 1916.

El Ministerio de Minas y Petróleos fue creado en 1940 por el gobierno nacional, para trazar políticas en la explotación de recursos mineros y petroleros y para explorar en busca de nuevos recursos. En el primer aspecto empezó por actualizar la antigua legislación de minas (Ley 37 de 1887) y el código de petróleos (Ley 37 de 1931). El código de Minas fue modificado sucesivamente en 1947 (Decreto 805), 1952 (Decreto 2514), 1967 (Ley 60) y 1969 (Ley 20). El de petróleos, en 1961 (Ley 10). En cuanto a la exploración de recursos, se confió esta tarea al Servicio Geológico Nacional, institución adscrita al ministerio y creada al mismo tiempo que éste.

EL SERVICIO GEOLOGICO NACIONAL (1940-1953, 1957-1968) Y EL INSTITUTO GEOLOGICO NACIONAL (1953-1957)

Al crearse en 1940 el Ministerio de Minas y Petróleos se reemplaza la Comisión Científica Nacional por una nueva institución, el Servicio Geológico Nacional. Si los últimos años de la Comisión fueron difíciles por falta de personal, los años cuarenta coinciden con el regreso al país de varios geólogos que cursaban especializaciones en el exterior. De otro lado las necesidades mundiales y nacionales, motivadas en buena parte por la segunda guerra mundial, impulsan una importante fase de exploración cuyos resultados no se hacen esperar: hierro (Paz de Río), carbón, calizas, etcétera.

Las tareas encomendadas al Servicio fueron principalmente levantar el mapa geológico del país, evaluar el potencial minero conocido y explorar en busca de nuevos depósitos. El primer director e impulsor del Servicio fue el geólogo Benjamín Alvarado.

El Servicio empezó a funcionar con diferentes secciones: cartografía, geología económica, aguas subterráneas, ingeniería geológica, paleontología, estratigrafía, petrografía, biblioteca y museo. La década 1940-1950 corresponde a un necesario e importante período de desarrollo incipiente bajo la dirección de Benjamín Alvarado, Alejandro del Río, Roberto Sarmiento Soto y Vicente Suárez Hoyos, el cual desemboca en los años cincuenta con la llegada a la dirección del doctor Enrique Hubach, en el período que se podría llamar la edad de oro del Servicio Geológico, hasta principios de los años sesenta aproximadamente. Enrique Hubach, director de 1950 a 1957, hace del Servicio una institución moderna de investigaciones geológico-mineras, la cual, sin descuidar la exploración de recursos minerales, sienta las bases científicas modernas para el estudio del subsuelo colombiano y emprende gran número de investigaciones fundamentales sobre la cadena andina de Colombia. Uno de los grandes méritos de Hubach es el de haber traído a Colombia toda una serie de investigadores europeos de alto nivel científico, quienes no solamente hicieron aportes valiosos al conocimiento de nuestra geología, sino que hicieron verdaderamente escuela entre los geólogos colombianos. Se destacan entre ellos H. Burgl, estratígrafo y paleontólogo, Th. van der Hammen, palinólogo, W. Nelson, petrógrafo, y H. C. Raasveldt, fotogeólogo.

Entre 1953 y 1957 el Servicio tomó el nombre de Instituto Geológico, por Decreto 0738. Se le unieron la Planta Metalúrgica de Medellín y los Laboratorios de Fomento Minero de Pasto e Ibagué, pero sus labores investigativas siguieron siendo las mismas. En esta época se inició la publicación del *Boletín Geológico*, importante revista científica que sigue apareciendo en la actualidad.

Reorganizado el Instituto en 1957 nuevamente con el nombre de Servicio Geológico Nacional, bajo la dirección de Benjamín Alvarado, continuó sus labores, ya con el apoyo valioso del Departamento de Geociencias de la Universidad Nacional, creado en 1956. De esta época data la construcción de la sede, actual edificio de Ingeominas.

A partir de 1963 el Servicio trabaja paralelamente con el Inventario Minero hasta 1969, cuando los dos institutos se unen para formar, con el Laboratorio Químico Nacional, el Instituto Nacional de Investigaciones Geológico Mineras, Ingeominas.

Enrique Hubach (1894-1968). En la historia de las investigaciones geológicas en Colombia el nombre de Enrique Hubach debe colocarse en un sitio de honor. Fue científico de vastísimos conocimientos, investigador, explorador, maestro, administrador y hasta filósofo de la ciencia. Trabajador incansable, sus informes son tantos que se desconoce su número exacto, en parte porque la mayoría quedaron inéditos. En su obra cubrió gran parte del territorio nacional, enfocando diversos aspectos de la geología, principalmente los relacionados con la estratigrafía, la geología económica y la ingeniería geológica.

Enrique Hubach nació el 25 de enero de 1894 en Osorno, Chile. Fueron sus padres don Conrad Hubach y doña Marta Eggers, ciudadanos alemanes. Después de estudios primarios en Osorno, adelantó los secundarios en Kassel (Prusia Oriental) y los de geología en la Universidad de Berlín.

En 1922 el gobierno colombiano solicitó al gobierno alemán un geólogo para su Ministerio de Industrias, y escogido Enrique Hubach, empezó a trabajar en la División de Minas y Petróleos del Ministerio. Sus primeros años fueron dedicados a exploraciones petroleras en las regiones del Catatumbo, Urabá, Chocó, Cauca y Valle principalmente, y a diversos estudios sobre la cordillera Oriental (carbón, deslizamientos). De 1931 a 1934 fue director de la Comisión Científica Nacional. En 1936 una mordedura de serpiente lo obligó a disminuir sus actividades de campo y entonces se dedicó a la docencia en la Universidad Nacional hasta 1938, cuando pasa a trabajar en la Shell Oil, como geólogo jefe.

En 1943 Enrique Hubach contrae matrimonio con la señorita Josefina Valencia, hija del maestro Guillermo Valencia. Esta unión lo vincula definitivamente al suroccidente colombiano, región en que vivirá prácticamente hasta el final de su vida. En 1946 y 1947 es profesor de la Universidad del Cauca y hasta 1950 vive en Popayán, dedicado a actividades privadas. De 1950 a 1957 ocupa la dirección del Servicio Geológico Nacional, después de lo cual regresa a vivir en Popayán, donde muere el 13 de septiembre de 1968.

La obra de Hubach se caracteriza por su prodigiosa extensión, la variedad de los temas y el alto nivel de rigor científico. En la bibliografía de los informes del Servicio Geológico Nacional, hasta 1960, aparecen 170 informes de Enrique Hubach como autor único y 39 como primer autor. Los más importantes fueron publicados en la *Compilación de Estudios Geológicos Oficiales*. Hay que añadir a lo anterior los trabajos publicados en el *Boletín de Minas y Petróleos*, los trabajos hechos para la Shell y una serie de notas no publicadas, dejadas en manos de sus familiares.

La obra científica de Hubach amerita una investigación detallada. Es necesario recopilar los informes dispersos, publicados y no publicados, evaluar las notas y seleccionar las que hagan nuevos aportes, y finalmente hacer una publicación de toda su obra. Entre tanto, sólo es posible hacer un somero análisis de los trabajos publicados por el Servicio Geológico, o archivados en su biblioteca, la actual biblioteca de Ingeominas, y los publicados en las revistas más importantes.

En el fichero de la biblioteca de Ingeominas aparecen los trabajos publicados en revistas; su número es de cuarenta y uno. Dada la importancia de la biblioteca deducimos que se trata de la mayoría de los trabajos publicados de Hubach. En la *Compilación de Estudios Geológicos Oficiales* aparecen trabajos de investigación geológica básica, con algunos de geología económica. De igual género son los trabajos publicados en el *Boletín Geológico*. El *Boletín de Minas y Petróleos* contiene, por su parte, trabajos de exploración minera y relacionados con los problemas de ingeniería, y finalmente algunos aparecen en revistas especializadas, por ejemplo estudios sobre suelos en la *Revista de Ciencias del Suelo*, o estudios de carácter histórico en el *Boletín de Historia y Antigüedades*. Vale la pena resaltar entre los trabajos publicados los principales en las áreas de investigación básica del subsuelo colombiano, de exploración de depósitos minerales, de problemas de minería e ingeniería de importancia para el desarrollo del país, y los de carácter filosófico e histórico.

Los estudios de investigación básica de Hubach son numerosos y todos de gran valor. Entre ellos hay, sin embargo, algunos de gran alcance, principalmente por ser obras de síntesis de grandes regiones geológicas de Colombia. Nos referimos al ya mencionado, "La Altiplanicie de Paletará, Departamento del Cauca", escrito con Benjamín Alvarado, publicado en la *Compilación de Estudios Geológicos Oficiales*, Tomo VI. En este corto trabajo se definen las grandes unidades geológicas del Occidente colombiano, unidades que son las actualmente utilizadas. Se mencionan allí por primera vez formaciones como la del Dagua, Diabasa y la del Cauca, y se correlacionan con las estudiadas en

otras regiones como Antioquia, o por otros autores como Grosse, Ospina y Scheibe. Otro trabajo de gran importancia académica es el de la "Estratigrafía de la Sabana de Bogotá y sus alrededores", donde se actualizan y se normalizan los conceptos conocidos hasta entonces y se da una columna estratigráfica más o menos definitiva para la Sabana de Bogotá. Este trabajo, publicado en el *Boletín Geológico* en 1957, es apenas una parte de un importante informe, probablemente el más valioso trabajo de Hubach, desafortunadamente inédito. Se trata del *Informe 1212* del Servicio Geológico, cuyo título es "Contribución a las Unidades Estratigráficas de Colombia". Finalmente, entre las investigaciones de Hubach vale la pena mencionar un trabajo, pequeño en volumen pero de gran valor geológico, publicado en la *Compilación de Estudios Geológicos Oficiales*, Tomo VI, llamado "La Formación Cáqueza". En dos páginas Hubach describe la geología de esta región y añade un valioso perfil geológico que constituye una interpretación muy acertada de la cordillera Oriental.

Los trabajos de Hubach en el campo de la exploración de recursos mineros son los más numerosos en toda su obra. Generalmente se trata de pequeños informes sobre problemas específicos, aun cuando hay algunos de síntesis, especialmente en cuanto a exploración del petróleo, por ejemplo las "Manifestaciones petrolíferas del Chocó" (*Boletín de Minas y Petróleos*, Tomo IV, 1930) o "Determinación y apreciación general de las áreas petrolíferas de Colombia" (*Boletín de Minas y Petróleos*, Tomo I, 1929). En otros campos se destacan: el "Estado actual de la exploración de fosfatos en Colombia" (*Boletín Geológico*, Vol. I, 1953) y la "Contribución al conocimiento de los carbones de la Cordillera Oriental" (*Compilación de Estudios Geológicos Oficiales*, Tomo II, 1933) y "Anotaciones sobre la estructura de la Cordillera Occidental y sobre el estudio del platino" (*Boletín de Minas y Petróleos*, Tomo IV, 1930). Sin embargo, la lista de ejemplos se haría interminable si quisiéramos citar uno de cada rama de la exploración. Bástenos decir que Hubach trabajó prácticamente en todos los campos de la exploración de minerales, incluyendo búsqueda de aguas y otros, y que en todos los campos hizo aportes de gran utilidad.

Uno de los mayores méritos de Enrique Hubach es haberse preocupado constantemente por el futuro desarrollo del país en aspectos como la industria petrolera, la energía hidroeléctrica, todos los campos mineros, y la construcción de vías de comunicación. Los ejemplos podrían también ser numerosísimos, pero basta citar algunos entre los más importantes: "Yacimientos de mineral de hierro de carbón y de caliza como base de la industria siderúrgica" (*Boletín Geológico*, Tomo I, 1953), "Apreciación de los proyectos de canal interoceánico por el Napipí y el Truandó, según puntos de vista geológicos" (*Boletín de Minas y Petró-*

leos, Tomo III, 1930), "Proyecto del río Teusacá destinado a abastecimiento de agua pura para Bogotá" (*Compilación de Estudios Geológicos Oficiales*, Tomo VII, 1946), y uno de gran valor cuyo mérito no ha sido aún reconocido, el llamado "Aspecto Geológico y Económico del yacimiento de carbón del Cerrejón, Departamento del Magdalena". Este informe, hecho para el Instituto de Fomento Industrial en mayo de 1947, es el primer estudio técnico sobre una zona minera de importancia vital para el país en la actualidad.

Vale la pena igualmente poner en evidencia dos trabajos de carácter histórico filosófico: "El influjo del ambiente científico en don Francisco José de Caldas y su trascendencia" (*Boletín de Historia y Antigüedades*, Vol. XLI, 1954) y "La obra geológica de don Tulio Ospina" (*Boletín de Historia y Antigüedades*, Vol. XLIV, 1957).

Hans Burgl (1907-1966). En 1951, cuando Enrique Hubach, entonces director del Servicio Geológico, sintió la necesidad de organizar y desarrollar el Departamento de Paleontología y Estratigrafía, se decidió a hacer venir a Colombia a un científico de gran valor y larga experiencia, el austríaco Hans Burgl.

Hans Burgl nació en Viena, ciudad donde adelantó estudios de geología bajo la dirección de un gran maestro de la época, el profesor Eduard Suess. Laureado doctor en geología y paleontología en 1933, empezó una carrera de casi veinte años en la industria petrolera, inicialmente con la Standard Oil (Egipto), y luego sucesivamente con la Kontinentale Erdolgesellschaft (Rumania), la Kohle Oil Union (Checoslovaquia), y de nuevo con la Standard Oil (Austria).

En el Servicio Geológico, Burgl empezó por organizar el Departamento de Estratigrafía, dividiéndolo en varias secciones: Paleontología, Petrología y Paleobotánica. También se desempeñó como profesor de geología en la Universidad Nacional, primero en el Instituto de Ciencias y posteriormente en el Departamento de Geociencias, creado en 1956. Entre estas dos actividades, la investigación y la docencia, dividió su tiempo hasta su muerte, sucedida en Bogotá en 1966.

Las investigaciones de Hans Burgl en Colombia cubrieron principalmente las áreas de la paleontología y la estratigrafía, aunque también se conocen algunas sobre yacimientos minerales, exploración minera, y otras. La gran mayoría de las publicadas lo fueron en el *Boletín Geológico*, aproximadamente en número de quince entre 1954 y 1967. Fue en otra publicación, la *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales*, donde apareció su obra maestra, en 1961, la "Historia Geológica de Colombia", síntesis magistral y aun no igualada en muchos aspectos de la geología de todo el territorio colombiano.

Entre las investigaciones básicas publicadas de Burgl se destacan, fuera de la ya mencionada, "Catálogo de las amonitas de Colombia, Parte I, Pulchellidae" (1956), "Biostratigrafía de la Sabana de Bogotá y alrededores" (1957) y "Sedimentación cíclica en Geosinclinal Cretáceo de la Cordillera Oriental de Colombia" (1959), todas publicadas en el *Boletín Geológico*.

En cuanto a las de geología económica, de las cuales casi ninguna ha sido publicada, mencionaremos: "El descubrimiento del petróleo en Tolú, Depto de Bolívar" (1954), "Condiciones Geológicas de las minas de esmeraldas de Muzo" (1955), publicada por Domínguez (1965), y "Recomendaciones respecto a la explotación de esmeraldas en Muzo y Coscuez" (1959).

Una parte de la obra de Burgl está aún inédita. Entre los informes del Servicio Geológico Nacional no publicados figuran unos veinticinco de Hans Burgl como autor único y siete como primer autor. Como en el caso de la de Enrique Hubach, esta obra merece ser recopilada, evaluada y publicada.

Roberto Wokittel (1893-1970). El geólogo alemán Roberto Wokittel desempeñó un papel importante en la geología en Colombia, primero como profesor de la Escuela de Minas, luego como geólogo del Servicio Geológico durante el período de Enrique Hubach.

Roberto Wokittel fue alumno de la Universidad Técnica de Berlín, en la cual se especializó en ingeniería de minas y beneficio de minerales (1923) para luego pasar a ser profesor de la misma universidad durante dos años, actividad que interrumpió para venir a Colombia como profesor de la Escuela de Minas. En esta institución se desempeñó hasta 1937, alternando sus labores con las de consultor del Ferrocarril de Antioquia. Regresó a Alemania, donde permaneció hasta 1949, y volvió a Colombia al servicio del Instituto de Fomento Industrial. A partir de 1952 pasó al Servicio Geológico como jefe de la sección de geología económica.

El campo de investigación de Roberto Wokittel fue casi exclusivamente el de la exploración y explotación de minerales, en el cual fue maestro de gran valor. Lo más importante de su obra es el Tomo X de la *Compilación de Estudios Geológicos Oficiales*, publicado en 1960 bajo el título de "Recursos minerales de Colombia". El estudio contiene un parte general, en la cual se plantean conceptos básicos sobre la estratigrafía de Colombia, y una parte especial, en la cual se tratan los minerales agrupados en minerales orgánicos, metálicos, metaloides, no metales, fertilizantes, piedras preciosas, piedras diversas, y aguas y energía eléctrica. Para cada mineral se dan datos sobre la situación nacional, yacimientos en Colombia, importaciones o exportaciones y mapa de localización. La obra es el primer ensayo de

inventario de recursos mineros, antecesora de *Recursos minerales de Colombia* que publicara Ingeominas en 1978.

José Royo y Gómez (1895-1961). Otro investigador que se destacó durante este período fue el geólogo español José Royo y Gómez, quien llegó a Colombia en 1939. Nació en Castellón de la Plana y estudió en la Universidad de Madrid, coronando su doctorado en ciencias naturales en 1921. Fue profesor de mineralogía y geología en el Museo de Ciencias Naturales de Madrid, jefe de las secciones de geología y paleontología del mismo, y de 1937 a 1939 director del Museo de Antropología, Etnografía y Prehistoria de Madrid. También fue vicepresidente de la Sociedad Geológica de Francia en 1927, y director general de minas de España en 1936 y 1937. Emigró a Colombia al terminar la guerra civil española, precisamente en el momento de la creación del Servicio Geológico Nacional, al cual se vinculó como jefe de la sección de paleontología y estratigrafía. Su gran obra en Colombia fue justamente la organización de la sección y la creación del Museo Geológico, motivo de orgullo de la geología colombiana aun en la actualidad. Royo y Gómez permaneció en Colombia hasta 1951, año en que fue llamado por la Universidad Central de Caracas para ocupar la cátedra de geología, cargo que desempeñó hasta su muerte, ocurrida en 1961.

La obra de Royo y Gómez en Colombia cubre principalmente el área de la paleontología y la estratigrafía. En este último campo se sitúan sus más valiosos aportes, entre los cuales mencionaremos los más importantes, tres a nuestro juicio. Royo y Gómez fue el primero en hacer precisiones biostratigráficas en los terrenos cretáceos de la cordillera Oriental. Sobre este tema su mejor trabajo es "Columnas estratigráficas de la Cordillera Oriental de Cundinamarca", publicado en el Informe del Ministerio de Minas al Congreso Nacional en 1942. En la *Revista de la Academia de Ciencias* apareció en 1946 un importante trabajo titulado "Los vertebrados del terciario continental colombiano", de gran valor en el aspecto estratigráfico. Finalmente, una de las mayores contribuciones de Royo y Gómez le ha sido, paradójicamente, desconocida oficialmente. Se trata del *Mapa Geológico de Colombia* escala 1:1.500.000, publicado con autoría del Servicio Geológico Nacional pero en realidad obra casi completamente suya. Hay que anotar que con este trabajo el Servicio Geológico obtuvo el premio Ricardo Lleras Codazzi.

En el campo de la paleontología vale la pena señalar algunos aportes de Royo y Gómez. En el volumen VI de la *Compilación de Estudios Geológicos Oficiales* fue publicado el trabajo "Fósiles carboníferos e infracretáceos del oriente de Cundinamarca", y en las *Actas Científicas de Venezuela* apareció, en 1953, "Fósiles del cretáceo inferior de Venezuela". En este último trabajo

hay numerosos datos importantes sobre Colombia, aunque el tema principal sea Venezuela.

Finalmente, Royo y Gómez hizo un valioso aporte en materia bibliográfica. Publicó en el Tomo VI de la *Compilación de Estudios Geológicos Oficiales* en 1945, la primera "Bibliografía Geológica Geográfica y minera de Colombia", bibliografía que fue completada en el Tomo VIII en 1950.

Otros investigadores del Servicio Geológico Nacional. La lista de los investigadores del Servicio Geológico Nacional se haría demasiado larga si quisiéramos citarlos a todos. Vale la pena, sin embargo, señalar a los más importantes y sus principales aportes.

Th. van der Hammen, especialista de la palinología, empezó a trabajar en Colombia en la época de Enrique Hubach y lo sigue haciendo en la actualidad desde la Universidad de Utrecht. La contribución de Van der Hammen ha sido decisiva para resolver grandes problemas estratigráficos del cretáceo y el terciario colombianos. Sus publicaciones son numerosísimas; una parte de ellas ha aparecido en el *Boletín Geológico*, revista que, dicho sea de paso, fue una de las primeras en el mundo en publicar sobre palinología. El aporte de Van der Hammen ha sido también fundamental para la arqueología colombiana.

H. W. Nelson, petrógrafo, hizo aportes de valor en el estudio de las rocas ígneas y metamórficas. Sus más conocidos trabajos son los cortes de la cordillera Central (Ibagué-Armenia) y de la cordillera Occidental (Cali-Buenaventura), publicados en el *Boletín Geológico*.

H. C. Raasveldt tuvo el mérito de introducir en el país las nuevas técnicas de la fotointerpretación geológica.

B. Alvarado es, ciertamente, la figura colombiana más notable en la geología durante este período. Colaboró con Hubach, y con él publicó importantes investigaciones: "La altiplanicie de Paletará", *Compilación de Estudios Geológicos Oficiales*, Tomo VI, por ejemplo. Fue en varias ocasiones director del Servicio Geológico.

EL INVENTARIO MINERO (1963-1969)

En 1963 el Gobierno da inicio, con la financiación de la Agencia Internacional para el Desarrollo y la asesoría técnica del Servicio Geológico de los Estados Unidos, a un importante proyecto, el Inventario Minero, que funciona como una institución paralela al Servicio Geológico. En él trabajan unos cuarenta geólogos colombianos con unos diez norteamericanos en varias oficinas regio-

nales (Bogotá, Barranquilla, Medellín y posteriormente Bucaramanga). Se supone que el proyecto debía hacer un verdadero inventario de recursos mineros, pero la verdad es que este propósito era imposible sin tener de antemano sólidos estudios geológicos básicos. Por esta razón el proyecto se encaminó hacia un programa más de cartografía geológica que de exploración minera. A pesar de lo anterior, los beneficios fueron importantes por varias razones. Se inició la cartografía sistemática del país. Hasta ese momento sólo se habían trabajado zonas aisladas según las necesidades más urgentes. Por otra parte, los estudios realizados fueron de buena calidad y constituyen una base para el conocimiento geológico del subsuelo nacional. Finalmente, los resultados fueron publicados y tuvieron buena difusión.

En materia de conocimiento de los recursos minerales, merece la pena destacar los importantes avances logrados en las exploraciones sobre rocas fosfóricas, estudios iniciados por el Servicio Geológico Nacional y continuados por el Inventario Minero Nacional, los cuales permitieron el descubrimiento de los depósitos conocidos en el país, hoy en día objeto de evaluación para su utilización en la elaboración de fertilizantes.

En el *Boletín Geológico* aparecieron, en el año de 1967, en el Vol. XV Nos. 1-3, los estudios sobre rocas fosfóricas realizados hasta esa fecha. Entre 1970 y 1972, se publicaron seis números con los estudios realizados por el Inventario Minero, con los títulos siguientes: "Recursos minerales de la Sierra Nevada de Santa Marta" (Vol. XVIII, No. 1, 1970), "Recursos minerales de parte de los Departamentos de Norte de Santander y Santander" (Vol. XVIII, No. 3, 1970), "Recursos minerales de parte de los Departamentos de Cundinamarca, Boyacá y Meta" (Vol. XIX, No. 1, 1971), "La evolución estructural de los Andes más septentrionales de Colombia" (Vol. XIX, No. 2, 1971), "Geología de parte de los departamentos de Antioquia y Caldas, sub-zona II-A" (Vol. XX, No. 1, 1972), y "Geología de parte de los Departamentos de Antioquia y Caldas, sub-zona II-B" (Vol. XX, No. 2, 1972).

LAS UNIVERSIDADES

Durante el período 1940-1969 nacen las principales facultades de geología que, junto con la Escuela de Minas, funcionan actualmente en el país.

La Universidad Nacional de Bogotá había ofrecido durante muchos años cátedras de geología en su Instituto de Ciencias Naturales, dictadas por Ricardo Lleras Codazzi, Enrique Hubach, José Royo y Gómez y otros notables inves-

tigadores. También en la facultad de ingeniería se habían dictado cursos de geología para ingenieros, a cargo de Jorge A. Perry, Julio de Mier, Félix Mendoza, Benjamín Alvarado y José Sandoval. A partir de los años cuarenta, con la creación del Servicio Geológico Nacional, el desarrollo de la industria del petróleo, la construcción de la red vial, entre otros, se empieza a sentir la necesidad de una facultad de geología en Bogotá. En 1956, impulsado principalmente por los geólogos de la industria petrolera, entre ellos Luis G. Durán, nace el Departamento de Geología de la Universidad Nacional. La primera promoción de geólogos egresa en 1959. El departamento se constituye rápidamente en un polo de desarrollo de las ciencias de la tierra. Su órgano de difusión científica es la revista *Geología Colombiana*, en la cual aparecen importantes contribuciones a la geología del país. Por otra parte, el departamento es fundador, en 1960, de la Sociedad Colombiana de Geología, principal asociación de geólogos colombianos hasta nuestros días, y organiza el Primer Congreso Colombiano de Geología en Bogotá, en 1969, al cual asisten numerosas personalidades de la geología mundial.

En 1968 es fundada en Bucaramanga la Universidad Industrial de Santander, y unos años más tarde empieza a funcionar dentro de ella la Facultad de Ingeniería de Petróleo. La facultad se convierte muy pronto en centro de investigaciones geológicas, con figuras notables como los españoles Manuel Julivert y Jaime de Porta, quienes hacen importantes publicaciones en el *Boletín de Geología*, revista científica, órgano de la facultad. Hay que señalar, como obras importantes de Julivert y de Porta, el *Léxico Estratigráfico Internacional, Colombia*, dos volúmenes de una valiosa obra universal publicada por el Centro Nacional de Investigaciones Científicas de Francia, consideradas ya como clásicos de la literatura geológica colombiana.

La Universidad Javeriana se une al desarrollo de la geología en Colombia con la fundación, en 1941, del Instituto Geofísico de los Andes Colombianos. El instituto fue creado por Simón Sarrazola S.J., pero su verdadero impulsor fue Jesús Emilio Ramírez S.J., figura descollante en la ciencia colombiana, quien lo dirigió prácticamente desde su fundación hasta 1980. La obra del Instituto ha consistido esencialmente en llevar el registro sísmológico del país, desarrollando una red básica de observatorios (Chinchiná, Galerazamba, Fúquene y Pasto). También ha adelantado estudios de magnetismo y gravimetría. Entre las publicaciones del Instituto se destacan el *Mapa sísmico y tectónico de Colombia* (1973) y una valiosa *Bibliografía sobre Geología y Geofísica de Colombia* (1973), ambas firmadas por J. E. Ramírez.

EL APORTE DE LA INDUSTRIA PETROLERA

Hasta los años sesenta aproximadamente, dado el conocimiento aún incipiente que se tenía de la geología del país, las empresas petroleras se vieron obligadas a realizar sus propios estudios geológicos básicos. Obviamente, éstos cubren las áreas promisorias para el petróleo, es decir, las regiones sedimentarias de los valles interandinos y una parte de los Llanos Orientales principalmente. Aunque desafortunadamente buena parte de los estudios no ha sido publicada por evidentes razones, los que lo han sido han contribuido notablemente al avance del conocimiento del subsuelo colombiano.

En 1921 aparece un trabajo de Beck, en 1927 uno de Garner y en 1945 uno de Anderson, todos de carácter general sobre los recursos petroleros de Colombia. Pero probablemente la zona más estudiada por los petroleros haya sido el Valle del Magdalena, inicialmente el Valle Medio y Bajo, con los trabajos de Hermisch en 1934 y de Wheeler en 1935, luego el Valle Medio y Alto gracias a Butler en 1942 y a De Porta en 1966. La cuenca del Catatumbo también llamó muy pronto la atención, por ser una de las primeras en ser explotadas; el estudio más importante es el de Notestein (1944), completado en 1968 por el de Glenn.

Los Llanos Orientales han sido objeto de numerosos estudios para el petróleo; el más conocido de los publicados es de Oppenheim (1942). En cuanto a la parte occidental de Colombia ha sido menos estudiada por ser menos favorable. Existen, sin embargo, estudios de Oppenheim (1949) sobre la costa sur del Pacífico colombiano y de Nygren (1950) sobre toda la costa pacífica.

Aunque las rocas precretáceas de Colombia han sido consideradas poco promisorias para el petróleo, curiosamente las compañías petroleras han hecho valiosos estudios sobre ellas. La razón probablemente es que su poco valor ha permitido publicar estudios científicos, lo que no ha sucedido con formaciones más interesantes. Caster, en un ya clásico trabajo (*A. Devonian fauna from Colombia*, Bull Amer Paleontology, 1939), describió por primera vez la fauna paleozoica de Colombia. Por su parte Dickey, en 1941, publica un importante estudio sobre los sedimentos precretáceos de Colombia. Pero las contribuciones más numerosas sobre este problema son las del grupo de la Shell, dirigido por D. Trumphy, donde trabajaron O. Renz y A. Gansser, todos de nacionalidad suiza, y Enrique Hubach. El trabajo más notable es el de Trumphy, titulado *Pre-Cretaceous of Colombia*, Bull G. S. A., 1943.

La geología del petróleo se institucionaliza en Colombia con la fundación de la Empresa Colombiana de Petróleos, Ecopetrol, en 1940. Su origen está en el término de las primeras concesiones petroleras a compañías americanas. Al

tener que tomar el país el control de la exploración y no existiendo empresas privadas en el ramo, el Estado debió asumir tal control a través de una empresa oficial creada para tales fines. Con el tiempo, Ecopetrol se encargará no sólo de la explotación sino de la exploración de los yacimientos de petróleo de Colombia.

LA INTEGRACION DE LAS INVESTIGACIONES GEOLOGICAS AL DESARROLLO TECNICO-INDUSTRIAL

Directa o indirectamente las investigaciones geológicas en Colombia siempre han estado vinculadas al proceso de desarrollo técnico-industrial. Recordemos a don José Celestino Mutis impulsando nuevas técnicas metalúrgicas en sus minas de plata de El Sapo, a Francisco José de Caldas buscando nitratos para las fábricas de pólvora o a los miembros de la Comisión Corográfica haciendo un inventario de depósitos minerales. Aun exploradores como Karsten o Hettner, aunque no se ocuparon directamente de recursos minerales, hicieron aportes básicos para futuros desarrollos de la minería. Sin embargo, nos parece que a partir de cierto momento en la historia del desarrollo técnico-industrial la geología viene a integrarse institucionalmente y en forma tangible al proceso y creemos que ese momento corresponde al de la creación del Ministerio de Minas, del Servicio Geológico Nacional y del Instituto de Fomento Industrial, ocurrida simultáneamente en 1940.

Ya vimos cómo la segunda guerra mundial fue la ocasión, por las necesidades que creó, de impulsar industrias, entre ellas muchas relacionadas con la minería, como es el caso de la siderúrgica, la de cementos y la de soda, entre otras. El Instituto de Fomento Industrial tuvo como uno de sus principales objetivos desarrollar la industria minera, de tal suerte que pudiera abastecer en materias primas minerales a todo el sector industrial. Esta política fue seguida tan estrictamente que entre los 65 proyectos financiados por el IFI entre 1941 y 1973, 18 pertenecen directamente al sector minero, o sea el 27.7%. Entre éstos, los más notables son tal vez la siderúrgica de Paz de Río, la planta de soda de Zipaquirá y Cementos Boyacá. En estos casos y otros más se contrató el Servicio Geológico para la ejecución de los estudios de geología y cálculos de reservas. Dicho sea de paso, la gran mayoría de los depósitos minerales explotados en esa época y aun en la actualidad son hallazgo del Servicio Geológico.

El desarrollo industrial de los años cuarenta se acompaña lógicamente con un gran incremento en la demanda de energía eléctrica, la cual pasa de 74 mi-

llones de KWh en 1939 a 121.4 millones en 1945. La construcción de centrales hidroeléctricas se intensifica con la necesaria participación de los estudios geológicos. Lo mismo sucede con la red de carreteras y otras grandes obras de ingeniería civil.

En la misma época y ante las necesidades ya mencionadas, empiezan a instalarse oficinas de consultoría geológica a la vez que las grandes compañías de ingeniería civil abren departamentos de geología. Estas actividades ocupan en la actualidad una tercera parte de los geólogos activos en Colombia.

Capítulo 6

LA DIVERSIFICACION DE LAS INVESTIGACIONES GEOLOGICAS: 1969-1983

En el año de 1969 se inicia una nueva etapa en la historia de las investigaciones geológicas en Colombia. Con la creación del Instituto Nacional de Investigaciones Geológico-Mineras, Ingeominas, podemos decir que se institucionalizan y se diversifican las investigaciones. Se institucionalizan porque se crea un centro de investigaciones con vida propia. Ya no se trata de un servicio destinado a suplir las necesidades urgentes e inmediatas del Estado en materia de recursos mineros y de problemas geológicos, sino de un instituto que toma en sus manos el estudio sistemático del subsuelo nacional. Se diversifican porque la nueva institución está dotada de una estructura y una planta de personal que le permiten abordar una vasta gama de áreas de investigación. No significa lo anterior que no se hubieran hecho investigaciones antes de la creación del Ingeominas, sino que éstas habían sido más bien un subproducto de las actividades de minería, la exploración, docencia y otras.

En 1969 ocurre otro importante acontecimiento que viene a reforzar lo anterior. Se realiza el Primer Congreso Colombiano de Geología, con lo cual se abre una serie de intercambios entre los investigadores de la geología de Colombia.

Durante el período 1969-1983 se continúan y se diversifican en las universidades las actividades de investigación iniciadas anteriormente. El Departamento de Geología de la Universidad Nacional, por ejemplo, se amplía y se convierte en Departamento de Ciencias de la Tierra. Al mismo tiempo se crean

otras escuelas, como la de Minas de Sogamoso, y más recientemente la Facultad de Geología de la Universidad de Caldas.

La falta de una perspectiva histórica, dada la cercanía del período considerado, nos impide destacar hombres y obras, razón por la cual nos vemos limitados a trazar las grandes líneas institucionales de las investigaciones geológicas.

INGEOMINAS

Por Decreto Extraordinario 3161 de 1968 el gobierno crea el Instituto Nacional de Investigaciones Geológico-Mineras, Ingeominas, uniendo tres instituciones: el Servicio Geológico Nacional, el Inventario Minero y el Laboratorio Químico Nacional. El nuevo instituto empieza a funcionar en marzo de 1969 con estatutos aprobados por el Decreto 441 de 1969, los cuales le asignan las funciones de investigar y evaluar los recursos naturales no renovables y levantar el mapa geológico del país, principalmente. Los mismos estatutos establecen la organización interna: dirección general, subdirecciones, divisiones, secciones y grupos. Igualmente crean oficinas regionales, que empiezan a funcionar en Bucaramanga, Ibagué, Medellín, Sogamoso y Popayán.

El Instituto comienza sus labores con una planta de unos 80 geólogos hasta 1974, cuando el Acuerdo 011 de la Junta Directiva amplía la planta a unos 120 geólogos y 40 químicos, números que se mantienen en la actualidad a pesar de reorganizaciones internas en 1977 y 1979. Esta última crea una nueva oficina regional en Cali, en el momento en que se aprueba el Decreto 1321, que da a Ingeominas un régimen especial entre las instituciones oficiales en materia de salarios. Con este régimen se aspira a impulsar las investigaciones científicas, por cuanto los salarios son determinados por la producción científica de los investigadores.

De una manera general, el Instituto ha venido operando en la forma siguiente: las oficinas regionales adelantan proyectos de cartografía geológica, exploración geoquímica e investigación básica, proyectos que son apoyados desde la regional de Bogotá (regional de Sogamoso hasta 1979) por una serie de divisiones técnicas: carbones, geofísica, hidrogeología, sensores remotos, petrografía, estratigrafía, y por la sudirección química. A partir de 1979 algunas oficinas regionales cuentan con sus propias divisiones técnicas: petrografía en Medellín y geoquímica en Cali. Por otra parte, tanto en las regionales como en Bogotá se realizan diversos proyectos de investigación geológica básica.

En cumplimiento de sus funciones el Instituto acomete la cartografía geológica sistemática del país, escala 1:100.000, conjuntamente con la exploración minera.

Aunque una lista de las realizaciones de Ingeominas se haría interminable, nos parece importante destacar los más notables proyectos y actividades adelantados hasta 1983. En cartografía geológica y exploración geoquímica se ha cubierto una superficie equivalente a la cuarta parte del territorio nacional. De esta parte se ha publicado, hasta 1983, aproximadamente el 70% en hojas separadas, escala 1:100.000, de 2.400 kilómetros cuadrados cada una. En 1976 el Instituto publicó un *Mapa Geológico de Colombia* escala 1:500.000, el más actualizado con que se cuenta hasta hoy en esta escala. En exploración se ha detectado una serie de blancos para futuros desarrollos mineros, algunos de los cuales han sido objeto de estudios detallados. Particular atención se ha puesto en los metales básicos (cobre, zinc, molibdeno), sin descuidar otros tipos de depósitos como metales preciosos y carbones. Tal vez el prospecto de mayor envergadura sea el de molibdeno cobre de Mocoa en el cual se ha trabajado desde 1974, llegando hasta el estudio de prefactibilidad.

De particular importancia ha sido la labor de Ingeominas en el campo de la hidrogeología, pues ha suministrado agua potable a numerosos municipios de la Sabana de Bogotá y de la costa atlántica principalmente. En este campo el Instituto ha trabajado con asesoría holandesa.

El *Boletín Geológico*, iniciado por el Servicio Geológico Nacional, siguió siendo el órgano de difusión de las investigaciones de Ingeominas. De 1969 a 1983 se publicaron nueve volúmenes, completando así 25 desde su iniciación. A partir de 1978 Ingeominas inicia una nueva serie con las *Publicaciones Especiales de Ingeominas*, en la cual han aparecido trabajos de gran importancia como los *Recursos Minerales de Colombia* (No. 1, 1978), la más importante compilación sobre la materia, que actualiza el trabajo de Wokittel (1960), y la *Evaluación de siete zonas carboníferas de Colombia* (No. 6, 1980).

El Museo Geológico y la biblioteca, igualmente iniciados por el Servicio Geológico Nacional, también entraron a formar parte de Ingeominas y han sido ampliados hasta convertirse en las mejores instalaciones en su género en el país.

En materia de investigaciones geológico-mineras, Ingeominas ha sido indudablemente el principal centro del país, siguiendo la tradición heredada del Servicio Geológico Nacional. Dato revelador a este respecto es el número de convenios internacionales vigentes en 1982, que alcanza la cifra de 17. Se trata de acuerdos con universidades e institutos de investigación para adelantar pro-

yectos conjuntos de investigación geológica en Colombia. Durante 1983 se ejecutó un proyecto con el Servicio Geológico de los Estados Unidos cuyos principales resultados fueron el *Mapa de terrenos geológicos de Colombia* escala 1:1'000.000, la *Evaluación de recursos minerales no combustibles*, y la creación de un banco de datos de geoquímica.

LA SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOLOGÍA

En 1960 un grupo de geólogos colombianos adscritos al Departamento de Geología de la Universidad Nacional de Bogotá funda la Sociedad Colombiana de Geología y nombra como primer presidente a Jesús Emilio Ramírez S.J. Los objetivos de la Sociedad son principalmente propender por el adelanto de la geología y ciencias afines en el país, y asesorar al gobierno nacional en materia de política científica y tecnológica. La sede es Bogotá y se pueden formar capítulos en cualquier sitio del país donde haya más de cinco miembros. Actualmente hay capítulos en Bucaramanga, Cali, Ibagué y Medellín. La Sociedad ha sido desde su fundación la principal asociación de geólogos del país. En la actualidad cuenta con más de 400 miembros.

Entre los principales logros de la Sociedad está, en primer lugar, su participación en la organización de todos los congresos geológicos nacionales e internacionales que se han realizado en Colombia. Además, la Sociedad edita un boletín informativo, *Geonotas*, y desde 1980 una revista científica, *Geología Norandina*. Esta última es actualmente una de las más importantes en el campo de la geología, no solamente en Colombia sino, haciendo honor a su nombre, en los países vecinos, principalmente Venezuela y Ecuador. Característica de la revista ha sido la facilidad que ha dado a los investigadores para publicar rápidamente trabajos de relativa corta extensión, con lo cual se ha constituido en la más actualizada de las publicaciones de geología en Colombia.

LA LEY 9 DE 1974

La junta directiva de Agunal (Asociación de Geólogos de la Universidad Nacional) y dentro de ella principalmente Guillermo Ujueta L. y Francisco Zambrano O., desarrolló a partir de 1969 una intensa labor ante el Congreso nacional y después de cuatro años logró la promulgación de la Ley 9 de 1974 que reglamenta el ejercicio de la profesión.

La ley define las funciones del geólogo (artículos 7 y 8) y establece que estas funciones sólo podrán ser ejercidas por geólogos matriculados (artículo 9). Con esto se evita que el trabajo del geólogo sea desempeñado por profesionales de otras áreas vecinas, lo cual venía sucediendo corrientemente hasta la promulgación de la ley. Además se reglamenta la actividad de geólogos de otros países en Colombia, así como la de compañías de geología extranjeras.

Para efectos de control de aplicación de la ley, ésta crea el Consejo Profesional de Geología, integrado por el ministro de Educación o su delegado, un representante de cada una de las facultades de geología del país, un representante del ministro de Minas, y dos representantes de Agunal.

LOS CONGRESOS GEOLOGICOS

Con la celebración en Bogotá del Primer Congreso Colombiano de Geología se empiezan a institucionalizar los intercambios entre geólogos, nacionales y extranjeros, interesados en la geología de Colombia. Los congresos se van a realizar cada vez con mayor frecuencia; transcurrirán nueve años entre el primero y el segundo congreso, pero tres entre éste y el tercero y sólo uno entre el tercero y el cuarto.

El Primer Congreso tuvo un antecedente y fue la primera Convención Nacional de Geólogos e Ingenieros de Petróleos de Minas y Metalúrgicos, celebrada en Bogotá en 1953. El Primer Congreso, organizado principalmente por la Universidad Nacional, se caracteriza por la nutrida participación extranjera y su altísima calidad (Maurice Ewing de Estados Unidos, Tuzo Wilson de Canadá y V. Belusov de la Unión Soviética para sólo citar algunos nombres). En el evento se presentaron 54 importantes trabajos en diferentes ramas de la geología, pero los más notables fueron en la de la tectónica.

En 1978, bajo los auspicios de Ingeominas, la Universidad Nacional y la Sociedad Colombiana de Geología, se organiza en Bogotá el Segundo Congreso Colombiano de Geología. La participación es numerosa y dado el largo lapso transcurrido desde el Primer Congreso, el número de trabajos es elevado, 93 inscritos distribuidos por áreas así: geología económica 30, estratigrafía y paleontología 18, petrografía y petrología trece, tectónica seis, hidrogeología cinco, geomorfología cinco, geofísica cuatro, geología regional cuatro, sedimentología tres, geotecnia dos, otros tres.

Al término del Segundo Congreso los asistentes se dieron cita en Medellín en 1981, donde efectivamente se realizó el Tercer Congreso Colombiano de

Geología, organizado por las mismas entidades. En él se presentaron 102 trabajos en diferentes ramas de la geología, la mayoría sobre la geología de Colombia. De especial interés fueron los temas de las sesiones plenarias, sometidos a discusión: recursos energéticos, geología e ingeniería y situación actual de la enseñanza de la geología en Colombia.

El Cuarto Congreso Colombiano de Geología tuvo por sede la ciudad de Cali, en octubre de 1982, y dentro de él se celebró el Primer Simposio Colombiano de Hidrogeología. Entidades organizadoras fueron Ingeominas, la Universidad del Valle, la CVC y la Sociedad Colombiana de Geología. En el congreso se presentaron 59 trabajos distribuidos así: petrología quince, tectónica quince, geoquímica siete, estratigrafía siete, geomorfología cinco, geofísica cinco, geotecnia dos, políticas mineras dos, historia de la geología uno. En el simposio se presentaron 22 trabajos.

Prueba del buen desarrollo de las investigaciones geológicas en Colombia es el que se hayan realizado dos congresos geológicos de carácter internacional en los últimos años. Se trata del Congreso sobre Ofiolitas, en 1974 en Medellín, y la X Conferencia Geológica del Caribe, en 1983 en Cartagena.

PANORAMA ACTUAL DE LAS INVESTIGACIONES GEOLOGICAS EN COLOMBIA

La geología colombiana cuenta en la actualidad con un número relativamente elevado de investigadores directos o indirectos, cerca de unos 200 repartidos entre Ingeominas, las diversas facultades de geología del país y otros institutos de investigación.

Indudablemente la principal institución de investigación geológicas es Ingeominas. Con 115 geólogos y 40 químicos adelanta toda una serie de proyectos de geología básica y aplicada, que van desde los procesos de la formación de los Andes colombianos hasta la búsqueda de aguas subterráneas. Para 1984 el Instituto se empeñó en catorce grandes paquetes de proyectos de investigación, cada uno de los cuales tiene diversos proyectos en las oficinas regionales. Otros centros que adelantan investigaciones geológicas son el Instituto Geofísico de los Andes Colombianos (sismología), el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (gravimetría) y parcialmente el Instituto de Asuntos Nucleares.

Las más importantes escuelas de geología en el país son las de la Universidad Nacional de Bogotá, la Universidad Nacional de Medellín y la Universi-

dad Industrial de Santander. En los últimos años han sido fundadas varias nuevas escuelas, como la Escuela de Minas de Sogamoso, la Facultad de Geología de la Universidad de Caldas y la Facultad de Minas de la Fundación Universitaria de Popayán.

Existen en la actualidad diversas asociaciones de geólogos. La más importante es la Sociedad Colombiana de Geología que, como ya hemos visto, cuenta con más de 400 miembros. La más antigua es, sin embargo, la Sociedad Colombiana de Geólogos y Geofísicos del Petróleo, fundada muchos años antes que la Sociedad Colombiana de Geología, y actualmente una de las más vigorosas. Agempet, Asociación de Ingenieros Geólogos de Minas y Petróleos, cuenta con unos 200 socios, y finalmente, Agunal, Asociación de Geólogos de la Universidad Nacional, es la más representativa entre las asociaciones geológicas nacionales.

En cuanto a publicaciones geológicas existen las siguientes: *Boletín Geológico*, de Ingeominas, *Publicaciones especiales del Ingeominas*; *Boletín de Minas y Petróleos*, del Ministerio de Minas y Energía; *Boletín de Geología*, de la Universidad Industrial de Santander; *Geología Colombiana*, del Departamento de Geociencias de la Universidad Nacional de Bogotá; *Boletín de Ciencias de la Tierra*, del Departamento de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Medellín; *Geología Norandina*, de la Sociedad Colombiana de Geología; *Boletín Sismológico*, del Instituto Geofísico de los Andes Colombianos, sin contar con revistas como la de la Academia de Ciencias, la del Instituto Geográfico, o revistas mineras que publican esporádicamente trabajos sobre geología.

BIBLIOGRAFIA

- Acosta, J.
(1852) "Sur la Sierra Nevada de Santa Marta, formée par le terrain primitif". **Bull. Coci. Geol. France**. T. IX.
- Alcalde, A.
(1957) "La obra científica de Mariano Eduardo Rivero y Ustariz". **Boletín Sociedad Química del Perú**. Vol. 23. Lima.
- Alcalde, A. y Rivero, Mariano
(1964) **Chymia**, 9. Univ. Pennsylvania Press.
- Alvarado, B. Royo y Gómez, José
(1959) "Resumen de su historial científico profesional". En: **Boletín Geológico**. Vol. VII: 1-3. Bogotá.
(1981) "Historia de los estudios geológicos en Colombia". Notas inéditas.
- Anderson, F. M.
(1929) **Marine Miocene and Related Deposits of Northern Colombia**. T. XVIII: 4. San Francisco: Proc. California Acad. of Sc.
- Anderson, J. L.
(1945) "Petroleum Geology of Colombia, South America". Vol. 29: 8. **Bull. Amer. Ass. of Petr. Geologist**.
- Bateman, A.
(1941) "Homenaje al Dr. Lleras Codazzi". En: **Anales de Ingeniería**. Vol. 49. Bogotá.
(1953) **El Observatorio Astronómico de Bogotá**. Publ. Univ. Nacional. Bogotá.
(1970) "Historia de la matemática y la ingeniería. Primer coloquio sobre historia de las ciencias en Colombia, Rionegro". En: **Apuntes para la**

historia de la ciencia en Colombia I. Colciencias. Bogotá: Edit. Servicios especiales de prensa.

(1971) **Páginas para la historia de la ingeniería colombiana.** Bogotá: Edit. Kelly.

Beck, A.

(1923) "Geology and oil resources of Colombia". **Economic Geology.** Vol. XVI.

Bergt, W.

(1888) **Beitragzur Petrographie der Sierra Nevada de Santa Marta und ser Sierra de Perija in der Republik Colombia in Suedamerika.** Viena Tschermaks min. u. petr. Mitt. N.F. Vol. 10.

Botero, G.

(1978) "Apuntes para la historia de las investigaciones geológicas en Colombia". En: **Ciencia y Tecnología en Colombia.** Biblioteca Básica Colombiana, Inst. Col. Cult. Bogotá: Edit. Escala.

Boussingault, J. B.

(1945) "La minería en la Provincia de Antioquia". En: **Revista Dyna.** Fac. Nal. de Minas. 54/58. Traducción. Medellín.

Buch, L.

(1840) **Petrifications recuellies en Amérique par M. de Humboldt et par Ch. Degenhardt.** Berlín: Gesamm, Schriften.

Butler, J. W.

(1942) "Geology of Honda District, Colombia". **Bull. Amer. Ass of Petr. Geol.** Vol. 26.

Caldas, F. J.

(1966) "Memoria sobre un viaje proyectado de Quito a la América septentrional, presentada al célebre Director de la Expedición Botánica de la Nueva Granada don José Celestino Mutis". En: Caldas, F. J. **Obras completas.** Bogotá: Univ. Nac. Col. Impr. Nac. 1902.

(1942, 1809) "El Semanario del Nuevo Reino de Granada". En: **Biblioteca Popular Cultural Colombiana.** Bogotá: Edit. Kelly.

(1912) "Obras Recopiladas". En: Posada, Eduardo. **Biblioteca de Historia Nacional.** Vol. IX. Bogotá.

Caro, F.

(1955) "Documentos de la Comisión Corográfica". En: **Boletín Soc. Geog. Col.** Vol. XIII. Bogotá.

- Caster, K. E.
(1939) "A Devonian fauna from Colombia". Vol. XXIV: 83. **New York Bull. of Amer. Paleontology**.
- Caycedo, B.
(1971) "D'Elhúyar y el siglo XVIII neogranadino". En: **Edic. Rev. Jiménez de Quesada**. Bogotá.
- Del Llano, M.
(1968) "Enrique Hubach". En: **Rev. Acad. Col. Ci. Ex. Fis. Nat.** Vol. XIII.
- Dickey, P. A.
(1941) "Pre-cretaceous sediments in Cordillera Oriental of Colombia". Vol. 25. **Tulsa Bull. Am. Ass. of Petr. Geol.**
- Domínguez, R.
(1955) **Historia de las esmeraldas de Colombia**. Bogotá: Gráficas Du-cal.
- D'Orbigny, A.
(1842) **Coquilles et échinodermes fossiles de Colombie. (Nouvelle Grenade)**. París.
- Durán, L. G.
(1973) "Reseña histórica de la geología en Colombia". En: **Historia Extensa de Colombia**. Vol. 20. Bogotá.
- Ermisch, K.
(1934) "Die Mitteltertiäre Chuspas-Stufe des Magdalenen-Tales" En: **Kolumbien, Sudamerica**. Stuttgart: Naues Jahrbuch für Min. Vol. 68.
- Espinosa, A.
(1982) "Notas sobre la obra de la Expedición Botánica del Nuevo Reino de Granada en el campo de la minería y la mineralogía". En: **Segundo Congreso Colombiano de Geología**. Cali.
(1983) "Minería y mineralogía en la Expedición Botánica". En: **Rev. Acad. Col. Ci. Ex. Fis. Nat.** En prensa.
() "Nuevos datos sobre el descubrimiento del platino". En preparación.
- Forero, M. J.
(1955) "El album de la Comisión Corográfica". En: **Bol. Soc. Geogr. Col.** Vol. XIII. Bogotá.
- Gansser, A.
(1954) "The Guiana Shield (S. América)". En **Brasilea Eclogese Geol. Helvetiae**. Vol. 47.

García, J. C.

(1937) **Historia de la Escuela Nacional de Minas**. No. 42. Medellín.

Garner, A. H.

(1927) "General Oil Geology of Colombia". **Bull. Amer. Ass. of Petr. Geologist**. Vol. XI.

Gerhardt, K.

(1897) "Beitrag zur Kenntniss des Kreideformation in Columbien". Stuttgart: N. Jharb f. Min. Geologie und pal. b. Bd. XI.

Glenn, R. H.

(1968) "Cretaceous section in Barco area of Northeastern Colombia". **Bull. Amer. Ass. of Petr. Geol.** Vol. 52.

Grosse, E.

(1926) **Estudio Geológico del terciario carbonífero de Antioquia**. Berlín: Dietrich Reiner, Editores.

Gutiérrez, M.

"Geología de Bogotá y sus alrededores". En: **Anales de Ingeniería**. Vol. XX: 1913. Bogotá.

Hettner, A.

(1892) "Die Kordillere von Bogotá". En: **Peterm Mitteil.** 104. Traducido al castellano por Ernesto Guhl, 1966. Bogotá: Ediciones del Banco de la República.

Hubach, E.

(1930) "Informe geológico de Urabá". En: **Boletín de Minas y Petróleos**. Vol. IV: 1920. Bogotá.

(1957) "Estratigrafía de la Sabana de Bogotá y alrededores". En: **Boletín Geológico**. Vol. V. Bogotá.

(1957) "Contribución a las unidades estratigráficas de Colombia". En: **Informe No. 1212**. Instituto Geológico Nacional.

(1957) "La obra geológica de don Tulio Ospina". En: **Boletín de Historia y Antigüedades**. Vol. XLIV. Bogotá.

Hubach, E. y Alvarado, B.

(1933) "Carbones del Cauca". En: **Memoria del ministro de Industria al Congreso Nacional**. Bogotá.

Humboldt, A.

(1826) **Essai Géognostique sur le Gisement des Roches**. París. 2a. edición.

Instituto de Fomento Industrial

(1979) **Reseña histórica del IFI**. Bogotá.

- Juan, J. y Ulloa, A.
(1926) **Noticias secretas de América**. Vol. 1. Londres.
(1748) **Relación histórica de un viaje hecho por orden de su majestad a la América Meridional**. Vol. 6. Madrid.
- Kehrer, G.
(1933) "El carboniano del borde llanero de la Cordillera Oriental". En: **Bol. de Minas y Petróleos**. Vol. IX. Bogotá.
- Lleras Codazzi, R.
(1903) **Introducción al estudio de los minerales de Colombia**. Bogotá: Imprenta Nacional.
- Lopez, J.
(1957) "Resultados prácticos de los trabajos de la Sección de Hidrogeología del Instituto Geológico Nacional, en tres años de labores". En: **Boletín Geológico**. Vol. V.
- Morales, L. y otros
(1958) **General Geology and Oil Occurrences of Middle Magdalena Valley, Colombia**. Habitat of Oil, A. A. P. G.
- Notestein, F. B. y otros
(1944) "Geology of the Barco Concession Republic of Colombia". **Bull. Geol. Soc. Amer.** Vol. 55.
- Nygren, W. E.
(1950) "Bolívar Geosyncline of North-Western South America". **Bull. Amer. Ass. Petr. Geol.** Vol. 34.
- Oppenheim, V.
(1942) "Rasgos geológicos de los Llanos de Colombia Oriental. La Plata". En: **Notas del Museo de la Universidad Nacional de la Plata**. Vol. 7.
(1949) "Geología de la Costa sur del Pacífico de Colombia". **Boletín Instituto Geofísico de los Andes Col.** No. 1 Serie C. Bogotá.
- Osorio, R.
(1982) "Historia de la química en Colombia". En: **Publicación especial Ingeominas**. No. 11. Bogotá.
- Pérez, E.
(1959) **Alejandro de Humboldt en Colombia**. Empresa Colombiana de Petróleos. Bogotá. Seg. Ed. Bibl. Bas. Col. Inst. Col. Cult. 1982.
- Porta, J.
(1966) "Geología del extremo sur del valle medio del Magdalena". En: **Boletín de Geología**. U.I.S. Bucaramanga.

- Perry, J.
(1973) "Apuntes para la historia de las ciencias básicas en Colombia".
En: **Rev. Acad. Col. Ci. Ex. Fis. Nat.** XIV. Bogotá.
- Posada, J. C.
(1936) "Bosquejo Geológico de Antioquia". En: **Anales de la Escuela Nacional de Minas.** No. 38. Medellín.
- Poveda, G.
(1979) **Políticas económicas, desarrollo industrial y tecnología en Colombia 1925-1975.** Bogotá, Colciencias.
- Ramírez, J. E.
(1951) "Bibliografía de la biblioteca del Instituto Geofísico de los Andes colombianos sobre geología y geofísica de Colombia". En **Boletín Inst. Geof. de los Andes Col.** Geología. No. 2. Serie C. Bogotá.
(1955) "Los alemanes y las ciencias geológicas y geográficas en Colombia". En: **Boletín Soc. Geogr. Col.** Vol. XIII. Bogotá.
- Reiss, E. y Stuebel, A.
(1892-1899) "Reisen in Sued-Amerika". En: **Geologische in der Republik Colombia I-II Petrographie.** Berlín.
- Restrepo, V.
(1883) "Estudio sobre las minas de oro y plata de Colombia". En: **Anales de Instrucción Pública.** Bogotá, Medellín. Quinta edición FAES 1979.
- Ryden, S.
(1954) **Don José D'Elhúyar en Suecia y el descubrimiento del Tungsteno.** Madrid.
- Scheibe, E. y otros
(1937) **Estudios geológicos sobre la Cordillera Oriental.** Bogotá, Berlín.
- Schwin, W. L.
(1969) **Guide Book of the Geology of Valle del Cauca Area.** Bogotá: Colombian Soc. of Petr. Geols.
- Sievers, W.
(1888) "Die Sierra Nevada de Santa Marta und die Sierra de Perijá". En: **Zeitschr der Gesell Erdk.** Vol. XXIII. Berlín.
- Stille, H.
(1938) **Geologische Studien im Gebiet des Río Magdalena. Koenen Festschr Stuttgart, 1907.** Vol. IV. Trad. en Comp. Est. Geol. Ofs. en Colombia. Bogotá.

- Stuebel, A.
(1906) **Die vulcanberge von Columbien**. Dresden.
- Suescún, D.
(1978) "Breve historia de la minería colombiana". En: **Ciencia y Tecnología en Colombia**. Biblioteca Básica Colombiana, Inst. Col. Cult. Bogotá: Editorial Escala.
- Taborda, B.
(1961) "Cuencas sedimentarias de Colombia". En: **Boletín As. Mexicana de Geol. Petroleros**. Vol. XIII.
- Trumpy, D.
(1943) "Pre-Cretaceous of Colombia". Nueva York: **Bull. G.S.A.** Vol. 54.
- Ulloa, A.
(1972) **Noticias Americanas**. Vol. 1. Madrid.
- Vanegas, A.
(1960) "Bibliografía de los informes del Instituto Geológico Nacional". En: **Compilación de los Estudios Geológicos Oficiales en Colombia**. Vol. IX. Bogotá.
- Werenfels, F. A.
(1926) **Stratigraphical Section through the Tertiary of Toluviejo, Colombia**. Vol. XX. Basilea: *Ecoglae Geol Helvetiae*.
- Wheeler, O. C.
(1935) "Tertiary Stratigraphy of the Middle Magdalena Valley". En: **Proceedings Acad. of N. Sc.** Vol. LXXXVII.
- Wokittel, R.
(1960) "Recursos minerales de Colombia". En: **Compilación de los Estudios Geológicos de Colombia**. Bogotá.
- Zujovic, J. M. (1884) **Les roches des Cordillères**. París.

CUARTA PARTE

**JOSE MARIA CABAL, ALEJANDRO HUMBOLDT
Y ENRIQUE HUBACH. SU OBRA GEOLOGICA Y
SU CONTRIBUCION AL DESARROLLO
EN COLOMBIA**

Armando Espinosa B.

INTRODUCCION*

Mucho se ha dicho sobre la vida y la obra científica de algunos personajes, unos bien conocidos como José María Cabal y Alejandro Humboldt, otros un poco menos como Enrique Hubach, pero pocos análisis han sido realizados con el propósito de evaluar científicamente sus trabajos, y su aporte al desarrollo de la ciencia y al progreso de nuestro país. Consecuencia natural de tal tipo de lagunas es que las contribuciones sean en algunos casos ignoradas y en otros sobrestimadas, y que con el correr del tiempo se llegue a una verdadera distorsión de los personajes. En el caso particular de José María Cabal se trata de saber, ante todo, si su obra científica existe, pues aunque se encuentran sobre ella datos diversos en la literatura, no se ha hecho hasta ahora un balance del problema, como tampoco se ha estudiado la personalidad de Cabal como hombre de ciencia. Bien diferente es el caso de Alejandro Humboldt, cuya vastísima obra fue completamente publicada en vida misma del autor y ampliamente difundida en Europa y América. Se trata entonces de evaluar en un campo específico su verdadero aporte científico, a veces exagerado en algunos escritos inspirados por la adulación, otras veces simplemente desconocido, y de desplazar al personaje del dominio del mito al de la realidad. Ningún geólogo y pocos ingenieros colombianos desconocen la obra de Enrique Hubach, pero ¿cuántos conocen el papel de Hubach en el desarrollo institucional de la ciencia colombiana y su lucha por una adecuada política de explotación de los recursos mineros del país? Es este uno de los aspectos que destacamos en este estudio, junto con el análisis de los más importantes trabajos de Hubach en geología pura y en geología aplicada.

* Este artículo fue publicado originalmente como resultado parcial así: Espinosa, Armando (1988) "José María Cabal, Alejandro Humboldt y Enrique Hubach. Su obra geológica y su contribución al desarrollo en Colombia". *Ciencia, Tecnología y Desarrollo*. Bogotá: 12 (1-4): 223-251. El texto se publica aquí sin modificaciones, con la aprobación del autor.

Capítulo 1

JOSE MARIA CABAL

VIDA DE CABAL

Sobre la vida de José María Cabal estamos suficientemente bien informados gracias a varios trabajos. El más conocido es la *Biografía del general Cabal* (1937) de don Tulio Enrique Tascón, quien había publicado ya en 1909 una obra más corta, *Biografía de Cabal*. En 1973 apareció la obra *José María Cabal, prócer de la Independencia*, de Alberto Andrade. También es de utilidad la biografía de Francisco Antonio Zea, de Roberto Botero Saldarriaga (1969). Todas estas obras, sin embargo, se empeñan esencialmente en destacar el papel de Cabal en los movimientos de Independencia. Algún historiador, por ejemplo, considera muy importante demostrar con lujo de detalles que Cabal es descendiente directo de Sebastián de Belalcázar, y dedica sólo algunas líneas a las actividades del científico.

El 25 de mayo de 1769 nació don José María Cabal en la hacienda de La Concepción del Alisal, entonces en la jurisdicción de Buga, actualmente en la del municipio de Cerrito. Sus padres, don José Cayetano Cabal y doña Teresa Barona, pertenecían a familias de grandes terratenientes del Valle del Cauca. En las haciendas de los Cabal pasa precisamente José María sus años de infancia y aprende sus primeras letras.

En 1785 José María Cabal ingresa al Seminario de Popayán donde realiza sus estudios de bachillerato. Como compañeros tiene a sus dos primos, Miguel y Francisco, a Francisco José de Caldas, Camilo Torres y Francisco Antonio Zea. Aunque el maestro de filosofía es don Félix de Restrepo, de quien Caldas

dice haber adquirido el gusto por las ciencias, parece que inicialmente las inclinaciones de Cabal son de orden filosófico y humanístico. En 1791 decide seguir estudios de derecho, y pasa al Colegio de San Bartolomé en Santafé.

En 1794 estalla en Santafé el asunto de la traducción y publicación de los derechos del hombre. El principal acusado es Antonio Nariño y como implicados aparecen otras nueve personas, entre ellas José María Cabal, Francisco Antonio Zea, Enrique Umaña y Sinforoso Mutis, quienes son apresados en septiembre y permanecen un año en Santafé, al cabo del cual la Audiencia decide enviarlos a España para que sean juzgados. De marzo de 1796 a junio de 1799 Cabal permanece en prisión en Cádiz, esperando el veredicto de la Corte y, finalmente absuelto, se dirige a Madrid en septiembre de 1800 en busca de fondos para regresar a la Nueva Granada. Al enterarse de la muerte de su padre, ocurrida en 1801, decide seguir hasta Francia.

Cabal se instala en París a principios de 1802 y permanece en esa ciudad hasta 1809, cuando decide regresar a su país. Esos siete años, período decisivo en la vida de Cabal, son, sin embargo, una curiosa zona de sombra de los estudios sobre el sabio, pues no sólo se ignora casi todo de sus actividades científicas sino que hasta ciertos puntos fundamentales, como su matrimonio, permanecen oscuros. Los datos sobre sus estudios son escasos y fraccionarios, y parecen venir de una sola fuente, la nota que Caldas publicó en el *Semanario* con ocasión del regreso de Cabal en 1809. De su matrimonio, se sabe que tuvo lugar poco tiempo después de su llegada a París; que su esposa fue Sophie Leclair, de quien se ignora prácticamente todo, y que tuvieron un hijo, Augusto María, quien alcanzó a luchar en la guerra de independencia y murió en Bogotá en 1848. Los años pasados en París los dedicó Cabal al estudio de la mineralogía y la química. Caldas indica que sus maestros fueron Vauquelin, Proust y Berthollet.

El regreso de Cabal a la Nueva Granada ocurre a principios de 1809. En agosto llega a Santafé donde es recibido por su antiguo condiscípulo y amigo Francisco José de Caldas, quien en el *Semanario del Nuevo Reino de Granada* publica en septiembre un aviso anunciando la llegada. Solicita en él la colaboración de los lectores del *Semanario* en el envío de minerales de diferentes partes del Reino, pues Cabal desea hacer un inventario de riquezas minerales.

De regreso a Buga se instala en la hacienda del Hatico y se consagra a la explotación de ella. Nombrado alcalde de Buga no acepta el cargo, y al estallar los movimientos de independencia en 1810 participa en la Junta Provincial instalada en Cali, como diputado de Caloto. Trasladada la Junta a Popayán después de la batalla del Bajo Palacé, Cabal es designado vicepresidente y ante la ausencia del presidente Caicedo asume el mando de la provincia de Popayán.

Es nombrado presidente en remplazo de Caicedo en junio de 1812 y participa con el rango de coronel en varias operaciones militares contra los realistas de Pasto y el Patía, hasta cuando la invasión de Sámano, enviado de Quito, obliga a los ejércitos patriotas a replegarse hacia Cartago e Ibagué. Esto sucede empezando el año de 1813.

Los ejércitos caucanos están sin fuerzas y optan por pedir apoyo a Santafé. Cabal se dirige allí y organiza una compañía del ejército que el presidente Nariño prepara para ir a ayudar a los patriotas del sur. El 22 de julio de 1813 sale todo el ejército de Santafé. Muy bien conocida es la campaña. Cabal participa en toda ella desempeñándose brillantemente en las batallas de Alto Palacé, Calibío, Juanambú, y Tasines. Viene el desastre del Ejido de Pasto y logra regresar a Popayán y luego a Cali. Es nombrado general en jefe del ejército republicano libertador del sur, vence a los españoles en la batalla de El Palo (julio 5 de 1815), libera a Popayán y se retira allí con su ejército. En abril de 1816 sale de Pasto una nueva expedición española contra Popayán con Juan Sámano a la cabeza. Cabal está sólo con seiscientos hombres y opta por la prudencia. Hay, sin embargo, quienes desean atacar a Sámano, apertrechado en El Tambo con más de dos mil hombres. Ante las presiones renuncia Cabal, y lo mismo hacen el presidente Fernández Madrid y el segundo comandante Carlos Montúfar. En remplazo de Fernández Madrid y de Cabal son nombrados Custodio García Rovira y Liborio Mejía, quienes con setecientos hombres atacan a Sámano y son vencidos en la Cuchilla de El Tambo, con las consecuencias que se conocen. Cabal entre tanto se había dirigido a Buga donde es capturado por Warleta, llevado a Popayán y condenado a ser fusilado por la espalda como traidor. Sus bienes son confiscados y la sentencia de muerte es ejecutada el 19 de agosto de 1816 en la plaza principal de Popayán.

EL DESPERTAR Y EL DESARROLLO DEL CIENTIFICO

La vocación de Cabal no fue muy temprana. Nada indica su interés por las ciencias antes de su viaje a Europa. Nos referimos a los documentos conocidos, o sea a sus cartas, los comentarios de sus allegados y las notas de sus biógrafos. Durante el período de Popayán no recibió influencias notorias de su maestro Félix de Retrepo ni de su compañero Caldas, con quien sí entabló una amistad que duró hasta la muerte de ambos. Como dato curioso, Cabal nace un año después de Caldas, ambos murieron en el mismo año y sus vidas presentan numerosas semejanzas y períodos de actividad común. También en Popayán

Cabal se encuentra con quien será su mejor amigo, Francisco Antonio Zea, pero ninguno de los dos muestra mayores preocupaciones por la ciencia, como sí lo hará muy precozmente Caldas.

Al examinar las cartas de Cabal resulta evidente que su despertar científico ocurrió al viajar desterrado hacia España. El viaje y posteriormente la muerte de su padre parecen ser los dos acontecimientos decisivos en la carrera científica de Cabal. El primero despertó definitivamente al científico latente, el segundo lo decidió a dedicarse exclusivamente a la química, como se verá más adelante. No se puede descartar totalmente la posibilidad de que Cabal haya ocultado en las cartas a su padre sus intereses científicos, pues se sabe que éste quería que su hijo fuese abogado y que José María, por su parte, le profesaba un respeto que rayaba en la veneración. Sin embargo, las primeras cartas de José María van dirigidas precisamente a don Cayetano y en ellas se maravilla sobre la ciencia de la náutica y lo mucho que se aprende al viajar. De allí en adelante empieza a hervir en la mente de Cabal el deseo de instruirse en todas las ciencias. En Cádiz empieza utilizando los momentos disponibles que le deja su condición de prisionero para seguir un curso de botánica, otro de anatomía, y para empezar otro de diseño, según le cuenta a su primo Miguel en carta del 15 de diciembre de 1798. En esa época, ya absuelto de las acusaciones que pesaban sobre él, piensa regresar a su país y su mayor preocupación es proveerse de una buena biblioteca. En ese sentido escribe a sus primos Miguel y Francisco pidiéndoles ayuda (noviembre de 1799).

La muerte de don Cayetano Cabal, ocurrida en 1801 y de la cual José María sólo se enteró en enero de 1802, fue decisiva en su carrera. Se hallaba en Madrid preparando su regreso a la Nueva Granada y entre tanto había continuado los cursos de botánica y de diseño iniciados en Cádiz. La verdad es que su padre era la única razón poderosa que lo obligaba a regresar. Ya no existiendo él podía José María dedicarse a lo que más le interesaba: el estudio de la botánica y la química. Su nivel era ya bastante elevado, a juzgar por la siguiente opinión de Cabanilles: "Ahora tengo la satisfacción de contar entre mis discípulos predilectos a Cabal. ¡Qué mozo tan sobresaliente! ¡Qué talento tan despejado y apto para las ciencias naturales!".

La época de Cabal en París, entre 1802 y 1809, es probablemente la más interesante en el aspecto científico. Infortunadamente es la menos conocida. Por el momento contamos con las pocas indicaciones que da Tascón (1937) y con la nota de Caldas en el *Semanario*, información que es realmente insuficiente, aunque da una idea de las actividades de Cabal en París. Hay que precisar que ningún dato viene directamente de Cabal pues de esa época no se ha

publicado ninguna carta suya. En agosto de 1804 escribe don Antonio José Arroyo a don Miguel Cabal, informándole que ha recibido carta de don José María, con una carta para don Miguel. No se conoce el contenido de ninguna de las dos cartas, pero don Antonio José se refiere a que José María Cabal está estudiando mineralogía y que sería conveniente que al regresar dirigiera la explotación de las minas de la Vega de Supía. Por otra parte, es bien conocido el aviso al público que apareció en el *Semanario del Nuevo Reino de Granada* el 27 de agosto de 1809. Se señala en él que don José María Cabal ha regresado de Europa donde ha tenido por maestros de química a Vauquelin, Proust y Berthollet. Aunque esta información puede considerarse fidedigna por provenir seguramente de las conversaciones entre Cabal y Caldas, resulta no menos insuficiente que la anterior. Muchos son, pues, los interrogantes que se seguirán planteando alrededor de las actividades de Cabal, en París, mientras no se adelante una investigación específica. En todo caso bastaría con la referencia de los maestros, los mejores químicos y mineralogistas de su época, para asignar a Cabal un altísimo nivel académico a su regreso a la Nueva Granada.

LA PRODUCCION CIENTIFICA

Llegamos ahora al aspecto crucial de Cabal como hombre de ciencia, a saber si existen trabajos escritos por él. El asunto ha preocupado a más de un investigador sin que se hayan encontrado más referencias a las dadas por Tascón (1937) y sin que se haya publicado tampoco un análisis detallado del problema. Hay que señalar, en primer lugar, la infructuosa búsqueda hecha en la Biblioteca Nacional de Bogotá por el químico Ramiro Osorio, en los archivos y colecciones privadas de Buga por la historiadora Gladys Azcárate (comunicaciones personales) y nuestras propias investigaciones con la familia Cabal y en los archivos de Buga y Popayán. En cuanto a las referencias conocidas, éstas son dos. Una proviene del doctor Basilio Mora y es señalada por Tascón. Según ella, don José María Cabal descubrió la presencia de hierro en la quina e hizo un estudio sobre eucaliptus, en el laboratorio de Vauquelin en París. El señor Tascón anota que el dato es de don Basilio Mora, sin indicar dónde lo escribió ni dar ninguna referencia sobre el autor, aparte de indicar que nació en 1814. En tales circunstancias este punto está aún por ser investigado totalmente, y es poco probable que se pueda hacer en Colombia. En investigaciones adelantadas por nosotros mismos en París, solamente hemos encontrado un artículo publicado por Cabal, sobre el análisis químico de algunas rocas (Méndez y

Espinosa, en preparación). La segunda referencia a escritos científicos de Cabal es más conocida. Se trata del inventario de los bienes confiscados a don Francisco Cabal, entre los cuales figuran seis tomos de química escritos por don José María Cabal. Sobre esta parte existe información más detallada.

El documento indicado por Tascón (antiguamente en el Archivo de El Carnero, en Popayán, actualmente en el Archivo Central del Cauca, J-I Cs II sig. 5820 f. 3-5) es el inventario de dos baúles de libros pertenecientes a don Francisco Cabal y confiscados en casa de su suegro don Juan de Aparicio por orden de Francisco Warleta, segundo de Sámano, el 7 de agosto de 1816. En ese momento Sámano había derrotado a los republicanos en la Cuchilla de El Tambo, ocupando nuevamente el Cauca, y José María y Francisco Cabal se hallaban fugitivos. Dado el importante papel que habían desempeñado como jefes políticos y militares, eran buscados intensamente por orden de Sámano. El 6 de agosto fue levantado un inventario en la casa de Juan de Aparicio donde su hija Josefa, esposa de Francisco Cabal, se encontraba refugiada. Al día siguiente una nueva visita del alcalde de Buga tuvo por objeto la confiscación de los bienes inventariados y la búsqueda de los papeles, libros, alhajas, dinero u otras pertenencias de Francisco y José María Cabal. El documento dice así:

En la ciudad de Buga en siete días del mes de agosto de mil ochocientos diez y seis años. En cumplimiento de lo mandado por el Señor General de la División de Occidente del Magdalena don Francisco Warleta, yo don José Vicente Garrido, Alcalde ordinario por su Majestad, asociado de los testigos actuarios por ocupación del único escribano y del depositario don Domingo Sanclemente me constituí a la casa y morada de don Juan Aparicio, quien hallándose libre con sus hijas doña María Jesús, doña María Francisca, doña Rafaela y doña María Josefa mujer legítima de don Francisco Cabal, los hice comparecer ante mí y los expresados testigos con el objeto de practicar la entrega de los bienes que constan del antecedente inventario, y su reconocimiento como se halla prevenido, y habiéndoles recibido juramento que hicieron por Dios Nuestro Señor y una señal de cruz bajo el cual ofrecieron decir verdad y manifestar cualesquiera papeles, dinero, alhajas, bienes y demás propiedades que pertenezcan a don Francisco y José María Cabal. En consecuencia se procedió con asistencia de los testigos interesados a entregar los baúles y demás que fueron reconocidos muy por menor y con la escrupulosidad que exige la materia conforme al orden del inventario y se extrajeron de ellos como de las demás piezas y cajones todos los libros y papeles que se han encontrado, dándose así don Juan de Aparicio como sus hijas entregados de todo; y reconvenidos nuevamente bajo la gravedad del juramento hecho sobre la manifestación de todo cuanto existiera en su poder de la pertenencia de don

Francisco y José María Cabal dijeron que no tenían absolutamente cosa alguna que perteneciese a estos dos sujetos; y repreguntada la doña María Josefa sobre que diese razón de todos los bienes de su marido, respondió que se mantenía como forastera en la casa de su padre, y que todos sus bienes existían en las haciendas, no manteniendo en su poder otra cosa que la ropa de su propio uso, y que el jarro y cuatro cubiertos que llevó consigo a Popayán para su servicio; y no habiendo sobre que adelantar la diligencia se concluyó firmandola don Juan de Aparicio, el depositario y los testigos a nombre de las cuatro señoras por no saberlo ellas hacer. José Vicente Garrido, Juan Francisco de Aparicio, Domingo de Sanclemente a ruego de las señoras nominadas y como testigos Ignacio Holguín, Esteban López. Nota: que habiéndose recogido cuanto papel y libro se encontró se han recopilado en un par de petacas cantoneras de la misma casa, la una con los papeles que expresó don Juan de Aparicio ser suyos, y la otra con los demás que expresó el mismo son de sus hijas, y ambas se pasan al Señor Comandante con esta diligencia para que su Señoría determine lo que juzgue conveniente, y lo firmo con los testigos actuarios Garrido, testigo Ignacio Holguín, testigo Esteban López.

El documento anterior presenta ciertas ambigüedades. La principal radica en que no se especifica claramente a quién pertenecen los libros y papeles confiscados. Aparentemente don Juan de Aparicio declara que una parte es suya y otra de sus hijas. Sin embargo, el inventario, como se verá, no deja duda en el sentido de que debían pertenecer en buena parte a José María Cabal y tal vez algunos a Francisco Cabal.

Entregados los baúles al teniente de gobernador y justicia mayor, Idelfonso Gil de Tejada, procedió éste a abrirlos e inventariarlos tres días después de la confiscación. El acta (ACC J-I Cs II Sig. 5820 f. 5-9) dice así:

En la ciudad de Buga en diez días del mes de agosto de mil ochocientos diez y seis años, su merced el teniente de Gobernador y Justicia Mayor de esta Jurisdicción habiéndosele pasado los dos cajones remachados pertenecientes a los bienes de Francisco Cabal que se indican en el oficio que va por cabeza, a presencia de mí el escribano actuario, del regidor don José María Cárdenas, del Alcalde de la Santa hermandad José Bacca, y del abogado Dr. don Joaquín González, se procedió a su apertura y no conteniendo otra cosa que varios libros y uno u otro papel se verificó su inventario en la forma siguiente: Primeramente la Historia Natural del Conde Buffón en quince tomos en pasta— ítem La química de Fourcroy nueve tomos en pergamino y uno a la rústica— ítem siete tomos del Diccionario Histórico en pasta— ítem La Vida de Cicerón en cuatro tomos en pasta— ítem La Historia de Gil Blas cuatro tomos en pasta— ítem Iliada de Homero cuatro tomos en pasta— ítem La vida de

José Segundo Emperador de Alemania cuatro tomos en pasta— item Brison Diccionario nueve tomos en pasta— item Obras de Iriarte seis tomos en pasta— item Viaje a todo el mundo en francés tres tomos en pasta— item Educación popular cinco tomos en paste— item El tutenor dos tomos en pasta— item Julio César dos tomos en pasta— item Elementos de Historia cuatro tomos en pasta— item La Odisea de Homero cuatro tomos en pasta— item El Hombre Feliz tres tomos en pasta— item La Buga memorias de España— dos tomos en pergamino— item Las cartas de Tudores, tres tomos en pergamino— item Las Cartas filosóficas de Almeida, dos del primer tomo y una del segundo— item Obra de Gracián, dos tomos en pasta— item Vocabulario italiano y español, dos tomos de pergamino— item Cartas americanas, en francés, dos tomos en idem—item Tratado elemental de física, en francés, dos tomos en pergamino— item Manuscritos de José María Cabal, de química, seis tomos en pasta— item Viajes a los Alpes, a la rústica, cuatro tomos— item Enciclopedia Metódica, tres tomos en pasta— item Duque establecimiento primero, tercero, cuarto y quinto, tomos en pasta— item Técnica de la naturaleza, a la rústica, un tomo— item Espectáculo de la naturaleza, ocho tomos en pasta— item Recreación filosófica, siete tomos en pergamino— item Aventuras de Telémaco, dos tomos en pasta— item Diccionario Español, un tomo en pasta— Diccionario de la lengua castellana, un tomo en pasta— item Virgili and usum, primero y segundo en pergamino— item Filosofía de Brison, dos tomos en pergamino— item Ovidi ad usum, primero, segundo y cuarto tomos en pergamino— item Instrucciones sobre la historia de Inglaterra, dos tomos a la rústica, en francés— item Teatro histórico crítico, tercero y cuarto tomos de La elocuencia española, a la rústica— item Memorias de Angel, tomo primero a la rústica— item Carmón Diccionario, tomo primero en pasta— item Suárez, el segundo tomo en pergamino— item Discurso sobre la Historia Universal, el segundo tomo en pergamino— item Educación de la nobleza, primer tomo en pasta— item Compendio histórico de la religión, segundo tomo en pergamino— item Tratado de las enfermedades, en francés, un tomo en pasta— item Instrucciones de Justiniano, un tomo en pasta, en francés— item Obras de Fontenelle, en francés, un tomo en paste— item Brison, Disertación físico teológica, un tomo en pergamino— item Láminas de Diccionario Universal de Física, un tomo en pergamino— item Brison, Filosofisensum, un tomo en pergamino— item Elementos de ciencias naturales, un tomo en pasta— item Laso de Duopera, un tomo en pergamino— item Duhamel, un tomo en pergamino— item Proyecto económico, un tomo en pergamino— item Inés, en pasta, un tomo— item El arte de aprender y de fijar toda clase de colores, un tomo a la rústica, en francés— item Horacio, en pasta, el tomo segundo— item Elemento de química, un tomo en pasta— item Poemas castellanos, un tomo en pasta— Salmos de David, un tomo

en pasta— ítem Pinedas, un tomo en pasta— ítem Revoluciones de Suecia, un tomo en pasta— ítem dieciséis tomos en pasta diferentes autores— ítem de Historia Natural, un tomo en pergamino— ítem Elementos de mineralogía, un tomo a la rústica— ítem Tratado elemental, un tomo a la rústica— ítem quince tomos en pergamino diferentes autores— ítem veintiún cuadernos a la rústica del español en varios números— ítem La obra de Fenelón, en cinco tomos, faltando el primero, de librería de escribanos— ítem un cuaderno a la rústica de la vida de la Fontaine— ítem unos papeles en tres hojas que contienen el reglamento de la Real Audiencia de Quito sobre consentimientos de matrimonio— ítem otro expediente de doña María Francisca Echeverry sobre unas tierras o despojos de caminos— ítem un escrito de la misma, con doña Baltasara de Feijóo— ítem un borrador de carta amatoria sin firma— ítem un papel, mapa de hornilla de reverbero— ítem un papelito de cuentas de gastos en los soldados— ítem otro papelito Oración a Jesucristo— ítem otro apuntito de deudas que se han pagado— ítem un borrador escrito en materia forense— ítem una carta perteneciente a don Pedro, puesta por don José Tobar, con lo que se concluyó esta diligencia no habiendo resultado más que inventariar, y la firma Su Merced dicho Señor Teniente con el Señor Regidor y Alcalde Hermandario que autorizaron por ante mí, de que doy fe— Idelfonso Gil Tejada - José María Cárdenas— Juan José Bacca - Dr. Joaquín González— ante mí Francisco Gil de Tejada escribano de Su Majestad público y de cabildo.

Nota: el oficio que se cita en el encabezamiento de esta lista no está agregado por haberse remitido con su original a Cali donde el señor Comandante General don Francisco Warleta, y no vino de allí o se ha trasapelado. —Aquí doy fe Gil de Tejada.

La indicación es clara y precisa, manuscritos de José María Cabal de química, seis tomos en pasta. Subsiste, sin embargo, la duda sobre el contenido de los seis tomos, siendo lo más probable, dado el carácter de manuscritos, que se tratara de notas de Cabal tomadas en sus cursos en Cádiz y en París, aunque no se puede excluir la posibilidad de que existieran en ellos resultados de investigaciones o trabajos ya terminados. Queda planteado el interrogante mientras no se encuentren los seis tomos. También queda abierta la posibilidad de que haya habido escritos de Cabal entre los libros clasificados como "varios".

En favor de la hipótesis de que Cabal hubiese realizado trabajos de investigación química en sus haciendas durante el período en que allí vivió, está el inventario de los bienes de la hacienda de El Alisal. No está muy claro aún si ese fue el sitio de habitación de Cabal entre su llegada y su incorporación a los movimientos militares de la independencia (final de 1809 y principio de 1811, aproximadamente). Tascón señala que Cabal se retiró a El Hatico pero en otro sitio indica que en 1809, por medio de su apoderado Miguel Cabal, vendió sus dere-

chos sobre esta hacienda a su cuñado don Cayetano Molina. Como en el expediente de confiscación de los bienes de José María y Francisco Cabal no se menciona El Hatico, nos parece más probable que José María haya vivido en El Alisal con su hermano Francisco, y que haya ayudado a su cuñado en la explotación de El Hatico. Volviendo al inventario de los bienes de El Alisal, encontramos una serie de elementos, descritos con poco interés y precisión, pero que no dejan duda de que pertenecían a un laboratorio químico. La relación se encuentra en el folio 17 de la sig. 5820, Archivo Central del Cauca, y dice:

(...) tres embudos dos grandes y uno chico; un frasquito y una pipa vacía de cristal ítem, en otro cajón sin tapa se hallaron las piezas de cristal que siguen —ocho copas grandes, dos vasos, un atenor, una copa quebrada, tres frasquitos de mayor a menor, dos saleros pegados, seis embudos y otra más quebrado de mayor a menor, un tintero y un arenillero y trece piezas que tienen la figura de crisol, de mayor a menor, dos canutos, una bomba y una ventosa todo lo dicho de cristal-ítem, por separado de los cajones se encontraron separadas las piezas siguientes—diez y ocho limetas negras; digo veinte, y entre ellas siete ocupadas con algunos menurjes desconocidos, seis frascos verdes-ítem ocho dichos de cristal de mayor a menor, y el más grande averiado, cuatro jarras de (ilegible) dos grandes y dos chicas; dos platos grandes de ídem; una palancana, y dos chicas con borde azul, una palancanita más blanca, seis tazas medianas y una de ellas averiada, tres pozuelos y otra tacita de pico todo de loza de talavera y vaso de la fina, ítem, dos tinajas de echar agua, y una botija vidriada que servía de guardar aceite canime ítem, un braceró de cobre; (...).

Hay que señalar igualmente que en el inventario de bienes de La Concepción figuran, no agrupados, papeles y libros diversos. Las autoridades españolas no comprendieron su importancia pues aunque los hicieron reunir e inventariar separadamente (sig. 5820 fol. 39-41 ACC), sólo relacionaron detalladamente los actos judiciales. Entre ellos figura una copia manuscrita de la *Memoria razonada sobre las salinas de Zipaquirá*, escrita por Alejandro Humboldt en 1801 en Santafé. Entre los libros hay, sin embargo, según se puede leer en el inventario general de la hacienda, algunos de gran valor, como el *Arte de los metales* (sin referencia de autor pero se trata seguramente de la importante obra de Alonso Barba). Elementos de química (sin anotar) y varios mapas y cuadernos de química. También vale la pena indicar que entre los anexos de la hacienda hay un horno para hacer ladrillo, de una capacidad de mil unidades.

En relación con la biblioteca de José María Cabal quedan pocas probabilidades de establecer una lista, por ignorarse, en primer lugar, dónde se encontraba, en el caso de que se hallase en un solo sitio, y también por la confusión

que envuelve a todos los acontecimientos relacionados con los bienes de los Cabal y su confiscación en 1816. Por ejemplo, el mayordomo de la hacienda de La Concepción, Bernardo García, interrogado por las autoridades realistas el 31 de agosto de 1816, declara que "... sabe y le consta que el hijo de Joaquín Arana condujo una carga de libros que la señora mujer del expresado Cabal (Francisco) mandó a esta ciudad..." y más adelante añade el mayordomo:

(...) y que estando Francisco Cabal en la hacienda cuando el que declara se hallaba en el trabajo, cuando regresó a la casa ya no lo encontró, ni a don Manuel Cabal que estaba en su compañía, ni un par de baúles con fajas de hierro que tenía aparejadas seguramente para la marcha que pensaba hacer en compañía del citado don Manuel emigrando fuera de esta provincia. Que sabe (por habérselo dicho su mujer) por haber venido esta a la ciudad en compañía de la mujer de Francisco Cabal que todo o mucha parte de lo que contenía en los baúles se trasladó y depositó en el convento de Santo Domingo en poder del presbítero don Juan Antonio Gil (...)

El dos de septiembre rinde declaración la esposa de Bernardo García, Margarita Vivas, y sobre el asunto de los baúles dice :

(...) que lo único que sabe y le consta por haberlo visto es que estando hospedada en casa de don Juan Francisco Aparicio, suegro del mencionado Cabal, en la tienda de la esquina tres o cuatro pares de baúles que oyó decir iban a mandarlos para su resguardo al convento de Santo Domingo a poder del presbítero don Juan Antonio Gil, y que poco antes de entrar en esta ciudad las tropas de Su Majestad, no estaban ya los baúles en el lugar en que los había visto (...)

Por su parte el presbítero Gil interrogado el tres de septiembre afirma:

que lo único que se puso a su poder perteneciente al citado Cabal y su familia fue la carga de los cajones, que con noticia que tuvo de que se trataba de embargar los bienes de Francisco Cabal dio noticia de ellos a su mujer doña Josefa Aparicio para que los denunciase, y son los mismos que se han presentado al juzgado, y sobre que ha dado otra declaración ante el señor Teniente de Gobernador de orden del señor Comandante General don Francisco Warleta, y que en cuanto a los baúles que se expresan, que es falso hayan entrado a su poder ni ha tenido noticia de ellos ni en donde se hayan guardado (...)

Finalmente, Manuel Cabal es interrogado el mismo día y

(...) preguntado qué destino le dio a un par de baúles con fajas de hierro que tenía preparados y sacó de La Concepción, diga dónde se custodiaron y qué personas los cargaron pues consta en este expediente haber sido todo esto en

su compañía, responde: Que no ha visto ni ha sabido de los baúles que se mencionan, y por consiguiente quien los cargase, ni en dónde se guardasen... (sig. 5820, folios 27-35, ACC).

Los hechos son confusos y cada cual declara según su conveniencia pero parece bastante probable que al menos una parte de los libros de Cabal no estén entre los confiscados por Warleta. ¿Y qué decir del destino de los confiscados? Obviamente, estamos limitados a las suposiciones, partiendo de la base de que ni la familia Cabal ni el Centro Histórico y Archivo de Buga han logrado recuperarlos. Entre las diversas posibilidades está la de que los libros y otros documentos hayan sido remitidos a España. Contrariamente a lo que se cree, generalmente las autoridades españolas eran conscientes de la importancia de los trabajos científicos que se estaban realizando en la Nueva Granada. No se explica de otra manera el cuidado con que se trasladó a España el material de la Expedición Botánica, para lo cual se contrató especialmente un buque holandés cuyo capitán hizo el viaje hasta Madrid a entregar el material al rey en persona. Quizás esta hipótesis sea la más plausible, y sobre todo la más acorde con la desaparición de los libros confiscados.

EL CIENTIFICO MALGRADO

En el estado actual de las investigaciones sobre José María Cabal puede decirse que su balance como hombre de ciencia es dramáticamente pobre, y desafortunadamente seguirá siendo válida esta afirmación mientras no se encuentren trabajos originales escritos por él. Al calificar de pobre el resultado de Cabal queremos insistir sobre lo que hubiera podido ser, si las condiciones hubieran sido diferentes, porque indudablemente Cabal logró llegar a un nivel notable de conocimientos en disciplinas como la mineralogía y la química. Todo estaba a su favor cuando, después de años difíciles, llegó a la Nueva Granada en 1809. Todo, menos la situación política. El régimen trató de comprometerlo nombrándolo alcalde de Buga, pero Cabal no aceptó; sus simpatías estaban del otro lado. ¿Tuvo alguna actividad científica durante el corto período transcurrido entre su llegada y su incorporación a los movimientos de independencia? Es indudable que sí. La prueba está en los inventarios de la ciencia de El Alisal, donde se encuentran no solamente los instrumentos de un laboratorio químico, sino algunos productos que los soldados de Warleta torpemente califican de "menjurjes". El horno para cocer ladrillos de la hacienda de El Alisal es también significativo pues su capacidad supera ampliamente las necesidades de la hacienda, de tal suerte que es muy lógico suponer

que Cabal hizo ensayos para fabricar nuevos tipos de ladrillos o para mejorar los ya existentes. Que Cabal haya escrito algún estudio científico durante esta época es también indudable. Recordemos que su intención al llegar a Santafé era iniciar un inventario de recursos minerales del Nuevo Reino y que el aviso de Caldas en el *Semanario* aparece en 1809. En 1811 ya debía entonces tener al menos resultados parciales. Se sabe igualmente que su interés era notable en cuanto a problemas agrícolas, que además se consagró a la explotación de una hacienda, y que sobre agricultura tropical había entonces muy pocos estudios en cuanto a la parte química, por no decir ninguno. En esas circunstancias, y dada su preparación, es posible que se haya anticipado en varios puntos al creador de la agronomía, Juan Bautista Boussingault, quien precisamente pocos años después de la muerte de Cabal formó parte de una expedición científica en Colombia. Son estas algunas de las conjeturas que se pueden tejer sobre la posible obra de Cabal, mientras no se hayan encontrado estudios originales. Por ahora debemos seguir viendo en José María Cabal a un gran científico malogrado por las circunstancias políticas. Irónico destino; al dirigirse Cabal a Francia a coronar sus ideales científicos estaba probablemente forjando su futura pérdida, pues las autoridades españolas no solamente condenarán al criollo insurgente sino al progresista afrancesado que en ese momento recordaba a España su mortal enemigo.

Capítulo 2

ALEJANDRO HUMBOLDT

APUNTES BIOGRAFICOS

El 14 de septiembre de 1769 nació en Berlín Federico Enrique Alejandro, barón de Humboldt. Educado en Tegel, junto con su hermano mayor Guillermo, Alejandro mostró desde temprana edad inclinación por las ciencias naturales. Estudió, sin embargo, humanidades en las universidades de Francfurt y Gotinga, y entró a la Academia de Minas de Freiberg en 1791. Freiberg era entonces el centro minero más famoso de Europa, y la Academia, dirigida por Werner, había llegado a ser uno de los más cotizados centros de investigación en geología y minería. Werner había planteado su teoría neptunista sobre el origen de los basaltos y se había entablado la polémica con la escuela plutonista del escocés James Hutton, la cual terminaría ganando la batalla, curiosamente en parte gracias a los trabajos de Humboldt sobre América. Terminados sus estudios de ingeniería de minas en 1792, Humboldt ejerce su oficio hasta 1796 en diversas explotaciones mineras, como asesor del departamento de minas de Prusia, en Franconia, Baviera y Austria. Nombrado director de minas de Silesia, rechaza el puesto, aunque acepta el de consejero superior de minas. La muerte de su madre es precisamente el momento crucial en el cual Humboldt abandona su brillante carrera para dedicarse a las exploraciones, inicialmente tras el estudio de los volcanes y de la geología. La herencia de su madre es considerable, 312.000 francos oro de la época, la cual como se verá más adelante será invertida en sus viajes y en la publicación de sus obras. En 1798 viaja a París y establece relaciones con el activo mundo científico parisino, donde

conoce a su futuro compañero de viaje, Amadeo Bonpland. Un proyecto de viaje con Bougainville había fracasado en 1798, y otro con Bonpland al Oriente Medio corre la misma suerte en el mismo año; entonces los dos viajeros deciden embarcarse para España, para tratar de obtener el permiso de visitar las colonias americanas, y gracias a la intervención del ministro Urquijo obtienen el ansiado pasaporte en marzo de 1799. Se dice que los conocimientos de Humboldt en minería fueron decisivos en la autorización de la corte española.

El viaje de Humboldt y Bonpland se inicia en mayo de 1799 en La Coruña, con destino Venezuela, a donde llegan el 16 de julio (Cumaná), y donde viajan durante cuatro meses en exploraciones diversas, hasta llegar a Caracas. Viajan por el Orinoco de febrero a agosto de 1800, y se dirigen a La Habana en noviembre. Su intención es unirse a la expedición del capitán Baudin en el puerto de El Callao, y para tal propósito tienen dos posibilidades, la vía marina por Panamá o la terrestre por Cartagena-Santafé-Quito. Optan por esta última en vista de la presencia de Mutis y de la Expedición Botánica en Santafé. El itinerario en la Nueva Granada es bien conocido: Cartagena (llegada el 30 de marzo de 1801). Honda (13 de junio). Santafé (5 de julio). Ibagué (5 de octubre). Popayán (10 de noviembre). Ibarra (31 de diciembre). El viaje sigue por Ecuador y Perú, hasta el 5 de diciembre de 1802, y por México y los Estados Unidos, del 22 de marzo de 1803 al 9 de julio de 1804. El 3 de agosto de 1804 llegan Humboldt y Bonpland a Burdeos.

De 1804 a 1827 Humboldt se establece en París, desde donde hace frecuentes viajes, y donde empieza la publicación de los resultados de su viaje a América, cuyo primer tomo aparece en 1807. Amigo de Gay-Lussac, Arago, Von Buch, relacionado con todos los científicos europeos, introducido en las altas esferas políticas de Europa, Humboldt realiza en esos años una prodigiosa actividad. En 1827 es llamado a Berlín como consejero del rey de Prusia. Empieza entonces a gestar su gran obra *Cosmos*, publicada entre 1845 y 1862. Hace un gran viaje a Rusia y numerosas misiones diplomáticas en Europa, y trabaja intensamente en *Cosmos*. Muere en Berlín el 6 de mayo de 1859.

LA OBRA CIENTIFICA DE HUMBOLDT

Si una característica marcada tiene la obra de Alejandro Humboldt, es su prodigiosa diversidad, a lo cual contribuyen varios factores. De ellos el primero y más importante es lógicamente que Humboldt fue escritor infatigable, pero además, que duró escribiendo sus resultados y observaciones más de cincuenta

años, tarea en la cual gastó toda su fortuna (se estima efectivamente que la publicación de sus obras le costó 368.000 francos, el viaje 150.000). También es cierto, por otra parte, que la literatura de la época sobre América era ya bastante extensa, y que Humboldt la consultó y la utilizó en sus trabajos (para sólo citar la expedición francoespañola de 1735, había obras publicadas de La Condamine, Bouguer, Ulloa, y Juan, en numerosos volúmenes), sin contar con la abundante información no publicada que le fue suministrada por científicos locales como Caldas, Acosta o el mismo Mutis.

América ocupa un sitio preponderante en la obra de Humboldt; buena parte de lo relacionado con el tema se encuentra en el *Viaje a las regiones equinocciales del Nuevo Continente, hecho en 1799, 1800, 1801, 1802, 1803 y 1804 por Alejandro de Humboldt y Amadeo Bonpland*, redactado por A. de Humboldt, obra monumental en 30 volúmenes publicada en París, en francés, entre 1807 y 1834. Los primeros 14 volúmenes contienen la parte botánica descriptiva, los XV y XVI las Vistas de las Cordilleras, el XVII el Atlas geográfico, el XVIII el Examen crítico de la historia de la geografía del Nuevo Continente, el XIX el Atlas geográfico y físico del Reino de Nueva España, el XX la Geografía de las plantas equinocciales, los XXI y XXII las Observaciones astronómicas, los XXIII y XXIV las Observaciones zoológicas, los XXV y XXVI el Ensayo político sobre el Reino de Nueva España, el XXVII el Ensayo sobre la geografía de las plantas, y los XXVIII a XXX la Relación histórica del viaje a las regiones equinocciales del Nuevo Continente. Fuera del *Viaje a las regiones equinocciales*, la obra de Humboldt consta de los *Cuadros de la naturaleza* (2 volúmenes, París, 1808), el *Ensayo político sobre la isla de Cuba* (2 volúmenes, París, 1828), y el *Cosmos* (5 volúmenes, Stuttgart, 1845-1862), trabajos en los cuales hay información sobre América, y algunas publicaciones aisladas.

LA OBRA GEOLOGICA DE HUMBOLDT EN COLOMBIA

Sobre la compilación de los trabajos científicos de Humboldt en Colombia existen ya varios ensayos, el más importante de los cuales es el de Pérez A. (1959), *Alejandro de Humboldt en Colombia*, en el cual se traza el itinerario del científico y se recogen los textos más conocidos que en su obra se refieren al territorio colombiano, con algunos comentarios sobre cada uno. No hay, sin embargo, en este trabajo, como en ningún otro del género, un análisis de los textos, ni mucho menos una evaluación del aporte científico de cada texto.

La gran sorpresa del investigador que se consagra a la lectura de los escritos de Humboldt es constatar que sólo se han divulgado aquellos que presentan interés descriptivo y que insisten en lo pintoresco y lo exótico. Han quedado marginados aquellos que presentan carácter científico real y que hacen aportes precisos al conocimiento de América. Son éstos, en el campo de nuestro estudio, la *Memoria raciocinada sobre las salinas de Zipaquirá*, y el *Essai géognostique sur le gisement des roches dans les deux hémisphères*, obra que hasta ahora ha sido clasificada entre los trabajos menores de Humboldt, y los *Mélanges de géologie et de physique naturelle*, estudio prácticamente desconocido, aunque la descripción de la Sabana de Bogotá fue publicada por Pérez A. (1959).

La *Memoria raciocinada sobre las salinas de Zipaquirá* (1801). Extrañamente este trabajo, uno de los más importantes sobre Colombia, no fue incluido por Humboldt en la publicación de sus obras, y se conoce por publicaciones contemporáneas, entre ellas la de Pérez A. (1959), según el manuscrito que se encuentra en el Archivo de la Real Expedición Botánica en Madrid. De él hay varias referencias en la correspondencia de Mutis (Hernández de Alba, 1983) pues como se sabe el manuscrito fue redactado en Santafé en agosto de 1801 y entregado a Mutis para observaciones. En ruta hacia Quito, Humboldt recibe en Ibagué el manuscrito con una carta de Mutis. Pérez Arbeláez indica que de él se sacaron varias copias, una de ellas para Caldas. Debemos señalar por nuestra parte la copia que figura en el inventario de libros de don José María Cabal, de la cual se habla en el capítulo anterior de este estudio.

La *Memoria raciocinada* fue escrita por Humboldt a solicitud del virrey Mendiúeta, según lo afirma el autor en los *Mélanges de géologie* (1864). Si las inquietudes mineras de Mutis son conocidas, la preocupación de Mendiúeta por el desarrollo de la minería del virreinato no ha sido suficientemente destacada. En todo caso, el interés por Zipaquirá es ante todo económico, y ese es el enfoque principal de la *Memoria*, cuyas recomendaciones aspiran ayudar a una mejor explotación y beneficio de la sal. En ese terreno, más que en cualquier otro, Humboldt es un gran experto pues su formación primera es la de minero y metalurgista, pero desde el punto de vista del aporte científico la parte minera ya no presenta mayor interés. Este está en el párrafo titulado "Observaciones geológicas y explotación de la mina", al principio del cual Humboldt expone algunas ideas muy resumidas sobre las formaciones geológicas que conforman la sabana. Distingue dos, la de Bogotá y la de Honda, las cuales están sobre la formación de Villeta, y son

secundarias. En estas frases reside la contribución de Humboldt a la estratigrafía de la sabana. Debemos reconocer que esta contribución no es tan importante como lo habíamos supuesto en investigaciones anteriores (Espínosa, 1985), tan extensas que no permitían la lectura detallada de todos los textos originales; podríamos decir incluso que la contribución es insignificante comparada con la que sobre el mismo tema hará más tarde Karsten, si no tuviéramos en cuenta el lapso de cincuenta años que separa los dos trabajos. La razón precisa de la sobrevaluación del aporte de la *Memoria* está en el término secundario, empleado por Humboldt en el sentido de posterior a la existencia de seres organizados (fanerozoico en la terminología actual), y que era utilizado en esa época al hablar de edad, como equivalente al mesozoico actual.

El *Ensayo geognóstico sobre el yacimiento de las rocas en los dos hemisferios* (1823). Este trabajo poco conocido es ciertamente el estudio geológico mejor logrado en la obra de Humboldt. El término geognosia ha caído en desuso pero en el siglo XIX significaba el estudio de las formaciones rocosas y de sus relaciones, y ha sido remplazado por la estratigrafía.

El *Ensayo geognóstico* constituye un documento de gran valor en la historia de la evolución del pensamiento geológico. Escrito en el momento crucial del nacimiento de la geología, el *Ensayo* trata todas las polémicas, refleja todas las dudas, e incursiona en todas las direcciones del pensamiento de los fundadores del método geológico. Las ideas de Werner son la base sobre la cual se desarrollan las observaciones de Humboldt, de Von Buch y de los paleontólogos franceses. El interés del *Ensayo* dentro del contexto de la ciencia de la época aparece claramente en la obra que le consagró Marzari (1825).

El *Ensayo geognóstico* es de difícil lectura, en primer lugar por la dimensión del tema, pues Humboldt pretende tratar todas las formaciones rocosas de Europa y América y ya en la época el cúmulo de información es abrumador. En segundo lugar el orden adoptado por el autor es la sucesión cronológica de las formaciones, y en ese orden trata simultáneamente a Europa y América, de tal suerte que es imposible aislar totalmente la parte americana y más aún la parte neogranadina. Es cierto que al tratar ciertas formaciones Humboldt consagra párrafos enteros, a veces bastante extensos, a la Nueva Granada, pero no es menos cierto que las alusiones a la geología neogranadina son frequentísimas y que son difíciles de evaluar en su conjunto. Una conclusión salta a la vista, sin embargo. El aporte del *Ensayo geognóstico* a la geología de Colombia es considerable en su época en términos de cantidad de información. Las descripciones son detalladas, precisas y numerosas, y de antemano se puede supo-

ner que para los estudiosos del siglo XIX, Karsten por ejemplo, la obra tuvo que constituir un excelente punto de partida. Hay que inclinarse ante la extensión, la densidad y lo meticoloso de las observaciones de Humboldt. Aparecen en ella desde las clasificaciones de conjunto hasta los más pequeños datos sobre la geología de todas las regiones que atravesó. Se constata, además, que en su itinerario hizo frecuentes desviaciones con el objeto preciso de observar formaciones geológicas particulares.

Mélanges de géologie (1864). Esta obra contiene una serie de estudios de Humboldt relacionados con la geología y la física, con algunas transcripciones de otros autores sobre temas relacionados, como las ascensiones de La Condamine y de Boussingault al Chimborazo. El título de la obra, sin embargo, no corresponde exactamente al contenido, pues buena parte de cada trabajo contiene descripciones generales que poco tienen que ver directamente con la geología. El capítulo consagrado a la sabana de Bogotá, titulado "Descripción de la meseta de Bogotá", no escapa a la regla; solamente las últimas páginas tocan directamente el problema de la composición de las rocas en el área de la sabana y hay que reconocer que no lo tratan de manera contundente. Se trata de largas descripciones sobre la composición de las rocas. Distingue Humboldt tres pisos, de abajo arriba: areniscas, yeso y calizas, pero sin determinar grupos o formaciones adecuados y, sobre todo, sin tocar el asunto crucial de las edades. De esta manera, habiendo sido superadas las descripciones como lógicamente tenía que ocurrir, prácticamente nada queda como aporte de las observaciones geológicas sobre la meseta de Bogotá.

Vistas de las Cordilleras (1816). Aunque es esta una de las obras más conocidas de Humboldt, probablemente por su carácter pintoresco, poca es en realidad la información científica que contiene. Se trata más bien de un trabajo descriptivo de divulgación sobre los sitios más espectaculares que Humboldt visitó en América. Hay entre ellos sitios arqueológicos históricos, paisajes grandiosos, curiosidades naturales u obras de arte, a propósito de los cuales se dan datos sueltos diversos con muy poca conceptualización. Sobre el territorio colombiano están los temas de los volcanes de lodo de Turbaco, la laguna de Guatavita, el puente natural de Icononzo, el paso del Quindío, el Salto del Tequendama, la cascada del río Vinagre, el calendario y las esculturas muiscas. Para cada tema hay un dibujo y un texto explicativo que puede llegar a ser bastante extenso. No encontramos sobre el tema de la geología prácticamente nada notable en la obra, salvo quizá algunos pocos datos sobre la composición de las rocas en la región de Icononzo.

EL APORTE DE LA OBRA DE HUMBOLDT A LA GEOLOGIA COLOMBIANA

La primera conclusión al estudio de la obra geológica de Humboldt en Colombia es que se corrobora ampliamente la impresión inicial: en los trabajos de Humboldt se ha sobrestimado el aporte descriptivo y pintoresco y se ha desconocido el real aporte científico. Las obras de Humboldt más conocidas en Colombia son las *Vistas de las Cordilleras*, la *Relación histórica del viaje* y el *Diario del viaje*, de los cuales se han hecho publicaciones totales o parciales, de tal manera que quien sólo conoce superficialmente a Humboldt supone que sus principales escritos sobre Colombia son los referentes a los volcanes de lodo de Turbaco, el Salto del Tequendama o el paso del Quindío, páginas demasiado descriptivas y de poco valor científico en realidad. El verdadero aporte de Humboldt se halla en obras poco conocidas, de las cuales no ha habido probablemente ninguna nueva edición fuera de la original de Humboldt. En cuanto a geología se refiere, el aporte importante está en el *Ensayo geognóstico sobre el yacimiento de las rocas en los dos hemisferios*. Veamos en qué consiste ese aporte.

Curiosamente, la contribución de Humboldt a la geología colombiana se sitúa, no en el campo de las rocas sedimentarias (cordillera Oriental), como se ha creído hasta ahora, sino en el de las rocas ígneas de la cordillera Central. Hay que reconocer que en el *Ensayo geognóstico*, en el capítulo sobre las areniscas, Humboldt trata de manera bastante detallada las rocas sedimentarias del oriente, e incluso del occidente colombiano. No hay, sin embargo, ningún dato importante en cuanto a la edad; se repite simplemente lo expuesto en la *Memoria raciocinada sobre las salinas de Zipaquirá*. Hay sí en cambio graves errores de interpretación, como el de correlacionar todas las rocas sedimentarias colombianas, mesozoicas y terciarias, con los *vieux gres rouges* europeos, de edad y origen completamente diferentes. Esta interpretación hubiera podido retrasar considerablemente el progreso del conocimiento geológico de Colombia, si no hubiera sido corregida más tarde por Karsten. Justo es reconocer, sin embargo, que las descripciones de Humboldt sobre las rocas sedimentarias son bastante precisas, detalladas y acertadas, y que constituyen una información básica que será de gran utilidad para los investigadores posteriores.

En cuanto a las rocas ígneas de la cordillera Central, el *Ensayo geognóstico* hace un aporte muy notable en la parte descriptiva, pues define gran cantidad de unidades y da de ellas una descripción de muy buena calidad para la época, incluyendo frecuentemente composiciones mineralógicas y relaciones entre las unidades. En el *Ensayo geognóstico* se encuentra el punto de partida del estudio

de las rocas ígneas de los Andes colombianos, y hay que considerar esta obra como una base fundamental en ese campo. Aunque hay errores importantes, son los errores de la época, y se deben principalmente a la falta de una clasificación química de las rocas y a ciertos conceptos, admitidos entonces, sobre las correlaciones entre unidades.

Resumiendo la contribución de la obra de Humboldt a la geología colombiana, puede decirse que, al igual que la contribución general de la obra, ha sido a veces ignorada y frecuentemente sobrevaluada. Si es erróneo suponer que Humboldt no hizo geología en Colombia, lo es más creer que resolvió grandes problemas de la geología colombiana. La verdad es que más fue lo que planteó que lo que resolvió la obra de Humboldt en ese campo. En esto precisamente, y en las descripciones que dejó, está su principal mérito. Su aporte real consiste en las numerosas, precisas y pertinentes observaciones que contiene, y que fueron la base sobre la cual pudieron iniciarse verdaderamente las investigaciones geológicas en Colombia, en la segunda parte del siglo XIX.

HUMBOLDT Y EL DESARROLLO GEOLOGICO-MINERO DE COLOMBIA

En un estudio anterior (Espinosa, 1984) planteábamos que la contribución de Humboldt al desarrollo de la ciencia colombiana residía no tanto en sus propios trabajos sobre Colombia, sino en las perspectivas que abrió a las investigaciones que los científicos locales venían adelantando desde años atrás. Hay que tener en cuenta efectivamente que los resultados de las investigaciones de Humboldt no fueron publicados inmediatamente, salvo algunas excepciones, y mucho menos podían ser difundidos en Colombia apenas se dieran a luz, de tal suerte que la obra científica no pudo ser conocida en Colombia antes de la segunda mitad del siglo, o sea por lo menos cincuenta años después del viaje. De otra parte, la contribución geológica no tuvo realmente las dimensiones que frecuentemente se le han atribuido. Lo que sí tuvo en cambio un efecto inmediato fue el contacto entre Humboldt y la ciencia neogranadina, y las acciones que de él se desprendieron a corto o a mediano plazo.

Digamos para empezar que las relaciones de Humboldt con los científicos criollos no fueron buenas, o solamente lo fueron mientras Humboldt no vio en ellos rivales científicos. Fue el caso de Mutis, de Pombo y de Caldas hasta cuando aparecieron campos comunes de investigación, en los cuales Humboldt descubrió con sorpresa que Caldas estaba notablemente adelantado. Sobre es-

tos puntos el comportamiento de Humboldt es discutido, pero, si se tratara de juzgar severamente su contribución a la ciencia colombiana, se podría decir que fue un simple subproducto, voluntario o involuntario, de su viaje y de sus trabajos. Cualquiera que sea su motivación, la contribución existe, sin embargo, y es importante.

Gracias a la intervención de Humboldt y al material que llevó de Colombia, muchos científicos europeos, entre ellos los más destacados, estudiaron aspectos de la geología colombiana e hicieron notables adelantos. Entre ellos están Alcides D'Orbigny, Alexandre Brogniart y Leopold von Buch, quienes hicieron estudios importantes que fueron la base para las exploraciones de la segunda mitad del siglo XIX. Como dato curioso, el material y los estudios sobre la geología colombiana y suramericana desempeñaron un papel importante en la evolución de las ideas geológicas. La famosa polémica entre neptunistas y plutonistas fue resuelta a favor de los segundos, en parte gracias a los trabajos de Humboldt y Von Buch sobre las andesitas de Suramérica. Un caso similar es el de las observaciones geológicas de Darwin en América del Sur, que lo condujeron a la teoría de la evolución.

El segundo aspecto de la contribución de Humboldt, situado más bien en el campo institucional, lo constituyen las expediciones científicas que bajo alguna influencia suya visitaron a Colombia durante el siglo XIX. En 1823, en el *Ensayo geognóstico*, escribía Humboldt a propósito de los volcanes: "Aquello que parece difícil de descifrar hoy, se tornará claro tal vez cuando la América equinoccial, libre, civilizada, más accesible a los viajeros, sea explorada por un gran número de hombres instruidos...". En 1823 precisamente se inicia la primera expedición científica auspiciada por Humboldt, la de Boussingault-Rivero. Solicitada por Bolívar y Santander, negociada por Zea en Europa, esta misión debía tener por objeto la fundación de una Escuela de Minas en Bogotá. Su objetivo principal no pudo realizarse pero en sus varios años de trabajo en Colombia inició una labor importante, no solamente en geología sino también en química y biología. Una segunda misión patrocinada por Humboldt fue la de Karsten a mediados del siglo, de gran importancia pues la obra de Karsten sobre la geología colombiana es seguramente la más relevante del siglo XIX. Los trabajos de Karsten estuvieron parcialmente relacionados con los de la Comisión Corográfica. Ch. Degenhart visitó igualmente a Colombia un poco antes de la mitad del siglo. Las expediciones auspiciadas por Humboldt fueron a su vez generadoras de otras expediciones que se realizaron al terminar el siglo XIX: Hettner, Reiss y Stubel, Stille, estableciéndose así un intercambio que se

continuará en el siglo XX con científicos como Scheibe, Hubach, Grosse y muchos otros.

La obra de Humboldt fue igualmente impulsora de la minería de Colombia en la medida en que dio a conocer el país y su potencial minero en Europa. Dado el prestigio de Humboldt, a quien hay que reconocer un interés general por la emancipación y el progreso de América Latina, sus trabajos se constituyeron en polo de atracción para los europeos interesados en la minería colombiana.

Capítulo 3

ENRIQUE HUBACH

BREVE BIOGRAFIA DE ENRIQUE HUBACH

El 25 de enero de 1896 nació en Osorno, provincia de Osorno, Chile, Carlos Nicolás Enrique Hubach Eggers, hijo de don Conrado Hubach y doña Marta Eggers.

Después de sus estudios primarios en el Colegio Alemán de Osorno, Enrique Hubach viaja a Alemania donde cursa estudios secundarios en el Liceo Kassel de Prusia, y estudios superiores en la Universidad de Berlín. Terminada su formación viaja a Bolivia, donde permanece un año haciendo exploraciones geológicas para luego regresar a Berlín. En 1923 el gobierno colombiano solicita al gobierno alemán el envío de dos geólogos para el Ministerio de Industrias. En las negociaciones interviene el embajador de Colombia en Berlín, Laureano Gómez. Los dos científicos escogidos son Ernesto Scheibe y Enrique Hubach. Este último llega a Colombia durante el mismo año de 1923 y empieza a trabajar en exploraciones petroleras en el Darién, Catatumbo y Chocó. De 1931 a 1934 es director de la Comisión Científica Nacional y posteriormente profesor de la Universidad Nacional, y continúa sus investigaciones en el campo hasta 1938. Pasa entonces a la Shell Oil como geólogo jefe, cargo que ocupa hasta 1944.

En 1943 Enrique Hubach se casa en Popayán con la señorita Josefina Valencia, hija del maestro Valencia. Su interés científico y personal por el suroccidente de Colombia databa de 1928, y a partir de 1945 se establece en Popayán donde, con excepción de algunos períodos, vivirá hasta su muerte.

Instalado en la hacienda de Genagra se dedica a su explotación y continúa sus investigaciones geológicas, trabajando para el recién creado Instituto de Fomento Industrial. En esta época escribe algunos de sus más importantes trabajos. Esporádicamente también es profesor en la Universidad del Cauca.

El Servicio Geológico Nacional había sido fundado en 1940. Sus primeros pasos fueron difíciles por la falta de personal calificado, pero en 1950 la institución ya está cobrando fuerzas. En ese año el presidente Laureano Gómez llama para la dirección del Servicio a Enrique Hubach. Este último acepta, se establece en Bogotá y hasta 1957 dirige la institución, con tan buen acierto que se ha podido llamar ese período la Edad de Oro del Servicio Geológico. Con el impulso de Hubach el Servicio se convierte en un moderno centro de investigación en el cual trabajan científicos colombianos con colegas europeos traídos por Hubach.

En 1957 se retira Hubach del Servicio Geológico y viaja a Europa, donde permanece hasta 1959. Regresa a Popayán y realiza diversos trabajos para el IFI. Entre estas actividades y el cuidado de la hacienda pasa los últimos años; muere en Popayán el 23 de septiembre de 1968. Reposo en la hacienda de Genagra, en el sitio escogido por él mismo, donde posteriormente se construyó una capilla.

LA OBRA GEOLOGICA

La extensa obra geológica de Enrique Hubach está en mora de ser recopilada y publicada. La primera evaluación realizada (Espinosa, 1984) puso de manifiesto la prodigiosa diversidad y la calidad científica pero no llegó hasta el análisis de los principales trabajos, tarea que parece fundamental en el estado actual de las investigaciones sobre Hubach, y que es uno de los temas centrales de la presente investigación. De gran importancia es también hacer un nuevo balance de la obra publicada y de la no publicada. En cuanto a la parte publicada, la mejor fuente de información sigue siendo la biblioteca de Ingeominas, en la cual aparecen los trabajos de la *Compilación de Estudios Geológicos Oficiales* y del *Boletín de Minas y Petróleos*. De la parte no publicada también una gran cantidad de estudios está en la biblioteca, en forma de informes del Servicio Geológico Nacional. Queda por revisar lo relacionado con la industria petrolera, los trabajos hechos para la Shell por ejemplo, lo cual se hace bastante difícil actualmente por el interés económico que puedan tener tales trabajos.

El número total de informes de Hubach en el Servicio Geológico Nacional es de 170 como autor único y de 39 como primer autor. Entre ellos hay 41 publicados, en la *Compilación de Estudios Geológicos Oficiales* y el *Boletín de Minas y Petróleos* principalmente. Sus títulos son ya bastante conocidos; además figuran en bibliografías como la del Instituto Geofísico de los Andes (Ramírez, 1957, 1973).

ANÁLISIS DE LA CONTRIBUCIÓN DE ENRIQUE HUBACH

Hecho el balance de la obra de Hubach, hay que pasar a analizar los principales trabajos, su aporte científico y sus implicaciones en términos de ciencia aplicada. Estos enfoques son obviamente esquemáticos, pues no existen en realidad trabajos puramente académicos o puramente aplicados, pero son necesarios en la medida en que permiten una aproximación a la obra. Debemos, además, analizar la contribución institucional de Hubach en el desarrollo de la geología colombiana y finalmente su obra como maestro, punto que reviste especial interés por su carácter excepcional.

La contribución académica. En la obra de Hubach el aporte académico es de gran importancia, y será el de mayor impacto con el correr del tiempo. Si muchos de los trabajos representan adelantos importantes en el conocimiento geológico de Colombia por los nuevos datos y observaciones que aportan, por otra parte en la obra de Hubach encontramos las primeras verdaderas síntesis de la geología colombiana. Buena parte de los trabajos de Hubach conservan aún su validez, gran número de formaciones geológicas fueron definidas por él, y algunos conceptos claves se encuentran en sus trabajos. Las investigaciones que mayor impacto han tenido son a nuestro juicio el *Informe 1212*, "La altiplanicie de Paletará," y la "Geología de los departamentos del Valle y el Cauca".

El Informe 1212 (1957). El *Informe 1212* del Servicio Geológico Nacional, "Contribución a las Unidades Estratigráficas de Colombia", representa un hito importante en el progreso del conocimiento geológico de Colombia. El problema de las correlaciones es clave en geología en el sentido de que debe existir un consenso en la comunidad geológica sobre los nombres de las diferentes formaciones descritas en cada región. En la realidad llegar al consenso es un camino largo y difícil pues cada grupo de investigadores trabaja de manera más o menos independiente y hay pocos intercambios sobre el material no publicado. El resultado es que van apareciendo en la literatura diversas nomenclaturas

que se refieren a las mismas formaciones, problema que sólo se resuelve con estudios de síntesis estratigráficas, que gracias a comparaciones entre las diversas nomenclaturas establezcan correlaciones entre ellas. Dentro de esta problemática científica se inscribe el *Informe 1212*, en una época en que un trabajo de esta naturaleza se hace absolutamente indispensable pues durante ya más de cuarenta años (la Comisión Científica Nacional fue fundada en 1917) varios grupos de geólogos han venido trabajando en investigaciones de geología regional en Colombia: la Comisión Científica Nacional, las empresas petroleras, las misiones extranjeras y los particulares. En 1950 la literatura geológica sobre Colombia es bastante extensa y no ha habido aún un trabajo de síntesis regional sobre la estratigrafía.

El *Informe 1212* consiste en una descripción de las unidades estratigráficas conocidas en Colombia hasta el momento de la publicación. Para cada unidad o formación, se da una descripción tomada de los trabajos originales del autor o los autores que la describieron por primera vez, con notas de Enrique Hubach, generalmente actualizando datos pues algunas unidades pueden ser bastante antiguas. Las unidades están descritas por regiones, occidente y oriente andinos, siguiendo la línea conceptual de Tulio Ospina y Robert Scheibe, y de las más jóvenes a las más antiguas. En cada unidad se discuten, fuera de los datos originales de los autores del término, los nuevos aportes hechos con posterioridad a la primera descripción, y las posibles correlaciones planteadas. Al final de la unidad se dan las referencias bibliográficas correspondientes y se hace una clara distinción entre trabajos publicados, no publicados y anotaciones de Enrique Hubach. Como aspecto importante desde el punto de vista de la geología global de los Andes colombianos, Hubach sitúa el límite entre oriente y occidente andino en el contacto entre las rocas metamórficas del Grupo Cajamarca y basaltos de la Formación Porfirítica, sobre el flanco occidental de la cordillera Central. Este límite es utilizado actualmente por todos los investigadores.

El *Informe 1212* fue publicado en forma parcial en el *Boletín Geológico* (1957) con el título de "Estratigrafía de la Sabana de Bogotá". En él se establece una columna estratigráfica más o menos definitiva de la Cordillera Oriental. El informe es el antecesor del *Léxico Estratigráfico Internacional, Colombia*, que de 1968 a 1974 fue publicado por el CNRS de Francia.

La altiplanicie del Paletará (Departamento del Cauca) (1945). Desde por lo menos el año de 1928 Enrique Hubach manifestó gran interés en estudiar la geología de la región de Popayán hacia el flanco de la cordillera Central. Sospechaba seguramente que en esta zona se iban a encontrar unidades claves para

el conocimiento de la geología de los Andes de Colombia, y con toda razón pues su trabajo sobre Paletará realizado con el geólogo Benjamín Alvarado lo confirma plenamente. El trabajo fue redactado en 1932 después de dos años de investigación en la región y en el laboratorio, y publicado en 1945. El sitio mismo de Paletará fue probablemente escogido por razones logísticas pues la altiplanicie pertenecía en buena parte a don Ignacio Muñoz, suegro del maestro Guillermo Valencia. Cuando Enrique Hubach había pedido ayuda al maestro Valencia para investigar en el Cauca, éste lo había recomendado a don Ignacio Muñoz en Popayán.

Aparentemente "La Altiplanicie de Paletará" es un informe más entre los numerosos trabajos de Hubach y Alvarado. Su extensión es reducida, pero su contenido es la base sobre la cual se establecerá una estratigrafía del occidente de los Andes de Colombia. Se utilizan algunos términos ya definidos: Formación de Popayán y Formación de Colombia, y se introducen definiciones fundamentales que son aún hoy utilizadas por los geólogos colombianos: Formación diabásica y Formación del Dagua. Aparece desarrollado además un concepto clave para la comprensión de los Andes septentrionales, el concepto de dos dominios diferentes, cordillera Oriental y cordillera Occidental, separados por la cordillera Central.

La idea fue esbozada por Tulio Ospina y Robert Scheibe, pero es precisada por Hubach y Alvarado en este trabajo. Como ya se vio, Hubach la refina aún más en el *Informe 1212*, poniendo como límite entre los dos dominios el flanco occidental de la cordillera Central. Este concepto es probablemente, sin que se puedan desconocer las nuevas formaciones definidas, el más valioso aporte de "La Altiplanicie de Paletará".

Geología de los departamentos del Valle y del Cauca, en especial del carbón (1934). Este informe, el número 224 de la biblioteca del Servicio Geológico, del cual sólo se conserva un original incompleto en la biblioteca de Ingeominas, es uno de los más importantes trabajos de Hubach. De gran extensión, es el resultado de varios años de investigaciones, y da una descripción detallada de la geología del Valle y del Cauca. El estudio hace particular énfasis en las rocas terciarias, principales depósitos de carbón en Colombia, y en este punto está su principal aporte pues en él se establece una nomenclatura de dichas formaciones, que será la base para todos los estudios siguientes. El trabajo, firmado por Enrique Hubach y Benjamín Alvarado, es digno de ser publicado a pesar de su antigüedad.

Otros trabajos. En "La Formación Cáqueza" (1945), trabajo de corta extensión pero de importante contenido, Hubach hace un aporte notable a la es-

tratigrafía de la Cordillera Oriental. Fue publicado en la *Compilación de Estudios Geológicos Oficiales*, tomo VI. En "El área petrolífera cretácea de la Cordillera Oriental, en especial de Cundinamarca y Boyacá" (1950), publicado en el tomo VIII de la *Compilación de Estudios Geológicos Oficiales*, aparece una buena síntesis de la geología de la cordillera Oriental a pesar de que el trabajo enfoca esencialmente el problema de las posibles cuencas petrolíferas.

EL APORTE EN GEOLOGIA APLICADA

Sobre este punto hay que aclarar para empezar que la mayoría de los informes de Hubach tiene como origen algún problema planteado por necesidades urgentes en minería, ingeniería o geotecnia. Sus grandes investigaciones son en parte la síntesis de todos esos trabajos de geología aplicada. Tanto el Ministerio de Industrias, Sección Técnica, como el Servicio Geológico, eran unidades de consulta del Estado, a las cuales se apelaba con frecuencia para resolver problemas urgentes, hecho que explica además el número elevadísimo de informes geológicos que Hubach produjo. Hay que añadir, no obstante, que la amplia visión geológica de Hubach se refleja inevitablemente en todos los trabajos, así sean éstos de carácter local.

El aporte de Hubach en ciencia aplicada se produjo en una época crucial para el desarrollo industrial de Colombia. Antes de 1940 tiene lugar el nacimiento y desarrollo de la industria petrolera y en la década de los cuarenta el comienzo de la gran industria minera y de la producción de electricidad, fenómenos que tuvieron a la vez causas internas y externas (Espinosa, 1984). Obviamente Hubach no fue el único geólogo que contribuyó a estos desarrollos pero sí fue una pieza clave dentro del conjunto. No es fácil escoger los mejores trabajos de Hubach en geología aplicada, pero desde el punto de vista del aporte al desarrollo económico del país podemos destacar dos de ellos. "Determinación y apreciación de las áreas petrolíferas de Colombia", trabajo de síntesis, de interés histórico sobre las posibilidades en la década de los treinta, y "Aspecto geológico del yacimiento del Cerrejón".

Determinación y apreciación general de las áreas petrolíferas de Colombia (1928). Este trabajo apareció en el primer número del *Boletín de Minas y Petróleos*, publicación creada por la Sección Técnica del Ministerio de Industrias siendo ministro el doctor José Antonio Montalvo. Se trata de un trabajo dirigido a un vasto público y enmarcado dentro de la política petrolera del momento, de la cual vale la pena recordar algunos fundamentos. La época com-

prendida entre los últimos años de la década de los veinte y los primeros de la de los treinta es crucial en la historia de los asuntos petroleros en Colombia. En primer lugar la opinión pública no tiene claridad sobre el real valor del petróleo como materia prima, y principalmente sobre las reservas o posibles reservas de Colombia. En segundo lugar el país está negociando los recursos petroleros con compañías extranjeras. La política del ministerio de Montalvo parece ser de prudencia. En febrero de 1926 el gobierno colombiano ha decretado la caducidad de la concesión Barco y en el momento en que Hubach escribe su trabajo está hirviendo la polémica sobre el futuro de esta zona, pues la Colombian Petroleum Company ha solicitado la revocación de la caducidad. Vendrá más tarde la decisión del gobierno de Olaya Herrera en favor de la compañía. Pero en 1929 se trata de informar a la comunidad sobre las reales posibilidades petroleras del país.

El trabajo de Hubach consiste en una descripción general de las zonas con posibilidades petrolíferas, con un análisis de cada zona. Distingue cinco áreas favorables: Costa Pacífica, Valle del Magdalena, Cordillera Oriental, Área de Bolívar y Área de los Llanos Orientales. Como dato curioso, Hubach, al analizar cada zona, no se refiere a la de la concesión Barco. Las conclusiones resaltan la vasta extensión de las zonas potencialmente ricas, pero el poco número de zonas comprobadamente importantes, como las del Magdalena, Putumayo y Norte de Santander. El dato técnico más importante es la superioridad de las rocas del terciario sobre las del cretáceo como fuentes de petróleo. El trabajo de Hubach es, en resumen, un buen documento sobre el estado de la exploración y explotación del petróleo y de las posibilidades futuras, en el año de 1928.

Precisamente en febrero de 1929 el *Boletín de Minas y Petróleos* en su tomo 1, número 2, anuncia que por disposición del Ministerio ha salido una comisión geológica al Catatumbo, dirigida por Enrique Hubach, con el fin de evaluar las posibilidades petrolíferas de la zona. Aparece un informe de campo de Enrique Hubach, titulado "Posibles caracteres geológicos de la zona petrolífera de Santander del Norte", en el cual se trata el aspecto geológico con algunas observaciones preliminares sobre el petróleo. Del informe final se hablará más adelante.

Aspecto geológico y económico del yacimiento del Cerrejón (1947). Este estudio de Enrique Hubach, hecho para el Instituto de Fomento Industrial, es el primer trabajo geológico específico y detallado sobre el área carbonífera del Cerrejón. Ya se habían adelantado algunos trabajos, por Fleury en 1884, y Arango y Moreno en 1943. Sin embargo, ninguno había hecho un levantamiento geológico detallado, razón por la cual los estudios tenían corto alcance en cuanto a estimación de reservas y explotación. Hacia el año de 1943 el Instituto

de Fomento Industrial adquirió por treinta años los derechos de explotación de la hacienda de El Cerrejón, una zona de cuarenta kilómetros cuadrados aproximadamente. Aunque es sólo una parte de la cuenca, la estructura geológica es la misma que en el resto; por esta razón los trabajos de Hubach son la base para el estudio de toda la zona. El interés del trabajo reside no sólo en la parte geológica sino en la minería pues en ella se plantea un proyecto de exploración, con presupuestos detallados y análisis de costos. El informe es en realidad un verdadero estudio minero, obviamente superado hoy en día con los trabajos hechos recientemente, al cual hay que reconocer, sin embargo, el mérito de haber sido la base para los estudios posteriores.

Otros trabajos. En geología aplicada los trabajos de Hubach son numerosos y es difícil seleccionar los más notables. No obstante hay algunos que se destacan, principalmente por los desarrollos posteriores que los temas o los proyectos tuvieron. Entre ellos están algunas síntesis sobre zonas petroleras, como "Manifestaciones petrolíferas del Chocó", y la ya mencionada "El área petrolífera cretácea de la Cordillera Oriental". Otras síntesis sobre problemas mineros son: "El estado actual de la exploración de fosfatos en Colombia" (1953), "Contribución al conocimiento de los carbones de la Cordillera Oriental" (1933) y "Anotaciones sobre la estructura de la Cordillera Occidental y sobre el estudio del platino" (1930). Finalmente entre los estudios relacionados con la industrialización del país y el desarrollo energético sobresalen: "Yacimientos de mineral de hierro de carbón y de caliza como base de la industria siderúrgica" (1953), "Apreciación de los proyectos de canal interoceánico por el Napipí y el Truandó, según puntos de vista geológicos" (1930), y "El proyecto del río Teusacá destinado al abastecimiento de agua para Bogotá" (1946).

Todos los trabajos señalados tienen actualmente, fuera de su valor científico, gran importancia histórica por cuanto permiten medir la evaluación de la situación nacional en diversas áreas de la minería y del desarrollo hidroeléctrico, así como en la construcción de vías de comunicación.

CONTRIBUCION INSTITUCIONAL

El aporte institucional de Enrique Hubach en el campo de la geología colombiana rivaliza en importancia con la contribución científica. Cuando Hubach llega a Colombia en 1923 sólo existe una Comisión Científica de buena calidad pero bastante pequeña, que funciona con científicos extranjeros principalmente, y una Facultad de Minas en Medellín. Al momento de su muerte en 1968

queda el Servicio Geológico que cuenta con mayoría de geólogos colombianos, un Inventario Minero, una importante escuela de geología en la Universidad Nacional de Bogotá y un Instituto Geofísico. No se puede pretender que todo o gran parte haya sido obra suya; no obstante, su aporte sí es considerable. Para sólo citar el caso del Servicio Geológico, entre 1950 y 1957 éste sufre bajo la dirección de Hubach una transformación fundamental que lo convierte en un instituto de investigación en el sentido moderno de la expresión.

El Ministerio de Industria es la primera institución en la cual se desempeña Hubach. Allí, junto con otros profesionales como Ricardo Lleras Codazzi, Emil Grosse y Enrique Olaya Khon, desarrolla una sección técnica de mucha importancia, que trabaja paralelamente con la Comisión Científica Nacional. Importante logro de la sección es el *Boletín de Minas y Petróleos*, primera publicación permanente de los asuntos geológico-mineros en Colombia, creada en 1929 durante la administración del doctor José Antonio Montalvo. El *Boletín de Minas y Petróleos* es una de las más importantes revistas de geología en Colombia; en ella aparecen todos los trabajos geológico-mineros hasta la aparición de la *Compilación de Estudios Geológicos Oficiales* en 1932, después de lo cual siguen funcionando las dos publicaciones. El *Boletín* se caracteriza por artículos cortos de mayor actualidad y, además, por sus secciones jurídica y estadística en las cuales se publican los principales contratos del Ministerio sobre el petróleo, y datos de producción de petróleo en Colombia. El *Boletín de Minas y Petróleos* aparece hasta 1950; en 1951 se inicia el *Boletín de Petróleos* y en 1954 el *Boletín de Minas*.

La contribución institucional de Hubach continúa con su actividad docente en la Universidad Nacional de Bogotá, en la facultad de ingeniería. Se trataba entonces solamente de cátedras de geología para los ingenieros, pero este aporte, junto con el de Ricardo Lleras Codazzi y otros, fue la semilla para el futuro desarrollo de un departamento de geología en la universidad.

El mayor aporte institucional de Hubach está, sin embargo, en la dirección del Servicio Geológico Nacional entre 1950 y 1957. A la cabeza de la institución Hubach desarrolla toda una serie de investigaciones no sólo completamente nuevas en Colombia, sino que son necesidad primordial en ese momento. Para cada área Hubach trae de Europa un buen especialista y es así como se vinculan a la geología colombiana grandes valores como Hanz Burgl, paleontólogo, T. van der Hammen, palinólogo, y C. Raasveldt, fotogeólogo. En la época de Hubach el Servicio Geológico adquiere prestigio internacional por sus publicaciones en campos como la palinología, completamente novedosos aun en Europa.

HUBACH Y LAS POLITICAS ENERGETICAS

Las relaciones de Enrique Hubach con el maestro Guillermo Valencia presentan un interés que va más allá de lo simplemente anecdótico, pues aunque Hubach nunca estuvo mezclado directamente en asuntos políticos, pudo conocer y evaluar las estrategias nacionales en materia de recursos minerales, y participar en ellas directa o indirectamente. Digamos de antemano que Hubach era perfectamente consciente de la importancia de los recursos energéticos y mineros y que a pesar de su nacionalidad extranjera era un colombianista convencido; por algo había hecho de Colombia su patria de adopción. En el momento en que Hubach conoce al maestro Valencia, en el año de 1928, éste está empeñado en su segunda campaña presidencial. En esa época está empezando en el mundo la explotación del petróleo a gran escala, las exploraciones son intensivas y se está organizando la posición de los países productores en las mesas de negociación. Hubach lo comprende claramente y está en buena posición para asesorar a los gobernantes pues ha pasado ya varios años en exploraciones petroleras en regiones claves como el Catatumbo. Sus conclusiones son claras: los yacimientos petrolíferos colombianos ya descubiertos son importantes, las reservas en las zonas no estudiadas son considerables, el país debe saberlos negociar. Es indudable que los planteamientos de Hubach tuvieron eco en las posiciones de Valencia en materia de recursos petroleros del país.

Muchos intereses intelectuales unían a Enrique Hubach y Guillermo Valencia. Este profesaba una entusiasta afición por la geología y lo relacionado con la minería. Sostenían largas charlas sobre estos temas a través de los cuales el maestro pudo instruirse en la problemática de la minería colombiana, así como en todo lo tocante a los recursos energéticos. Hubach, por su parte, era un gran humanista, buen conocedor de la historia y el arte. Los dos personajes se conocen, como ya se dijo, en el año de 1928. En esa época Hubach empieza a interesarse en la geología del suroccidente colombiano, y con toda razón, pues esta zona no había sido aún estudiada y Hubach vislumbra que es un punto clave para entender la geología de Colombia. Hubach va por primera vez a Popayán en 1929, toma contacto con don Ignacio Muñoz, suegro del maestro, quien tiene tierras en Paletará, y regresa en 1930 en compañía de Benjamín Alvarado para realizar el estudio de la altiplanicie de Paletará, que tanta importancia tendrá posteriormente. Siguen visitas esporádicas a Popayán, en los años 1934 y 1938 por ejemplo, y la instalación de la familia Valencia en Bogotá hasta 1942. Ya enfermo el maestro se instala en Cartago cerca de un año y regresa a Popayán; entonces Hubach

formaliza su matrimonio con doña Josefina Valencia, acto que tiene lugar el 12 de enero de 1943. Pocos meses después muere el maestro en Popayán.

A través de sus relaciones con la familia Valencia, Enrique Hubach también ejerció influencia sobre decisiones concernientes al desarrollo hidroeléctrico del país. Sus estudios sobre los sitios de Calima y Anchicayá, hechos entre 1945 y 1950, contenían objeciones sobre la calidad de esos sitios como futuros embalses. En el caso de Calima, por ejemplo, Hubach opinaba que el substrato (conglomerados filtrantes) podía ser un obstáculo pues haría perder volumen al embalse. Los estudios fueron entregados luego al presidente Guillermo León Valencia quien se opuso a Calima. Este proyecto, como el de Anchicayá, fue aprobado posteriormente. Hubach había propuesto a Salvajina como alternativa, proyecto que ya fue ejecutado y puesto en funcionamiento.

HUBACH MAESTRO

Resulta bastante curioso que entre los numerosos geólogos extranjeros que trabajaron en Colombia desde el siglo XIX Enrique Hubach haya sido el único que trató de hacer escuela. Es cierto que los intercambios fueron numerosos desde cuando en 1801 Alejandro Humboldt visitó a Colombia, para luego desde Europa promover buena parte de las expediciones científicas que casi hasta finales del siglo visitaron a nuestro país: Boussingault, Karsten, Hettner, Reiss y Stubel, y otras. Una vez establecida la tradición siguieron en este siglo, aunque ya no en forma de expedición, los viajes de numerosos científicos europeos. El propósito era, sin embargo, siempre el mismo: tomar datos de las regiones estudiadas, llevarlos a Europa, analizarlos y publicar los resultados allí. En esta línea de política Humboldt da el primer ejemplo al publicar en París numerosos estudios sobre Colombia, algunas veces con datos de Caldas y sin dar crédito a éste. Nunca pasó por la mente de los sabios europeos la idea de que sus estudios podían interesar a los suramericanos, y mucho menos ayudar en alguna forma a su desarrollo. Claramente, eran estudios de europeos y para europeos, lo cual explica que buena parte de los trabajos científicos hechos sobre Colombia durante el siglo XIX se encuentren más fácilmente en Europa que en Colombia. Naturalmente, el concepto que se tenía en Europa sobre estos países no permitía otro comportamiento, y a ese respecto la obra de Schummacher sobre Mutis, excelente, por demás, en cuanto a la información que aporta, es bastante ilustrativa.

En la época en que Hubach llega a Colombia aquellos conceptos no solamente siguen en vigencia sino que son reafirmados y amplificados por las corrientes

políticas del momento. En el trabajo sobre Paletará, por ejemplo, escrito en 1932, existe un curioso párrafo sobre el ambiente humano, que resulta bastante revelador. Dice lo siguiente:

La población del país confronta dos problemas decisivos que radican en el clima tropical. De un lado está el debilitamiento físico determinado por la falta de estaciones (temperatura pareja) y la prodigalidad del suelo tropical; del otro se halla el fracaso de todos los ensayos hechos para conseguir inmigración agrícola de las zonas frías de la Tierra, primordialmente como elemento para renovar la sangre estancada desde la emancipación.

Visiblemente, por liberal que fuera Hubach no podía escapar completamente a la filosofía de su época. Justo es reconocer, sin embargo, que la obra de Hubach como maestro es digna de elogio, si se tiene en cuenta precisamente la actitud que la ciencia europea había tomado ante los países suramericanos.

En la docencia de Hubach hay que distinguir un aspecto institucional o formal (sus cátedras de geología en la Universidad Nacional y en la Universidad del Cauca) y un aspecto informal, que puede ser el más importante pues proviene de la actitud generosa del científico hacia otros científicos en formación. En esta línea de comportamiento hay que inscribir el apoyo que dio a jóvenes geólogos como Benjamín Alvarado y otros, y la traída al Servicio Geológico de varios científicos europeos de alto valor. La idea de fondo era formar grupos de investigación que dieran encuadramiento a la naciente geología colombiana, y sobre este punto hay consenso entre las personas que conocieron de cerca a Hubach.

Para entender la actitud de Hubach es necesario considerar un punto clave relacionado con su formación. Como vimos en las notas biográficas, Hubach fue alumno de la Universidad de Berlín, importante centro que, fundado en 1810, recogió los frutos de la tradición del iluminismo, del cual Berlín bajo Federico el Grande fue uno de los principales focos. El ideal iluminista proclamaba la universalidad por encima de las fronteras políticas. Hubach estaba claramente consciente de ello, y en sus frecuentes alusiones a la Universidad de Berlín se refería a ella como el mejor ensayo moderno de la ciencia. La actitud de Hubach como maestro refleja su filosofía profunda, impregnada de un ideal de humanismo y de fraternidad humana.

BIBLIOGRAFIA

Andrade, A.

(1973) **José María Cabal prócer de la Independencia**. Bogotá: Imprenta y Litografía de las Fuerzas Militares.

Botero S., R.

(1969) **Francisco Antonio Zea**. Bogotá: Biblioteca Banco Popular, Vols. 1 y 2.

Caldas, F. J.

(1942) (1809) **El Semanario del Nuevo Reino de Granada**. Bibl. Cult. Bogotá: Edit. Kelly.

De Terra, H.

(1956) "Humboldt, su vida y su época". **Biografías Gandesa**, México.

Espinosa, A.

(1984) "Historia de las investigaciones geológicas en Colombia. Notas a partir de la segunda mitad del siglo XIX". **Revista Ciencia Tecnología y Desarrollo**, Vol. 8 No. 1-4, pp. 211-252. Bogotá.

Hernández de Alba, G.

(1958-1975) "Archivo epistolar del sabio naturalista José Celestino Mutis". 4 vols. **Publ. Inst. Cult. Hisp.** Bogotá: Edit. Kelly.

Humboldt, A.

(1807) **Essai sur la géographie des plantes**. París.

(1807b) **Vues de la nature**. París.

(1807-1839) **Voyage aux régions équinoxiales du Nouveau Continent**. 30 vols. París.

(1823) **Essai Géognostique sur le gisement des roches dans les deux hémisphères**. París.

(1828) **Essai politique sur l'île de Cuba**. 2 vols. París.

(1828) **Essai politique sur l'île de Cuba**. 2 vols. París.

(1831) **Fragments de géologie et de climatologi**

e asiatiques. París.

(1845-1861) **Cosmos, essai d'une description physique du monde**. 4 vols. París.

(1982) (1801) **Diario de viajes, extractos**. Bogotá: Ed. Flota Mercante Grancolombiana.

Pérez A., E.

(1981) (1959) **Alejandro de Humboldt en Colombia**. Bogotá: Seg. Ed. Inst. Col. Cult. Bibl. Básica Col., No. 47.

Ramírez, J. E.

(1957) **Bibliografía de la biblioteca del Instituto Geofísico de los Andes Colombianos sobre geología y geofísica**. Bogotá: Impr. Banco de la República.

(1973) **Primer suplemento a la bibliografía de la biblioteca del Instituto Geofísico de los Andes Colombianos sobre geología y geofísica**. Bogotá.

Tascón, T. E.

(1937) **Nueva biografía del general Cabal**. Bogotá: Edit. Minerva.

este libro se terminó de imprimir
en los talleres de tercer mundo editores
en marzo de 1993,
santafé de bogotá, colombia,
apartado aéreo 4817

HISTORIA SOCIAL DE LA CIENCIA EN COLOMBIA

- TOMO I *Fundamentos
teórico-metodológicos*
- TOMO II *Matemáticas,
astronomía y geología*
- TOMO III *Historia natural
y ciencias agropecuarias*
- TOMO IV *Ingeniería
e historia de las
técnicas (1)*
- TOMO V *Ingeniería
e historia de las
técnicas (2)*
- TOMO VI *Física y química*
- TOMO VII *Medicina (1)*
- TOMO VIII *Medicina (2)*
- TOMO IX *Ciencias sociales*
- TOMO X *Bibliografía*

HISTORIA SOCIAL DE LA CIENCIA EN COLOMBIA

El proyecto Historia Social de la Ciencia en Colombia inició sus actividades de investigación en 1983 y sus informes finales fueron entregados entre 1985 y comienzos de 1986. Con el apoyo financiero de la OEA y de Colciencias y bajo la coordinación de la Sociedad Colombiana de Epistemología, fue desarrollado por un equipo interinstitucional e interdisciplinario, compuesto por especialistas de las diferentes ciencias objeto de estudio y por científicos sociales vinculados a las principales universidades del país.

Algunos de los informes parciales y la mayoría de los finales fueron publicados sucesivamente desde 1983 hasta 1988 en la revista **Ciencia, Tecnología y Desarrollo**, editada por Colciencias, y en algunos otros libros y revistas nacionales e internacionales.

Esta colección, en 10 volúmenes, reúne, en primer lugar, los textos de los trabajos metodológicos que orientaron inicialmente el proyecto (volumen 1) y, en segundo lugar, los trabajos finales (volúmenes 2 a 9). La colección se complementa con un volumen más que recoge, en forma unificada y organizada por temas, la bibliografía de todos los trabajos.

Los textos de orden metodológico se presentan sin modificaciones, con el fin de conservar su carácter de textos fechados, de tal manera que puedan identificarse las raíces conceptuales del proyecto, a pesar de que sus autores superaron con creces esas posiciones iniciales. Algunos de los textos que presentan resultados finales se publican sin modificación con la anuencia de sus autores; sin embargo, en otros casos como los de Gabriel Poveda, Olga Restrepo, Jorge Arias de Greiff, Luis Carlos Arboleda, Néstor Miranda y Emilio Quevedo, los autores han continuado avanzando en su trabajo sobre el tema y los textos que aquí presentamos son versiones más elaboradas.

Los esfuerzos editoriales que hasta ahora se habían realizado en esta disciplina se reducían a recopilaciones fragmentarias de estudios puntuales. El mérito de esta colección que Colciencias se complace en publicar es el de presentar en forma actualizada e integral un conjunto de investigaciones de carácter amplio que entregan por primera vez una visión panorámica y global del desarrollo de la ciencia y la tecnología en Colombia hasta la primera mitad del siglo XX.

ISBN 9037-11-9 (Colección)
ISBN 9037-13-5

CENTRO DE DOCUMENTACION



01004856

COLCIENCIAS