
ACERCA DEL PROBLEMA DE LA DIFUSION CIENTIFICA EN LA PERIFERIA: el caso de la física newtoniana en la Nueva Granada (1740-1820)¹

Luis Carlos Arboleda²

Centro de Estudios Históricos, CSIC

Depto. de Historia de la Ciencia, Madrid

INTRODUCCION

En el documento por medio del cual los organizadores nos invitan a reflexionar sobre el interés e importancia de este Seminario, 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" pre-existentes 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 do-

-
- 1 "La dinámica de las disciplinas científicas en la periferia", Simposium Internacional, San José de Costa Rica, Feb. 18-20/87. Este trabajo forma parte de un proyecto que es financiado por el Programa Movilizador del CSIC "Relaciones científicas y culturales entre España y América".
 - 2 Profesor titular de la Universidad del Valle, Cali, Colombia.

minantes en el mercado internacional de disciplinas científicas, y los intereses fraccionales y nacionales de los "gate-keepers" intelectuales locales.

También nosotros, en nuestras respectivas investigaciones sobre la difusión de las ciencias en España e Iberoamérica 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 bi-dimensionalidad, 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 conflictiva 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 una 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 reemplazo 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 éste 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 domesticación³ 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 falacias 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 la 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 interpretativos 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 invaria-

3 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 (ver Moliner, María, *Diccionario de uso del español*, Madrid, 1975).

bilidad 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 preeminencia 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 constructor 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 Restivo⁴ 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 cognoscitivos, en tanto b) 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 cognoscitivo ideal o trascendente, sino de acuerdo a 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, imponderables 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

4 Sal, Restivo, *The Social Relations of Physics, Mysticism, and Mathematics*, D. Reidel Publ. Co., Dordrecht, 1985, pp. 147-156.

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 Schaffer⁵ 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 a un promedio de información disponible sobre la teoría en un momento dado), y su objetividad *comprendiva* (o la apropiación de tales informaciones en el dominio de la experiencia, y la capacidad de reproducir el proceso)⁶.

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 a una genealogía

5 Simon, Schaffer, "Natural Philosophy", in Rousseau, G. S. y Porter, R. (Eds.), *The Ferment of Knowledge. Studies in the Historiography of Eighteenth-Century Science*, Cambridge, Cambridge University Press, 1980, pp. 55-91.

6 Restivo, *loc. cit.*, p. 149.

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. Heilbron⁷ 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”⁸. 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 psicología. 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”⁹. La experiencia era completamente ajena a la física tradicional. Estaba excluido asimismo 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 Aristóteles¹⁰. Es pues, en el reconocimiento generalizado de que la verdadera física es física experimental, que cabría considerar la unidad y distinción de la física del siglo XVIII con respecto a la tradicional.

7 J. L., Heilbron, “Experimental Natural Philosophy”, in Rousseau y Porter, *loc. cit.*, 1980, pp. 357-387.

8 Heilbron, *loc. cit.*, p. 363.

9 Heilbron, *loc. cit.*, p. 362.

10 Heilbron, *loc. cit.*, p. 362.

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 Brunet¹¹, en el de Hélène Metzger¹² y en el de I. Bernard Cohen¹³. 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 llamada tradición de la ciencia experimental newtoniana. Su método, tal como lo presentan Brunet y Cohen¹⁴, consistió en utilizar el recurso a la “imaginación controlada, la inspiración para producir ideas, la razón para explorar las consecuencias de las ideas, la experiencia como la prueba final 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 usus academicos* (Leyde, 1723), de W. 'sGravesande, las de Musschenbroek 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 tempra-

11 P., Brunet, *Les physiciens hollandais et la méthode expérimentale en France au XVIII^e siècle*, París, Hermann, 1926.

—, *L'introduction des théories de Newton en France au XVIII^e siècle: avant 1738*, París, Hermann, 1931.

12 H., Metzger, *Newton, Stahl, Boerhaave et la doctrine chimique*, París, Herman, 1930.

13 I. B., Cohen, *Franklin and Newton*, The Am. Phil. Soc., Philadelphia, 1956.

14 Brunet, *Les physiciens hollandais*, *loc. cit.*, pp. 99-100, y Cohen, *loc. cit.*, p. 247.

no a ideologizar el problema de la recepción de la física experimental¹⁵. Además, la obra de Musschenbroek aparecía al público, como recuerda Heilbron¹⁶, mediando 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 *Eléments 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 tendiente a colmar la curiosidad intelectual de un público creciente ("instruir y divertir" como se lo habían propuesto Fontenelle, Polinière, 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 de 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 las gentes 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 lunetas, 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

15 Ver 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.

16 Heilbron, *loc. cit.*, p. 365.

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 XVIII^e siècle*¹⁷, 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 Madrid¹⁸.

Con la expulsión de los jesuitas de Francia en 1762, se levantaron las últimas compuertas que podrían haber represado en ese 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 insostenible "materialismo newtoniano", y c) despojaba a los principios de la pretendida aridez del método de Newton de geometrización de la naturaleza. Un experimentalismo tan peculiar es refaccionado, hacia los años 1750, de manera que se adecuara 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*¹⁹. 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 comentaristas

17 D., Mornet, *Les sciences de la nature en France au XVIII^e siècle*, Lib. A. Colin, París, 1911, p. 87.

18 A., Zacagnini, *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, 1757, en 6 volúmenes. Sobre la amplia difusión de Nollet en España a través de sus obras y sus discípulos españoles, ver el libro de Jean Sarrailh, *La España ilustrada de la segunda mitad del siglo XVIII*, México, F. C. E., 1981.

19 A. H., Paulian, *Dictionnaire de physique portatif*, orné 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, 1758.

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. Regnault²⁰. Refiriéndose a todas estas características de la enseñanza de la física experimental en Francia, Jean Torleis ha puesto de presente en qué medida ésta se convirtió a fines de siglo en una verdadera empresa del saber²¹. La profusión de cátedras y de costosísimos gabinetes y museos en colegios, academias y en instituciones privadas, la aparición de obras divulgativas de todo género, la construcción de aparatos, instrumentos y montaje 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 rol 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

20 N., Regnault, *Entretiens physiques d'Ariste et d'Eudoxe ou Physique nouvelle en dialogues*, París, 1729, en 3 volúmenes. La amplia acogida de esta obra puede medirse por las ocho ediciones que se le hicieron y la traducción a varios idiomas.

—, *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, 1734, en 3 volúmenes.

21 J., Torlais, "La physique expérimentale", en Taton, R. (Ed.), *Enseignement et diffusion des sciences en France au XVIII^e siècle*, París, Hermann, 1986, 2a. edición.

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 conflictivo 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. Lertora Mendoza ha mostrado²². 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 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 a 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

22 C. A., Lertora Mendoza, "Fuentes primarias para el estudio de la historia de la ciencia en especial en América Latina", en Arboleda, L. C. (Ed.), *Memorias del I Seminario latinoamericano sobre alternativas para la enseñanza de la historia de las ciencias y las técnicas*, Bogotá, Publ. ICFES, 1985, pp. 63-75.

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 alcanza 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 (entonces 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 Bartolomé²³, 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 período²⁴. 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.

23 J. F., Restrepo, *Lecciones de Física*, para los jóvenes del Colegio Mayor Seminario de San Bartolomé, Bogotá, Imp. F. M. Stokes, 1825.

24 R., Martínez, "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, 1985, pp. 75-87.

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 el medio de conflictos intelectuales fuertemente ideologizados que expresan intereses contradictorios 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 a 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 intercomunicaban 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 al 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”, era 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 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 desmistificadoras 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-española 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 informado²⁵ 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, Kee-

25 E., Keeding, "Las ciencias naturales en la antigua Audiencia de Quito: el sistema copernicano y las leyes newtonianas", en *Boletín de la Academia Nacional de Historia*, Quito, 1973, Vol. 57, No. 122., pp. 43-67. Estas cuestiones han sido tratadas en A. Lafuente, "Una ciencia para el Estado: la expedición geodésica hispano-francesa al virreinato del Perú (1734-1743)", en *Revista de Indias*, No. 172, 1983, pp. 549-629, y en E., Estrella, "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"*, Museo Naval, Madrid, 1986, pp. 99-109. Un análisis técnico completo de los objetivos y resultados científicos de la expedición se encuentra en A. Lafuente y A. J. Delgado, *La geometrización de la tierra (1735-1744)*, Madrid, 1984.

ding 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 hubo un mayor énfasis de la tendencia adaptacionista que en Santa Fe. 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 Espejo. Pero tal vez fue otro alumno de Hospital, Manuel Carbajal, 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 Santa Fe 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 raigambre y capacidad para desencadenar fuerzas intelectuales contra la tradición sistemática. El agente que desencadena este proceso de catarsis mental fue 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-experimentalista²⁶.

26 L. C., Arboleda, "Matemáticas, cultura y sociedad en Colombia", en *Historia social de las ciencias y las técnicas en Colombia*, Bogotá, Colciencias, (manuscrito), 1986.

———, "J. C. Mutis, la Expedición Botánica del Nuevo Reino de Granada y los orígenes de una tradición científica en Colombia", en *Enciclopedia AME-LA*, París, 1987, en curso de publicación.

Bástenos recordar que a fines del año 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 en 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 la ciencia moderna.

Con Mutis la física experimental llega en bloque a la periferia colonial: los textos, 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 dando un énfasis excesivo a 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 1774²⁷ la enseñanza de la física a través de la obra del fraile Fortunato de Brescia²⁸, no puede dejar de recomendar que se lo lea “con desconfianza en todos aquellos puntos que caracterizan el método de Newton”²⁹. También Mutis desde 1767³⁰ se había manifestado en contra del “extraño empeño” de Brescia de criticar a Wolff al haber concluido que el sistema copernicano era 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 Musschenbroeck para la enseñanza de la física experimental y eliminar el de Brescia³¹, 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 enfatizando 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 Santa Fe y de Popayán), en los que los títulos son reveladores de la extensión de este movimiento: a) *De philosophia naturalis qua 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

27 F., Moreno y Escandón, *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...*, Bogotá, 1774, Biblioteca Nacional, Sección de “Libros raros y curiosos”, Manuscrito No. 202.

28 F., de Brescia, *Philosophia sensum mechanica methodice tractata ad que ad usus academicos accommodata*, Venitii, 1756, Imp. Remondiniana.

29 Moreno y Escandón, *loc. cit.*, f. 7.

30 J. C., Mutis, “Defensa del sistema copernicano”, en Hernández de Alba, G. (Ed.) 1767, *Pensamiento científico y filosófico de J. C. Mutis*, Bogotá, F.C.C., 1982, pp. 104-116.

31 Sarrailh, *op. cit.*, p. 148.

de Santa Fe de Bogotá en el Nuevo Reino de Granada". Ambos títulos recuerdan el de la obra antes mencionada de 'Gravesande')³² ...

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 exterior³³. 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*³⁴, 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. Desafortunadamente todavía no se cuenta con elementos de información sufi-

32 Ver un completo listado de estas obras junto con algunas descripciones de su contenido, en R. Martínez, *loc. cit.*, 1a. parte.

33 E., Posada, *Bibliografía bogotana*, 2 Vols., Bogotá, 1917-1925, Academia Colombiana de Historia.

34 M., Rubín de Celis, *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, arquitectuta (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, 1775, Imp. Sancha.

cientes 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, Bošcović, Maupertuis, Leseur y Jacquier, Mme. du Châtellet, 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 más conocidos de sus lecciones. Pero, repetimos, el problema que aún se plantea es el de 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 Jacquier³⁵. 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 volúmenes y en 12o., de 1757. Entre sus numerosas ediciones y reimpresiones, dos fueron hechas en España en 1786 y 1791. También circularon en diferentes sitios de España y de América los *Éléments du Calcul intégral*, en 2 volúmenes en 4o., publicados por Leseur y Jacquier en Parma, en 1768. Las indicaciones que recientemente ha aportado Víctor Albis³⁶ 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 existieron, o bien no han sido correctamente 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.

35 T., Leseur, y F., Jacquier (Ed.), *Philosophiae naturalis principia mathematica* auctore Isaaco Newtono eq. aurato; perpetuis commentaris illustrata, Genevae, Typis Barrillot et Filii Bibliop. et typogr., Vol. 1 (1739), Vol. 2 (1740), Vol. 3 en dos tomos (1742), en 4o.

36 V., Albis, "Los *Principia* de Newton y sus relaciones con el desarrollo de las ciencias naturales en el virreinato de la Nueva Granada", en *Coloquio conmemorativo Isaac Newton*, Medellín-Bogotá, 1986, manuscrito.

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 Santa Fe 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-4o., preparada por Mme. du Châtellet 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 mejorías 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*³⁷. Pero como ya lo reconocía J. E. Montucla en 1758³⁸, 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 aquello 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 Châtellet 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.

37 D., Gregory, *Astronomiae physicae et geometricae elementa*, Oxon., 1702, folio.

38 J. E., Montucla, *Histoire des mathématiques*, 2 Vols., Paris, 1758, chez Jombert, T. 2, p. 562.

A GUISA 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 del 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 completamente, 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 teoría³⁹), pero no lo reconducen en

39 En una segunda parte de este trabajo nos proponemos continuar analizando es-

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.

te problema particular. Nos limitaremos aquí a señalar los efectos del proceso de difusión que por tener más arraigue 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 y aclimatación de ciencia como la llamada "militarización" (ver, por ejemplo: A. Lafuente y J. L. Peset, "Militarización de las actividades científicas en la España ilustrada", en Peset, J. L. (Ed.), *La ciencia moderna y el nuevo mundo*, Madrid, 1985, C.S.C.I.C., y Arboleda, *loc. cit.*, 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 (ver: Lafuente, A. (1985), Reseña crítica de la obra: M. Aguilera, V. Rodríguez Lemoine y L. Yero (Eds.), *La participación de la comunidad científica frente a las alternativas de desarrollo*, Caracas, AsoVAC, en *Arbor*, No. 469, Madrid, 1982, pp. 125-128).

AGRADECIMIENTO

Que el anterior estudio haya sido redactado por el autor en primera persona plural, no es pura coincidencia. De hecho, en su objeto, enfoque, estructura, e incluso en sus ideas centrales, fue el resultado de una reflexión compartida durante muchas conversaciones con el colega y amigo Antonio Lafuente, investigador del Centro de Estudios Históricos del CSIC.