

El ideario de los *Principia* de Newton en el pensamiento científico- matemático de
José Celestino Mutis, como base para el desarrollo de la ciencia nacional en la Nueva
Granada

MARÍA FERNANDA GOMAJOA LÓPEZ

Universidad de Nariño
Facultad de Ciencias Exactas
Programa de Licenciatura en Matemáticas
San Juan de Pasto
2017

El ideario de los *Principia* de Newton en el pensamiento científico- matemático de
José Celestino Mutis, como base para el desarrollo de la ciencia nacional en la Nueva
Granada

MARÍA FERNANDA GOMAJOA LÓPEZ

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
Licenciada en Matemáticas

Asesor

ANDRÉS CHAVES BELTRÁN

Doctor en Historia de las Ciencias

Universidad de Nariño
Facultad de Ciencias Exactas
Programa de Licenciatura en Matemáticas

San Juan de Pasto

2017

NOTA DE RESPONSABILIDAD

Las ideas y conclusiones aportadas en este Trabajo de Grado son Responsabilidad de
los autores.

Artículo 1 del Acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966, emanado del Honorable Consejo
Superior de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación

ANDRÉS CHAVES BELTRÁN

Director.

LUIS CORNELIO RECALDE CAICEDO



Jurado 1.

VICENTE ERDULFO ORTEGA PATIÑO

Jurado 2.

San Juan de Pasto, 12 diciembre de 2017

Agradezco a:

A mi hermana Paula Andrea, por siempre estar pendiente de mí.

A Paulo Muñoz, quien es mi familia y ha compartido esta pasión por la ciencia. Sin él no habría logrado este objetivo.

Al profesor Andrés Chaves, por dirigir esta tesis, por la paciencia que me tuvo hasta el último momento y por creer en mi trabajo.

A Juan Pablo Flórez, con quien comparto el amor por un equipo y ha estado apoyándome para que todo termine bien.

A mis amigos Felipe, Viviana y Elizabeth, quienes han estado acompañándome en todo este proceso.

A mi partido, que me brindó las bases para seguir en el camino de la defensa de la ciencia.

A mis compañeros de trabajo y todas las personas que de una u otra forma contribuyeron al desarrollo de esta tesis.

Dedicatoria:

Este trabajo de grado tiene un fundamento académico que creo debe ser rescatado. En cientos de años el hombre se ha esforzado por conocer y entender el mundo que lo rodea y para ello la ciencia y las matemáticas han jugado un papel fundamental, el cual lastimosamente muchas veces se ha visto opacado por el mismo desconocimiento que tiene la sociedad. Ese motivo me llevó adentrarme en la historia de la ciencia nacional y descubrir los orígenes del pensamiento científico-matemático de nuestra nación, y por ello pretendo difundir todas estas ideas que logré unificar con esta investigación y sé que en esa tarea la primera en escucharme será mi mamá, a quien le debo lo que soy. Con orgullo, esta tesis es para ella.

RESUMEN

En la historia de la ciencia es notable la influencia de los logros matemáticos de los siglos XVII y XVIII. En particular, destaca la *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* de Newton, por lo que se presentará un análisis a la traducción inédita realizada por José Celestino Mutis. Este último introdujo avances científicos en la América Colonial con su primera cátedra de matemáticas y asesoró las reformas curriculares adelantadas por el Virrey Caballero y Góngora, Eloy Valenzuela y el fiscal Moreno y Escandón. Con este trabajo también se pretende mostrar la labor científica que desarrollaban algunos intelectuales criollos y su relación con la ilustración europea. Con lo anterior se reforzará la idea de que el desarrollo de la ciencia y las matemáticas en Colombia presupone un proceso histórico, cuya base, sobre la cual se erige la naciente educación científica neogranadina es bajo el aporte newtoniano.

Palabras clave: Newton, *Los Principia*, Mutis, Planes de Estudio, Filosofía útil, Escolástica.

ABSTRACT

In the history of science, the influence of the mathematical achievements of the seventeenth and eighteenth centuries is remarkable. In particular, Newton's *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* stands out, so an analysis will be presented to the unpublished translation by José Celestino Mutis. The latter introduced scientific advances in Colonial America with his first chair of mathematics and advised the curricular reforms advanced by Viceroy Caballero and Góngora, Eloy Valenzuela and prosecutor Moreno and Escandón. This work is also intended to show the scientific work developed by some Creole intellectuals and their relationship with European illustration. With the above, we will reinforce the idea that the development of science and mathematics in Colombia presupposes a historical process, the basis of which is the emerging neo-Granadian scientific education is under the Newtonian contribution.

Keywords: Newton, *The Principia*, Mutis, Study Plans, Useful Philosophy, Scholasticism.

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 3.1. Surgimiento de las primeras universidades en España y la Nueva Granada.....	43
Tabla 3.2. Algunos sucesos durante el siglo XVII.....	63

LISTA DE ANEXOS

[Archivo adjunto PDF].

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	13
2. MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES.....	18
2.1 Marco Teórico	18
2.1.1. Siglo XVII, sir Isaac Newton y los “Principia”	20
2.1.2 Contexto Educativo de España y la Nueva Granada Siglo XVIII.....	23
2.1.3 Traducción Inédita de los Principia Hecha por Mutis.....	29
2.1.4 La Primera Cátedra de Matemáticas: José Celestino Mutis	31
2.1.5 Los Planes de Estudio en la Nueva Granada.....	32
2.1.6 Desarrollo de la Ciencia Nacional.....	33
2.2 Antecedentes.....	35
3. METODOLOGÍA.....	37
3.1 Planteamiento del Problema	37
3.2 Objetivos de la Investigación	38
3.2.1 Objetivo General	38
3.2.2 Objetivos Específicos.....	38
3.3 Metodología	38
4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN.....	41
4.1 Capítulo I. La educación y las comunidades religiosas en la Nueva Granada	41
4.1.2 Jesuitas 1621-1767	45
4.1.3 Dominicos 1765-1808.....	49
4.2 Capítulo II. Los Principia de Newton y la traducción inédita por parte de José Celestino Mutis	55
4.2.1 Antecedentes	55
4.2.2 Sir Isaac Newton (1642-1727)	65
4.2.3 Los Principia de Newton	70

4.2.4 José Celestino Mutis 1732-1808	75
4.2.5 La traducción de los Principia realizada por José Celestino Mutis	80
4.3 Capítulo III. La Primera Cátedra de Matemáticas para Estudios Superiores en la Nueva Granada.	86
4.3.1 Introducción	86
4.3.2 Primera Cátedra de Matemáticas.....	89
4.3.3 Plan de Estudios Matemáticos.....	98
4.4 Capítulo IV. Tres Planes de Estudio	101
4.4.1 Introducción	101
4.4.2 Plan de Estudios del fiscal Francisco Moreno y Escandón.....	103
4.4.3 Plan de Estudios del Virrey Antonio Caballero y Góngora	108
4.4.4 Plan de Estudios de Don Eloy Valenzuela	110
5. CONCLUSIONES.....	114
5.1 Consecución de los objetivos de la investigación.....	114
5.1.1 Conclusiones Capítulo I	114
5.1.2 Conclusiones Capítulo II.....	115
5.1.3 Conclusiones Capítulo III.....	117
5.1.4 Conclusiones Capítulo IV	118
BIBLIOGRAFÍA	120

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo del conocimiento científico, y en particular el matemático, se puede enmarcar en el desarrollo de las sociedades y obedece a un largo proceso evolutivo que surge de la mera curiosidad y que se ha ido desarrollando por la vía de la necesidad.

“La ciencia es una actividad viva porque sus teorías nacen, crecen, se reproducen y mueren dando lugar a cuerpos de doctrina más ambiciosos y veraces. Por eso la ciencia, más que ninguna otra actividad intelectual humana, es una inevitable confrontación de pasado y futuro” (Wussing, 1989, págs. 6-7), de ahí la necesidad de comprender los orígenes del desarrollo del pensamiento científico-matemático.

Para el desarrollo de este trabajo se tomará como base las concepciones historiográficas expuestas por Wussing, donde manifiesta lo siguiente:

Según la concepción marxista, en el desarrollo de las fuerzas productivas se hallan los impulsos que en el último extremo dirigen el desarrollo de la sociedad humana y, como consecuencia, el desarrollo de las ciencias. La conexión directa entre el desarrollo de las fuerzas productivas y el desarrollo de las ciencias naturales y las matemáticas está documentada con numerosos ejemplos históricos. Partiendo de esta relación se explican las direcciones principales de la matemática europea durante el Renacimiento; solo sobre la base del desarrollo de las fuerzas productivas se puede explicar de manera definitiva la revolución científica que tuvo lugar durante los siglos XVII y XVIII que supuso para las matemáticas el paso a una matemática de magnitudes variables, así como el nuevo estatus social que adquirió la matemática tras la Revolución Industrial de los siglos XVIII y XIX. (Wussing, 1989, págs. 6-7)

Además, señala que:

En el desarrollo de las matemáticas –y esto lo ha de considerar la historiografía de las matemáticas oportunamente– la unidad de lo histórico y lo lógico se manifiesta particularmente evidente: todo conocimiento, toda idea se gestó en una situación histórico-social concreta. El tipo de matemáticas, sus objetivos y métodos eran distintos en la temprana sociedad de clases del Antiguo Egipto o de Mesopotamia, donde se trataba todavía, casi sin excepción, de una matemática empírica y aplicada según una serie de recetas; en el periodo de la filosofía natural jónica, en el que la matemática nació como ciencia; en la sociedad feudal europea, en la que la matemática se entendía como sirviente de la teología; radicalmente distintos en la sociedad preburguesa del Renacimiento o en la época del capitalismo manufacturero y de la Revolución Industrial, en la que la matemática llegó a alcanzar, al menos a grandes rasgos, una función social de potencia productora, que dio lugar subsecuentemente al papel de la matemática como fuerza productiva en la época actual. (Wussing, 1989, págs. 6-7)

Esta propuesta de Wussing tiene como sustento la historiografía marxista de las matemáticas, que se basa metodológicamente en el materialismo histórico y dialéctico,¹ que plantea que toda ciencia es una manifestación social. También las matemáticas son una forma específica de conciencia social. Son algo más que el resultado del intercambio de conocimientos, teorías y método. En otras palabras: las matemáticas no son en absoluto un ámbito autónomo, sino una componente integrante de la vida social; es decir, las matemáticas han estado, ahora y

¹ El materialismo dialéctico es la corriente del materialismo filosófico planteado por Friedrich Engels y Karl Marx. Llámese materialismo dialéctico, porque su modo de abordar los fenómenos de la naturaleza, su método de estudiar estos fenómenos y de concebirlos, es *dialéctico*, y su interpretación de los fenómenos de la naturaleza, su modo de enfocarlos, su teoría, *materialista*. El materialismo histórico es la extensión de los principios del materialismo dialéctico al estudio de la vida social, la aplicación de los principios del materialismo dialéctico a los fenómenos de la vida de la sociedad, al estudio de ésta y de su historia.

siempre, en permanente correlación con la producción y reproducción de los fundamentos materiales e ideales de la vida social.

Bajo estos conceptos se analizará el desarrollo de las matemáticas en la Nueva Granada, teniendo en cuenta el contexto científico-matemático, sobre todo de España:

Debemos destacar que desde albores del siglo XVIII se inicia un periodo diferente en España con el ingreso de los Borbones al trono. Pero es a través del despotismo ilustrado español cuando se concreta en América colonial diferentes reformas. La primera, en torno a la administración de los virreinos: entre otros, la creación del Virreinato de la Nueva Granada (1739). La segunda, de tipo económico, se expresó el libre comercio entre España y América; la creación de consulados y las Sociedades Económicas de Amigos del País. La tercera, en el campo de la educación con la creación de instituciones para enseñar la minería, la botánica, las matemáticas y las artes y las reformas educativas que se plantearon. (Arango, 2012, págs. 51-73)

Estas medidas se llevaron a la práctica por medio de los virreyes ilustrados, españoles asimilados a la cultura americana y por la élite criolla ilustrada. Sin embargo, no se puede olvidar que al cerrar el siglo las tensiones políticas estaban en su punto álgido en las colonias americanas, hecho que lleva a las revoluciones de independencia en los inicios del siglo XIX. Un aspecto a resaltar es que, entre los países europeos, España era uno de los más rezagados en el desarrollo de las ciencias, por lo cual los sectores ilustrados y la clase gobernante decidieron hacer esfuerzos políticos, a mediados del siglo XVIII, por alcanzar el nivel científico de Francia o Inglaterra. Tal decisión también es aplicada en las colonias, pero, como ha de suponerse, la adaptación a estas novedades no se presentó sin conflicto para

quienes habían legitimado el paradigma de la ciencia peripatética² y sistemática, como era la situación en el Virreinato de la Nueva Granada.

Uno de los rasgos característicos de la sociedad de ese entonces es que era principalmente agraria, comercial y minera, actividades que eran transmitidas por tradición. Al respecto Jaime Jaramillo Uribe señala:

La cultura media de los habitantes del Reino, aun de las clases altas, tampoco exigía una educación diferente. Como los únicos objetivos eran mantener el status de persona educada y prepararse para salvar el alma, bastaban la educación religiosa, el latín y algún conocimiento de los clásicos, de ahí que la educación no enfatizaba en la ciencia ni en las matemáticas (Londoño & Uribe López, 2009, pág. 39)

Cuando estas necesidades cambian y se trata de desarrollar el aparato económico de la Nueva Granada, además de los cambios generados en Europa, las ideas de renovación llegan con más fuerza y se implantan en las mentes de los jóvenes que quieren un cambio en su nación.

Podría decirse que después de la segunda mitad del siglo XVIII se evidenció, especialmente en las políticas educativas, una relación que vincula al Estado con la sociedad. De un lado, estaba la decisión de la Corona española de impulsar a través de escuelas, colegios y cátedras universitarias el aprendizaje de conocimientos útiles, que intentaban ligar la educación con el trabajo productivo: agrícola, minero y comercial. De otro lado, estaba la demanda de los principales centros urbanos, de sus élites y autoridades, que gestionaban para que se fundaran colegios y cátedras para la enseñanza de los jóvenes pertenecientes a los grupos sociales dominantes, así como la creación de escuelas elementales en donde niñas y niños de los

² En la Academia de Atenas que fundara Platón surgió a la muerte de éste la escuela filosófica peripatética de Aristóteles (384-322 a.C.), el más grande exponente de la ciencia antigua.

distintos grupos sociales aprendieran la lectura, la escritura y la aritmética, pero especialmente virtud y política.

El aporte de este trabajo de grado, desde las fuentes documentales, se enmarca en la búsqueda de los elementos que dieron origen, en Colombia, a la transformación cultural, social y económica, utilizando la educación, como la herramienta más apropiada para introducir lo que se denominaba, desde esa época, el “Pensamiento de los Modernos” o la “filosofía útil”³, cuyas bases son la razón, la experiencia y un alto componente matemático. Es decir, el pensamiento del movimiento cultural de la Ilustración que dio los inicios a la modernidad en la enseñanza del Virreinato de la Nueva Granada.

De tal manera que, en la Nueva Granada, la llegada de la *Nueva Filosofía* o de la *Filosofía Útil* (teorías que fueron desarrolladas en Europa por diferentes científicos del siglo XVII), revolucionaron no solo la ciencia occidental, sino que tuvieron un impacto en el pensamiento de nuestros criollos⁴, interesados por conocer los fenómenos de la naturaleza y el afán de comprender el mundo, los obligó a enfrentarse al pensamiento dominante de ese entonces: la escolástica⁵. Así como la tuvieron que combatir Giordano Bruno, Nicolás Copérnico, Galileo Galilei, Kepler incluso el mismo Isaac Newton ante la Santa Inquisición.

³ **Filosofía útil** según Diana Soto Arango es el pensamiento ilustrado que tiene como fundamento el uso de la razón y la experimentación con un fuerte componente matemático, se opone a la corriente teológica y filosófica denominada escolástica que dominó toda la edad media, donde la fe predominaba por encima de la razón y todo pensamiento debía ser sometido al principio de autoridad, por lo que la única verdad era la consagrada en las sagradas escrituras. Soto, D (2000). “La enseñanza de los "sistemas del mundo" en las universidades de los jesuitas de Quito y Santafé. Siglo XVIII. Manuscrito”. *Revista Historia De La Educación Latinoamericana* ed: Buhos Editores v.2 fasc. p.76 - 93, 2000.

⁴ **Criollo**: es un americanismo que se empleó desde la época de la colonización de América aplicándolo a los nacidos en el continente americano, pero con un origen europeo. A diferencia del indígena, el *criollo* (del portugués *crioulo*, y éste de *criar*) era un habitante nacido en América de padres europeos (usualmente españoles), o descendiente solamente de ellos.

⁵ **Escolástica**: Movimiento filosófico y teológico que intentó utilizar la razón, en particular la filosofía de Aristóteles, para comprender el contenido sobrenatural de la revelación cristiana. La escolástica fue el

2. MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES

2.1 Marco Teórico

Es necesario que estudiantes, profesores de matemáticas y la comunidad académica en general, conozcan la historia del pensamiento científico-matemático para que comprendan, entre otras cosas, que el origen del conocimiento científico reside en la curiosidad y posteriormente, fueron las necesidades sociales las que tuvieron directa implicación en el avance científico. Es importante entender las diversas discusiones que se llevaron a cabo de la historia: el concepto de número, el movimiento de los planetas y la tierra, la existencia de los átomos, el concepto de infinito, entre otros temas permitieron el desarrollo de la ciencia universal.

Uno de los aportes más importantes realizado por los expertos en ciencia, fue la matematización de fenómenos naturales, que viene siendo un logro, producto de varios siglos de estudio de numerosos científicos, que, en diferentes épocas de la historia, se han ocupado por comprender el mundo y sus fenómenos. En este aspecto, uno de los precursores de ese aporte fue Isaac Newton quien con su obra *Los Principios matemáticos de la filosofía natural*, conectó descubrimientos y avances de la física sin ninguna ambigüedad, ya que a través de la matemática y basado en las demostraciones experimentales y lógicas nos acercó más a conocer la realidad del mundo en que vivimos. Este hecho se convirtió en un hito, porque cambió la forma de pensar y ver el mundo, transformó las mentes de los científicos de la época y volcó a una revolución científica, en la que se peleaba por la verdad, la objetividad y la razón, y esto sólo lo podía brindar la ciencia. Se alejaba así de la especulación y se iba en contra del régimen predominante en la investigación: la escolástica.

principal movimiento en las escuelas y universidades medievales de Europa, desde mediados del siglo XI hasta el siglo XVI.

Por tal razón, si queremos saber cómo y cuándo se sentaron las bases de la ciencia y la matemática en los siglos XVIII y XIX, tenemos que referirnos a algunos científicos como Copérnico, Galileo, Kepler y por supuesto a Newton, entre otros, que aportaron a este cambio en las ideas. De esta manera para hablar de ciencia nacional, es necesario referirse a estos autores, y también estudiar, según Diana Soto Arango, La Expedición Botánica (la más grande empresa científica que se realizó en nuestro territorio) y la primera cátedra de matemáticas impartida en nuestro territorio; dos hechos significativos en los que intervino José Celestino Mutis.

Los ilustrados criollos recibieron la primera cátedra de matemáticas en 1762, en el Colegio Mayor del Rosario, y en ella se estudiaba los *Principia* de Newton, que era texto guía para el estudio de la naturaleza; fue Mutis quien los tradujo y los explicó de tal manera que hizo del estudio de la matemática algo agradable y necesario para un país como el nuestro que sufría la dominación del régimen español.

Es necesario que una comunidad académica como la matemática reconozca su historia, para así involucrarse en la construcción de la nación. De hecho, la parálisis científica que conllevó la guerra de independencia tuvo como consecuencia que llevemos mucho tiempo de atraso en comparación con otras naciones y hoy, al igual que hace más de doscientos años, sigue vigente la pelea que dio Mutis y sus discípulos por una educación científica y de alta calidad; no dejemos que sigan imperando las palabras crudas del general Morillo. Un país como el nuestro no merece que sea condenado a la ignorancia de su gente. El estudio de la matemática, la física, la biología, la química entre otras ciencias sigue siendo necesario ahora más que nunca si queremos llegar a cima del conocimiento universal.

Por último, este proyecto se enmarca en abordar la inquietud principal emanada de la V Escuela Nacional de Historia y Educación Matemática (ENHEM V), llevada a cabo en

noviembre de 2015, la cual subraya la urgencia, para la comunidad de matemáticos y educadores matemáticos de Colombia, de reconocer la importancia del estudio de la historia de las matemáticas en nuestra nación, como parte esencial del proceso educativo ya que sin el conocimiento y reconocimiento del proceso histórico y su desarrollo podemos caer en falsas apreciaciones de los conceptos matemáticos.

2.1.1. Siglo XVII, sir Isaac Newton y los “*Principia*”

La física aristotélica⁶ pudo mantener su hegemonía hasta mediados del siglo XVI, cuando la irrupción de una astronomía alternativa guio a un nuevo Sistema del Mundo. La publicación en 1543 *De Revolutionibus* de Copérnico⁷ era un paso para la transformación, no solo de la astronomía, sino que con posterioridad también de la física. Lo que conllevó al cambio en la cultura de la época, porque sus consecuencias obligaban al hombre a reubicarse en el mundo, un mundo que poco a poco iba mostrándose distinto al conocido o imaginado por los antiguos. Es en este periodo que se produce una profunda transformación en la forma de hacer ciencia, se apoya no sólo en los cambios económicos, sociales y políticos de la época, sino también de la construcción de una nueva teoría que se va paulatinamente afianzando y asentando; Como lo señala Miguel Hernández González: “Las ideas establecidas van perdiendo su carácter de verdades incontestables y las grietas de un edificio, hasta entonces

⁶ La física aristotélica se caracteriza por cuatro rasgos: 1. Es esencialista: estudia las esencias o cualidades corpóreas. 2. Es dualista: percibe la realidad fragmentada en dos sistemas: Mundo sublunar (terrestre) y Mundo translunar (celeste). 3. Es teológica: todo se explica por causas finales; porque todo lo que ocurre, ocurre por un fin. 4. Es deductiva: (no inductiva, no experimental): porque aplica los mismos métodos que la lógica.

⁷ Nicolás Copérnico. (Torun, actual Polonia, 1473 - Frauenburg, id., 1543) Astrónomo polaco. La importancia de Copérnico no se reduce a su condición de primer formulador de una teoría heliocéntrica coherente: Copérnico fue, ante todo, el iniciador de la revolución científica que acompañó al Renacimiento europeo y que, pasando por Galileo, llevaría un siglo después, por obra de Newton, a la sistematización de la física y a un profundo cambio en las convicciones filosóficas y religiosas. Con toda justicia, pues, se ha llamado revolución copernicana a esta ruptura, de tanta trascendencia que alcanzó más allá del ámbito de la astronomía y la ciencia para marcar un hito en la historia de las ideas y de la cultura.

sólido, comienzan a hacerse perceptibles. El aire de los tiempos es distinto y así lo ponen de manifiesto muchos de los textos que entonces ven la luz”⁸

Con el renacimiento científico del siglo XVI y comienzos del siglo XVII empieza el rumbo de la consolidación de las ciencias. Cambiar los aspectos negativos del oscurantismo trajo como consecuencia múltiples investigaciones en diferentes campos, como en ningún otro momento de la historia; los intelectuales de la época se centraron en desarrollar la nueva ciencia experimental con lenguaje matemático. Fue Newton quien, a través de experimentación, por medio de ensayo y error, y con un rigor matemático sobresaliente para su época, consolidó las teorías del movimiento de los planetas y la tierra basado en el trabajo realizado por sus antecesores Copérnico, Galileo, Kepler, Hooke, Huygens, Descartes, entre otros. Estos gigantes⁹ son a los que Newton se refiere en su famosa afirmación:

“Si he visto más lejos ha sido porque me he aupado a hombros de gigantes”¹⁰

Cabe mencionar que Isaac Newton nació Inglaterra el 25 de diciembre de 1642¹¹, entre sus trabajos está la introducción al cálculo diferencial e integral, en luz y óptica, también estableció las bases de la mecánica clásica mediante leyes que llevan su nombre; todos estos de suma importancia, pero tal vez la más relevante de sus obras fue la publicación en 1687 de *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, *Principios matemáticos de la filosofía*

⁸ (Hernandez, 1998, pág. 2)

⁹ La obra de estos había permitido, por un lado, elegir el sistema de referencia adecuado (Copérnico) desde que el reorganizar las observaciones y describir con precisión el movimiento de los planetas (Kepler) y, por otro, iniciar la construcción de una nueva física de raíz atomista y de expresión matemática (Galileo) y formular con claridad el principio de inercia (Descartes)

¹⁰ Carta a Robert Hooke, 5 de febrero de 1676

¹¹ En el actual calendario es 4 de enero de 1643.

natural, más conocido como los “*Principia*”, en donde describe la ley de la gravitación universal y el movimiento de los planetas.

En los *Principia*, Newton resuelve dos preguntas aparentemente distintas, ¿Qué mueve a los planetas? y ¿Qué mueve a los proyectiles?, estas preguntas fueron de gran interés para muchos filósofos naturales, sin embargo “tienen una respuesta única, una causa común: la atracción gravitatoria. Tierra y cielos aparecen unificados, descritos por las mismas leyes”¹². Desde el prefacio a la primera edición, Newton plantea cuál va a ser el núcleo de su trabajo:

En este sentido, la mecánica racional será la ciencia de los movimientos resultantes de cualesquiera fuerzas, y de las fuerzas requeridas para producir cualesquiera movimientos, demostradas con exactitud¹³

Los *Principia* consta de tres libros. En el primero, se estudia el movimiento de los cuerpos en el vacío y puede ser calificado como un tratado de mecánica racional con un gran rigor matemático. En el segundo, se analizan los efectos producidos por medios resistentes y es, en cierta medida una primera aproximación a la hidrodinámica. Y, en el tercero, basándose en los resultados previos, se construye finalmente un nuevo Sistema del Mundo,¹⁴ puede ser catalogado como un trabajo de mecánica celeste donde se hace el uso intensivo tanto de las observaciones astronómicas como de las experiencias mecánicas asociadas a la caída de cuerpos.

¹² (Hernandez, 1998, pág. 14)

¹³ (Hernandez, 1998, pág. 15)

¹⁴ La obra más importante de Newton, aquella que revolucionara la concepción de la física medieval para constituirse en la base de la física moderna es Los principios de la filosofía natural. Durante su redacción, Newton preparó un libro paralelo, El sistema del mundo, que reúne los elementos centrales de su teoría, y que fue el vehículo para la difusión definitiva de su física. Publicado de manera póstuma en 1728, es uno de los parteaguas en la historia de la ciencia. En el que se enuncia la teoría de la gravitación universal

Newton logró lo que ningún otro científico de la época, la unificación de múltiples teorías y experimentos científicos, que terminaron siendo cada uno complemento para comprender que estamos en movimiento. Además, la matematización de los fenómenos naturales hizo de su teoría algo revolucionario y que ponía a la ciencia y la investigación en la cima de las actividades más importantes que puede hacer el hombre en nombre de la razón y la verdad.

2.1.2 Contexto Educativo de España y la Nueva Granada Siglo XVIII

Con lo que sucedía en el ámbito científico se hacía necesario revolucionar la enseñanza y cambiar definitivamente los currículos de los colegios y universidades, bastante permeados por la filosofía aristotélica. Imponer la nueva *filosofía útil* o sea la enseñanza de la física, de la química, de la botánica, de la anatomía como áreas del saber indispensables, pero caracterizadas por la experimentación por una parte y además por la demostración matemática, por otra era lo novedoso para los sistemas educativos. Sin embargo, la Iglesia no se iba a dejar aislar tan fácil del panorama educativo, lo que ocasionó múltiples revueltas en pro del desarrollo nacional y el avance científico.

España era un país con mucho atraso en varios aspectos; a pesar de ser un país europeo no contaba con el desarrollo científico que tenían otras naciones. Las discusiones sobre el sistema mundo, desarrollado por Copérnico, no eran aceptadas a inicios del siglo XVIII. Se ponía en duda lo hecho por Newton en los *Principia* y su enseñanza era prohibida en las universidades, por ir en contravía de lo dicho en las *sagradas escrituras*. Es así que cuando países como Francia, Inglaterra e Italia ya habían abolido la dominación de la iglesia sobre la investigación y empezaron a crear academias e institutos científicos para el desarrollo de la ciencia como motor de transformación social, en España se seguía estudiando alquimia y astrología. Ese era el panorama educativo: predominaba la enseñanza de Aristóteles y su filosofía, desechando a la razón y a la experimentación.

La Ilustración en España empezó a fomentarse en la primera mitad del siglo XVIII, cuando el rey Carlos III se rodeó, durante su gobierno, de un grupo asesor de ilustrados y de algunos intelectuales que defendían la nueva filosofía. Entre los intelectuales se encuentra José Celestino Mutis, quien parte de sus estudios los realizó en Cádiz y Sevilla, ciudades para la época consideradas como los más importantes; centros de difusión de las ideas ilustradas. Mutis además contó con profesores que lo iniciaron en el estudio de la botánica de Linneo¹⁵, recibió igualmente la influencia de Feijoo¹⁶ y Jorge Juan¹⁷, por medio de sus obras, que lo hacían un seguidor y promulgador de las teorías de Copérnico y del sistema filosófico de Newton.

Con lo anterior podemos decir que desde 1760 se generalizó una nueva mentalidad que se denominó “despotismo ilustrado”¹⁸. Los reyes más representativos de esta corriente en España fueron Carlos III y Carlos IV. Según Diana Soto Arango

¹⁵ Carl von Linné [Linneo] (Carolus Linnaeus en latín; Carlos Linneo en castellano; Rashult, Suecia, 1707 - Uppsala, id., 1778) Botánico sueco. Su temprano interés por las plantas hizo que a la edad de ocho años se le conociera ya por el apodo del Pequeño Botánico, si bien compaginó esta vocación con los estudios de medicina, que cursó en las universidades de Lundt y Uppsala, y con su establecimiento, en 1738, en esta última ciudad como médico privado y como profesor de medicina en su universidad (1741).

¹⁶ Benito Jerónimo Feijoo (Fray Benito Jerónimo Feijoo y Montenegro; Casdemiro, 1676 - Oviedo, 1764) Erudito español. Fue uno de los espíritus más universales de su tiempo, exponente del racionalismo ilustrado. Ingresó en la orden benedictina en San Julián de Samos (1688) y se doctoró en el convento de San Vicente de Oviedo, del que fue abad (1721-1729).

¹⁷ Jorge Juan y Santacilia (Monforte del Cid –bautizado–, 1 Alicante, España, 5 de enero de 1713-Madrid, 21 de junio de 1773) fue un humanista, ingeniero naval y científico español. Midió la longitud del meridiano terrestre demostrando que la Tierra está achatada en los polos. Reformó el modelo naval español. Pronto adquirió fama de alumno aventajado, siendo conocido por sus compañeros con el sobrenombre de Euclides. Las avanzadas teorías de Newton eran conocidas y divulgadas en esta academia, de la que habrían de salir técnicos muy cualificados para la Armada. Cádiz era una puerta abierta a la Europa ilustrada, a las corrientes enciclopedistas y al comercio con América, en una España dieciochesca que se resistía al avance de las nuevas ideas.

¹⁸ Según María Isabel Piedrahita y Diana Marcela Uribe en su libro Aportes de Mutis a los Estudios Superiores en la Nueva Granada, despotismo es porque se mantuvo al pueblo apartado de la cosa pública, Ilustrado porque hubo un intento consciente de aplicar logros científicos y técnicos de la época, así como principios no

El objetivo principal del despotismo ilustrado estaba centrado en posibilitar el progreso a sus pueblos a partir de la adquisición de conocimientos científicos; sin embargo, esta búsqueda tenía la oposición de la iglesia católica, que en lo económico contaba con grandes propiedades y manejaba algunos tributos y, en lo educativo, tenía el control casi absoluto de la enseñanza, impartía una educación clásica y escolástica que venía siendo defendida desde la inquisición, prohibiendo libros, obstaculizando la expresión de filósofos y letrados, sobre todo cuando se veían amenazadas las verdades de la iglesia. No obstante, todo ello parecía ir en caída¹⁹

En el campo de las matemáticas, hay que señalar que los trabajos de Newton y Leibniz se realizaron en las últimas décadas del siglo XVII, y en España comienzan a introducirse hasta mediados del siglo XVIII. El libro *Observaciones Astronómicas y físicas* (1748) de Jorge Juan, con la colaboración de Antonio Ulloa, es tal vez es el primero que se utiliza para la enseñanza del cálculo infinitesimal en la Escuela Naval de Cádiz. También se encuentra el tratado de cálculo *Curso Militar de Matemáticas* (1753), escrito por Pedro Padilla, en el cual se sigue con el cálculo de fluxiones de Newton, pero la introducción didáctica del cálculo, junto con la geometría de Descartes, se dio con el libro *Elementos de Matemática* (1772) de Benito Bails. La obra, de diez tomos, que incorpora por primera vez en España el enfoque y la notación de Leibniz es, posiblemente, el tratado matemático, de carácter enciclopédico, más importante del siglo XVIII²⁰.

políticos del nuevo pensamiento innovador. En el despotismo ilustrado es una etapa del absolutismo que busca por vía estatal imponer las reformas propuestas y lideradas por los grandes teóricos de la Ilustración

¹⁹ (Arango, Mutis: filósofo y educador. Una Muestra de la realidad educativa americana en el siglo XVIII, 1989, pág. 2).

²⁰ (Peralta, 1999, pág. 2)

Con la aplicación de varias reformas llegaron los cambios. Se fundaron nuevas instituciones científicas, así como bibliotecas, museos naturales y jardines botánicos; se crearon, además, La Academia de Artillería de Segovia (el estudio de la ingeniería se veía necesario en un país que estaba próximo a enfrentar guerras). La real Académica de las Ciencias y Artes de Barcelona, Las Sociedades Económicas de Amigos del País; pero tal vez, lo más relevante fueron las Expediciones o exploraciones a otras tierras para conocer más de flora y fauna. Es así como llega a territorio americano la primera Expedición Geodésica con Charles La Condamine, Humboldt y Linneo, a realizar investigaciones meteorológicas, geográficas, botánicas. Con esto España emprende el rumbo del desarrollo científico y con ello también sus colonias como la Nueva Granada.

La educación en las universidades de la Nueva Granada ha estado marcada por diversos modelos, que corresponde a ciclos históricos de la sociedad colombiana. Se puede hablar de la universidad hispano-colonial, (1510-1810) tiempo en el que se instauraron dos modelos de universidad: uno, la universidad medieval de corte eclesiástico, con predominio de los dominicos²¹, agustinos²² y jesuitas²³; su dirección fue totalmente autónoma, elitista y cerrada

²¹ La orden de predicadores (del latín: ordo praedicatorum u O.P.), conocida también como orden dominicana y sus miembros como dominicos, es una orden mendicante de la Iglesia católica fundada por Domingo de Guzmán en Toulouse durante la Cruzada albigense y confirmada por el papa Honorio III el 22 de diciembre de 1216. La orden dominica se destacó en el campo de la teología y doctrina al abrigo de figuras como Alberto Magno o Tomás de Aquino. Algunos de sus miembros integraron la Inquisición medieval. La orden fundó la Escuela de Salamanca de teología, filosofía y economía.

²² La Orden de San Agustín (O.S.A), en latín Ordo Fratrum Sancti Augustini, es una orden religiosa mendicante establecida por la Iglesia católica bajo el pontificado de Inocencio IV en el año 1244, ante la necesidad de unificar una serie de comunidades de eremitas que surgieron bajo la experiencia monástica de san Agustín y su Regla del siglo IV.

²³ La Compañía de Jesús (Societas Jesu, S. J.), cuyos miembros son comúnmente conocidos como jesuitas, es una orden religiosa de la Iglesia católica fundada en 1534 por Ignacio de Loyola,^{3 4} junto con Francisco Javier, Pedro Fabro, Diego Laínez, Alfonso Salmerón, Nicolás de Bobadilla, Simão Rodrigues, Juan Coduri, Pascasio Broët y Claudio Jayo en la ciudad de Roma. Fue aprobada por el papa Paulo III en 1540. Con 17 676 miembros en 2012 (sacerdotes, estudiantes y hermanos),⁶ es la mayor orden religiosa masculina católica hoy en día,

a la participación de laicos; enfatizó el estudio de la teología tomista, las artes y las humanidades. En este período, se fundó la Universidad de San Nicolás de Bari (1575), la Universidad de Santo Tomás (1580), la Universidad Javeriana (1623), el Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario (1653), y en Cali la Universidad de San Buenaventura (1715).²⁴

El otro modelo fue la universidad pública, la cual aparece en el siglo XVIII, cuando la Real Audiencia de Santafé formula la necesidad de crear una institución de estudios superiores dependiente directamente de la monarquía, eliminando el monopolio a las comunidades religiosas. Este modelo de universidad pública acentuó la formación racionalista y pragmática, la formación de individuos para servir al Estado y el estudio de las ciencias naturales y sociales. (Londoño & Uribe López, 2009).

También encontramos Los Colegios Mayores los cuales jugaron un papel de vital importancia en el desarrollo de los estudios superiores. En la Nueva Granada los Colegios fueron primordiales, ante la carencia de universidad pública. Estos son: el Seminario de San Bartolomé y el Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario, aquí se brindó la enseñanza de los estudios seculares universitarios y se dictaron las cátedras de Arte, Filosofía, Derecho Canónico y Civil, Teología y Medicina.; sin embargo, dichos colegios carecían del permiso real para otorgar títulos, ante ello, los catedráticos y colegiales debían presentar exámenes de grado en las universidades llamadas particulares, nombre dado por la corona española a la facultad para graduar y expedir títulos de bachiller, licenciado, maestro y doctor a las comunidades religiosas de dominicos y jesuitas.

aunque en disminución (17 287 miembros en 2013).⁷ Su actividad se extiende a los campos educativo, social, intelectual, misionero y de medios de comunicación católicos.

²⁴ (Mejía, 1991, pág. 2)

Para comprender el proceso educativo en la Nueva Granada debe partirse de que la sociedad de ese entonces era principalmente agraria, comercial y minera, actividades que eran transmitidas por tradición. Al respecto Jaime Jaramillo Uribe señala:

La cultura media de los habitantes del Reino, aun de las clases altas, tampoco exigía una educación diferente. Como los únicos objetivos eran mantener el status de persona educada y prepararse para salvar el alma, bastaban la educación religiosa, el latín y algún conocimiento de los clásicos²⁵.

Por lo que puede afirmarse que las entidades de educación con carácter de universidad colonial no eran adecuadas como multiplicadoras de los contenidos modernos (por ejemplo la enseñanza de las matemáticas y la física de Newton, el estudio de las ciencias naturales, entre otros); en primer lugar, porque tenían el rol de ser promotoras de carreras destinadas a proteger los intereses de los grupos guardianes del statu quo -teólogos, abogados y médicos-; y en segundo lugar, eran divulgadoras de saberes anclados en el tiempo como el paradigma hipocrático galénico para la medicina, el derecho romano, la escolástica, representada por Santo Tomás, la cátedra de filosofía fundamentada en los estudios universitarios seguía la corriente de Aristóteles. Todo ello era la formación tradicional que se impartía en la universidad colonial, las cuales no variaron mucho hasta que se introdujeron cambios durante la puesta en marcha de las reformas educativas elaboradas a finales del siglo XVIII (Londoño & Uribe López, 2009).

Así que después de la segunda mitad del siglo XVIII se evidenció especialmente en las políticas educativas una relación que vincula al Estado con la sociedad. De un lado, estaba la decisión de la Corona española de impulsar a través de escuelas, colegios y cátedras

²⁵ Jaramillo, J. "El proceso de la educación, del Virreinato a la época contemporánea", en Manual de Historia, tomo III, capítulo XXI, p. 255

universitarias el aprendizaje de conocimientos útiles, que intentaban ligar la educación con el trabajo productivo: agrícola, minero y comercial. De otro lado, estaba la demanda de los principales centros urbanos, de sus élites y autoridades, que gestionaban para que se fundaran colegios y cátedras para la enseñanza de los jóvenes pertenecientes a los grupos sociales dominantes, así como la creación de escuelas elementales en donde niñas y niños de los distintos grupos sociales aprendieran la lectura, la escritura y la aritmética.

De tal forma que el proceso de los estudios superiores en la Nueva Granada durante el siglo XVIII es necesario mirarlo a la luz de las confrontaciones entre la corriente escolástica y la incursión de la *filosofía útil* a través de ilustrados españoles y criollos que defendieron dichas corrientes, principalmente a través de los planes de estudios y los nuevos métodos de enseñanza propuestos en los centros educativos de la época.

El siglo XVIII es el siglo de las ciencias naturales y del filosofismo racionalista. La filosofía naturalista preconizada por el genio de Newton invade las aulas universitarias; revive la doctrina copernicana que enseña al hombre el amor a la verdad, el realismo idealista, la humildad y la moderación. Con la derrota del geocentrismo viene también la del egocentrismo. Empieza a surgir el mundo social y el mundo de la matemática²⁶.

2.1.3 Traducción Inédita de los *Principia* Hecha por Mutis

José Celestino Mutis llegó a la Nueva Granada el 24 de febrero de 1761. Un año después ya como director de la primera cátedra de matemáticas en la historia de nuestras instituciones educativas coloniales, Mutis pronuncia el discurso inaugural más estructurado en defensa de la nueva ciencia, según Hernández de Alba el título de aquel acto fue “Elementos de la filosofía natural, que contienen los principios de la física demostrados por las matemáticas y

²⁶ (Hernández, 1983, pág. 9)

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”²⁷, esta disertación nos presenta el carácter de Mutis y su papel difusor de la física y la astronomía modernas en el virreinato.

La publicación el 5 de julio de 1687 de los *Principia*, obligó a los científicos y académicos a que estudiaran de manera individual o colectiva esta nueva obra que revolucionó la ciencia, por lo que en Europa proliferaron traducciones, ediciones en diferentes idiomas, artículos, gacetas, todo con el fin de corroborar si era o no correcta la nueva teoría. De tal forma que hasta España llegó la discusión.

Defender la nueva teoría ameritaba tener un conocimiento minucioso de la publicación de los *Principia* hecha por Newton, se debía poseer bases fuertes de física, matemática, movimiento de los cuerpos entre otras, para así lograr comprender lo plasmado en esa obra, además de latín, con el cual fue escrito. Todo eso permitía a ciertos científicos ser divulgadores en sus naciones de las nuevas teorías, por lo que se infiere Mutis fue una de esas personas.

Existen documentos como el de Víctor Albis denominado: *Los Principia de Newton y sus Relaciones con el Desarrollo de las Ciencias Naturales en la Nueva Granada* (Albis, 1986, págs. 50-53) y los de Luis Carlos Arboleda *Newton en la Nueva Granada y Sobre una Traducción Inédita de los Principia al castellano hecha por Mutis en la Nueva Granada* nos permiten inferir que Mutis realizó una traducción de la obra de Newton para ser después enseñada en los claustros universitarios de la Nueva Granada.

²⁷ (Alba, Pensamiento Científico y Filosófico de José Celestino Mutis., 1982)

2.1.4 La Primera Cátedra de Matemáticas: José Celestino Mutis

La historia de las matemáticas en Colombia se remonta al 13 de marzo de 1762 con la inauguración de la primera cátedra impartida por José Celestino Mutis en el Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario en Santafé. Evento que sin lugar a dudas era de mayor trascendencia para la población neogranadina. Mutis llegó como médico, su interés por la naturaleza y estudiar esta parte de América, lo incitó hacer investigaciones y a realizar muestras que incluso envió a Linneo. El entusiasmo mostrado de los criollos por el aprendizaje de las matemáticas lo sorprendió, lo que le permitió quedarse con la cátedra hasta su muerte en 1808. En sus cursos enseñó la teoría copernicana y los *Principia* de Newton, ocasionándole aquellos serios inconvenientes con los Dominicos.

La Expedición Botánica fue tal vez la más grandiosa empresa de carácter científico y de mayor importancia en el periodo colonial, en esta se realizaron, investigaciones geográficas, la elaboración de un nuevo mapa de la Nueva Granada, observaciones meteorológicas y astronómicas etc.

El arribo de los aires científicos de occidente, se expresaba en el interés de estudiar la naturaleza, lo que implicó la llegada de una nueva concepción del mundo: la tierra no era estática y giraba alrededor del sol, esta idea ocasionó un revolcón en la mente de las personas, todo lo que habían estudiado antes no obedecía a la realidad y eso producía mayor asombro, así el estudio del mundo y sus fenómenos se imponían sobre la especulación sin demostración, las matemáticas eran el lenguaje de la nueva ciencia naciente y esta había impulsado el desarrollo de algunas naciones, todas esas ideas hicieron parte de la generación de criollos ilustrados que participaron decididamente en la revolución de independencia.

La influencia de Mutis y el ánimo de aprender matemáticas de muchos de sus alumnos, lo llevaron a conformar la Expedición Botánica, entre los miembros de esta se destacaban Jorge

Tadeo Lozano, Fernando Vergara, Eloy Valenzuela, Camilo Torres, Francisco José de Caldas entre otros. Quienes aparte de sus convicciones científicas también apoyaron la lucha de Independencia. Tal vez el más destacado es el Sabio Caldas, criollo de Popayán quien había descubierto lo fascinante de las ciencias, fue él quien tras la muerte de Mutis asume la cátedra de matemáticas, dado el papel destacado como agente difusor de las ideas más avanzadas en ese entonces, se convirtió en un problema para el ejército realista por lo que el General Pablo Morillo lo detiene y lo condena a fusilamiento, terminando con la vida de este personaje con la siguiente frase “América no necesita sabios”.

2.1.5 Los Planes de Estudio en la Nueva Granada

Uno de los aspectos más relevantes en la época colonial gracias a la incidencia del pensamiento de Mutis, fue la idea de cambiar el sistema educativo, mediante reformas denominadas: Planes de Estudio Ilustrados, los cuales contenían las ideas y teorías de la nueva filosofía newtoniana.

La primera iniciativa fue la del fiscal Francisco Moreno y Escandón, quien expuso el Plan de Estudios el 9 de mayo de 1768 y fue aprobado en septiembre de 1774. En este Plan se introdujo el estudio de la matemática, la física y la anatomía como áreas de conocimiento para la gente de la Nueva Granada, lo novedoso de este Plan de Estudios era la consecución de libros para el estudio de la aritmética, la geometría, la filosofía, entre otras, y advertía que sin buenos libros y maestros no existirían buenos estudiantes, de esta manera el plan logró ser aplicado durante cinco años y con ello también se logró la creación de la primera biblioteca pública en Colombia.

Otro Plan de Estudios destacado fue el del Virrey Caballero y Góngora, quien con un grupo de catedráticos lo propuso en 1787, en este se pretendía el estudio la naturaleza mediante la experimentación y para eso era necesario contar con salidas de campo y prácticas

experimentales, lo que obligaría al que el estudiante se fascine por la investigación, también introdujo la necesidad de la formación de los estudiantes por fuera de la Nueva Granada, que tuvieran vinculación directa con los centros científicos de Europa y después llegaran a poner en práctica todo lo aprendido en beneficio de su país, lastimosamente este plan nunca fue efectivo, salvo por tres casos de alumnos de Mutis que lograron salir a hacer sus estudios por fuera.

Por último y tal vez el más innovador de los Planes de Estudio fue el de Eloy Valenzuela, el cual se presenta el 13 de abril de 1806 y quien fuera discípulo de Mutis desde los trece años en el Colegio Mayor de Mompox, En este plan se introdujeron los elementos matemáticos de Newton y el estudio de la *filosofía útil*, en reemplazo de la peripatética, también entendió que la educación debía estar a cargo del Estado y debidamente financiada, además que la educación no debería ser para una élite sino para todo aquel que deseara ayudar a cambiar su patria, ya sea negro o blanco, pobre o rico, la educación no debía tener restricción alguna, pero el dominio de la iglesia no había desaparecido y los Dominicos seguían a cargo de la educación del pueblo neogranadino, por tal razón este plan no tuvo éxito, en adelante se dieron una serie de confrontaciones entre los defensores la ciencia y los dominicos que estaban más interesados por el negocio de educar.

2.1.6 Desarrollo de la Ciencia Nacional

Después de que Felipe II prohibiera estudiar en el extranjero, la ciencia española entró en una fase de decadencia y neoescolasticismo de la cual no saldría hasta finales del siglo XVII, con el trabajo de los llamados *novatores*. Este grupo promovía semi-clandestinamente las nuevas ideas de Newton y William Harvey. A este grupo pertenecían, entre otros, Juan Caramuel y Lobkowitz, Juan de Cabriada y Antonio Hugo de Omerique, cuya obra *Analysis Geometrica*

(1698) atrajo el interés de Newton. En la misma época, desde Nueva España, Diego Rodríguez comentó los trabajos de Galileo.

El sistema newtoniano, todavía prohibido por la Iglesia, se difundió ampliamente en el mundo hispano del siglo XVIII, a partir de Jorge Juan y Antonio de Ulloa (socios del francés Charles de La Condamine en su expedición geodésica a los Andes) en la península Ibérica, José Celestino Mutis en Nueva Granada y Cosme Bueno en Perú.

El otro pilar de la modernización científica de la Ilustración fue Linneo, cuya nomenclatura binomial fascinó a toda una generación de botánicos europeos, estimulando nuevas exploraciones. El siglo XVIII fue la época de las expediciones botánicas y científicas al Nuevo Mundo, entre las que destacaron la de Mutis (corresponsal de Linneo) a Nueva Granada, la de Hipólito Ruiz y José Pavón a Perú, la de José Mariano Mociño y Martín de Sessé a Nueva España, y la de Alejandro Malaspina alrededor del globo. También en los territorios americanos la ciencia floreció en instituciones como el Real Seminario de Minería de México, el Observatorio Astronómico de Bogotá o el Anfiteatro Anatómico de Lima.

Las Guerras Napoleónicas y de Independencia interrumpieron el avance de la ciencia tanto en la península Ibérica como en Latinoamérica. En España la recuperación fue muy lenta; la vida científica se paralizó prácticamente hasta la aparición de nuevas ideas —el darwinismo en primer lugar— como secuela de la revolución de 1868 y la I República.

En la Nueva Granada, la Ciencia Nacional comienza desde la primera cátedra de matemáticas impartida por José Celestino Mutis, en la cual se estudiaba los *Principia* de Newton. La Expedición Botánica, la creación del observatorio astronómico, las bibliotecas públicas, la cátedra de *filosofía útil* en los Colegios Mayores hacen parte del inicio del desarrollo científico y del interés de los jóvenes de la época por el estudio de la ciencia, lastimosamente

sabiendo de la validez de la lucha por la independencia esta terminó por replegar el movimiento científico y paralizar por un buen tiempo el estudio de las ciencias.

2.2 Antecedentes

En Colombia existen diversos estudios sobre el desarrollo histórico del pensamiento matemático con énfasis en las condiciones de la Nueva Granada; entre esos podemos resaltar los de Luis Carlos Arboleda, Diana Soto Arango, Miguel Hernández, Víctor Albis, María Isabel Piedrahita, Diana Marcela Uribe entre otros. Los cuales han intentado mostrar y profundizar la relación que tiene la matemática con las otras ciencias y su desarrollo con las condiciones sociales, culturales, económicas y políticas de ese entonces.

Entre esos estudios encontramos las investigaciones de Diana Soto Arango, las cuales nos permiten comprender que a la revolución de independencia la antecedió una revolución cultural, una revolución en las ideas, en donde la ciencia y la matemática jugaron un papel determinante. Profundiza también sobre la relación del pensamiento científico-matemático de occidente, las discusiones de la nueva filosofía natural en los claustros universitarios y su incidencia en la sociedad. Lo que conllevó al cambio de mentalidad a la generación de los criollos ilustrados en la Nueva Granada.

Otras investigadoras de este aspecto son las de María Isabel Piedrahíta Londoño y Diana Marcela Uribe López, quienes con su libro *Los Aportes de Mutis a los Estudios Superiores de la Nueva Granada*, ahondan en el aspecto de la labor educativa de Mutis y la primera cátedra de matemáticas impartida por Mutis en el Colegio del Rosario, los planes de estudio propuestos por ciertos ilustrados quienes querían incluir las ideas de la filosofía útil y de las dificultades de cambiar el sistema educativo de la dominación de las comunidades religiosas (jesuitas y dominicos).

También podemos citar el estudio realizado por Miguel Hernández en el campo de la historia de la matemática en especial de lo determinante de los *Principia* de Newton para la ciencia mundial y sobre los aportes de grandes científicos del siglo de las luces como Copérnico, Galileo, Kepler, Giordano Bruno, Robert Hooke, Huygens, entre otros, que ayudaron a Newton en su teoría y que sin ellos no hubiera podido desarrollar la mencionada obra.

Por otro lado, se hizo necesario analizar la historia del pensamiento científico-matemático desde un punto de vista materialista y filosófico para ello el libro de *Lecciones de Historia de las Matemáticas* de Hans Wussing y el de *Ciencias Naturales entre Materialismo e Idealismo* de Guillermo Guevara Pardo, sirvieron para orientar el curso de este estudio.

Aparte también encontramos publicaciones en la academia de historia de la ciencia y la matemática colombiana, sobre José Celestino Mutis y la Expedición Botánica, escritos por Gabriel Fonnegra y Víctor Albis. Los estudios de Luis Carlos Arboleda sobre la traducción inédita de los *Principia* y de Newton en la Nueva Granada nos permiten rastrear las ideas que posibilitaron el desarrollo del pensamiento científico-matemático en Colombia y sentaron las bases para el progreso de la Ciencia Nacional.

3. METODOLOGÍA

3.1 Planteamiento del Problema

Se sabe que el desarrollo de Ciencia Nacional, tiene su origen hace más doscientos años con la llegada de José Celestino Mutis a la Nueva Granada, con él se asentaron las ideas renovadoras y revolucionarias en cuanto a ciencia. La Expedición Botánica se convirtió en un referente de cómo comprender el mundo, se abandona la escolástica y predomina la experimentación y la razón como las fuentes para acceder a la verdad. Todo lo que hoy existe en Colombia, los institutos científicos, los observatorios astronómicos, las universidades, las asociaciones de matemáticas y de ciencias naturales, las bibliotecas, entre otros nacieron de las necesidades de la época.

Transformar el país y poder lograr el desarrollo eran los anhelos de esa generación, pero la única forma de lograrlo era mediante el avance científico y la liberación de nuestro país de la corona española. Los países de occidente eran el ejemplo, la revolución francesa, la inglesa y la norteamericana se convertían en el objetivo a alcanzar para el bienestar de la mayoría del pueblo neogranadino. Pero todo esto se logró comprender solo cuando llegaron las ideas sobre los estudios de física y del movimiento de los planetas, cuando la experimentación se imponía sobre la especulación, cuando los fenómenos de la naturaleza se pudieron interpretar matemáticamente, solo hasta entonces el hombre llegó a conocer y acceder a la verdad y ese fue el motor de todos los cambios sociales de esa época. De tal forma que se hace necesario analizar y comprender ese periodo de la historia que nos muestra los orígenes del pensamiento científico-matemático y las bases del desarrollo de la ciencia nacional.

De esta forma la pregunta de investigación que se pretende abordar en este trabajo será:

¿Cómo las ideas de Newton publicadas en los “*Principia*” influenciaron en el pensamiento científico-matemático de José Celestino Mutis para el desarrollo de la ciencia nacional en la Nueva Granada?

3.2 Objetivos de la Investigación

3.2.1 Objetivo General

- Analizar las ideas de Newton publicadas en los *Principia* y su influencia en el pensamiento científico-matemático de José Celestino Mutis, como base del desarrollo de la Ciencia Nacional en la Nueva Granada

3.2.2 Objetivos Específicos

1. Presentar un panorama de la educación en la Nueva Granada antes de la llegada de Mutis.
2. Presentar una historiografía contextualizada de *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica de Newton* y de su traducción inédita por parte de José Celestino Mutis.
3. Analizar apartes históricos de la primera cátedra de matemáticas impartida por Mutis y la controversia con los dominicos.
4. Analizar comparativamente aspectos de tres planes de estudio para la enseñanza de la “filosofía útil” en la Nueva Granada

3.3 Metodología

Para llevar a cabo la investigación, se hizo un recorrido histórico desde la llegada de Mutis a la Nueva Granada hasta su muerte, analizando documentación sobre la influencia de las nuevas teorías pregonadas en occidente y, en especial, las desarrolladas por Newton en su

libro *Los Principia*, en las ideas que defendió Mutis como director de la primera cátedra de matemáticas.

A partir de la recopilación de una serie de documentos, se pudo aclarar las concepciones de José Celestino Mutis y su vínculo directo con las teorías formuladas en *Los Principia* de Newton; además de comprender el panorama de la labor científica que desarrollaban los intelectuales criollos y que significó el cambio de las concepciones matemáticas basadas en la especulación, como lo determinaba la escolástica, hacia la nueva filosofía útil donde se basaba en la experimentación y la demostración.

Además, se trata cada uno de los objetivos específicos según lo planteado por Maribel Anacona, donde manifiesta que:

Tradicionalmente se han distinguido dos maneras de abordar el trabajo histórico en torno al conocimiento científico, una internalista y otra externalista. Desde la corriente internalista, se considera que el objeto de la Historia de las Ciencias, es la ciencia misma. Es así como se trata de hacer una historia de los conceptos, atendiendo básicamente su estructura lógica de producción. Desde la externalista, se considera que las explicaciones sobre acontecimientos científicos se pueden obtener primordialmente desde el ámbito social, postura que se acerca más a una sociología de las ciencias (Anacona, 2003).

De tal forma que el primer objetivo específico (ver página 38) se abordó bajo el enfoque externalista, dado que estudiaremos la cuestión educativa de la época colonial, en donde influyeron los factores políticos, sociales, económicos y culturales.

Para el segundo objetivo específico, se tuvo en cuenta el enfoque internalista y el externalista, ya que se trató de mostrar cómo se llegó a la publicación de los *Principia* de Newton y ese

tema gira en torno a las discusiones matemáticas y científicas de la época, propias de la rama de estudio. Por el lado de la traducción inédita de una obra científica se tuvo aspectos propios de los conceptos de la ciencia, pero también se involucran situaciones políticas y sociales que conllevan a realizar ese trabajo por parte de Mutis.

Para el tercer objetivo también se involucraron los dos aspectos ya que se habla de la cátedra propia sean conceptos y también de las dificultades de impartir la nueva ciencia.

Y, para el último objetivo, el análisis comparativo de los planes de estudio, son importantes los dos enfoques, ya que se habla de currículos y materias propios de la matemática, pero también de su implementación en la educación de la Nueva Granada.

4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

4.1 Capítulo I. La educación y las comunidades religiosas en la Nueva Granada

4.1.1 Introducción

En España el movimiento ilustrado sólo se difundió entre determinadas élites, formadas por nobles, funcionarios, burgueses y clérigos. Los ilustrados, durante todo el siglo XVII hasta 1808 fueron una minoría, dinámica e influyente, pero minoría, al fin y al cabo. Y, aunque los principios que defendieron llegaron a impregnar toda su época, el censo de los indiferentes, de los tradicionalistas y de los enemigos de las nuevas ideas siempre fue mucho más abultado que el de los partidarios del progreso, la razón y la libertad.

Los Ilustrados se interesaban básicamente por:

- Reformar y reactivar la economía (preocupación por las ciencias útiles, mejora del sistema educativo).
- Crítica moderada de algunos aspectos de la realidad social del país.
- Las nuevas ideas políticas liberales, aunque, en su mayor parte, no apoyaron planteamientos revolucionarios.

El interés reformista de los Ilustrados les llevó a chocar con la Iglesia y la mayor parte de la aristocracia, así la mayoría del país siguió apegada a los valores tradicionales. Pero en la primera mitad del siglo XVIII se crearon las principales academias, instrumentos de difusión de las ideas ilustradas. Se establecieron la Real Academia de la Lengua (1713), y sus análogas de Medicina (1734), Historia, Bellas Artes de San Fernando (1752); y, junto a ellas, el Jardín Botánico (1755) y el Gabinete de Historia Natural (1771).

Tras el impulso reformista del reinado de Fernando VI (1746-1759), la ilustración en España llega a su apogeo con el reinado de Carlos III (1759-1788). Los ministros de este monarca, con espíritu renovador, trataron de elevar el nivel económico y cultural del país, por lo que existió interés en los asuntos económicos y sociales que permitieron la creación de las Reales Sociedades Económicas de Amigos del País, preocupadas por la difusión de las “ciencias útiles”²⁸ y el desarrollo material, es decir la enseñanza de las ciencias naturales y de las matemáticas para el beneficio y progreso de sus pobladores.

El interés por la educación y el progreso científico se concretó en la creación de nuevas instituciones de enseñanza secundaria (Reales Estudios de San Isidro fundado en 1625), de enseñanza superior (Colegio de Cirugía, Escuela de Mineralogía (1777), Escuela de Ingenieros de Caminos (1802) y en la reforma de las Universidades y de los Colegios Mayores.

Este nuevo panorama se refleja en las colonias, toda vez que la educación en las instituciones del Nuevo Reino de Granada estuvo marcada por diversos modelos, que corresponde a diferentes ciclos históricos. Se puede hablar de la Universidad Hispano-Colonial (1510-1810), época en la que se instauraron dos modelos de universidad: uno, la universidad medieval de corte eclesiástico, con predominio de los dominicos, agustinos y jesuitas; su dirección fue totalmente autónoma, elitista y cerrada a la participación de civiles; enfatizó el

²⁸ **Ciencia útil** es una expresión propia de la Ilustración para referirse a las ciencias que mejor se acomodaban con la idea de progreso dominante en los siglos XVIII y XIX: las matemáticas, la física, la química, la botánica, la mineralogía y, en general las ciencias naturales cuyo método se deriva de la revolución newtoniana, revolución científica del siglo XVII o "ciencia moderna". La expresión era una manera de minusvalorar a las ciencias que no se consideraban útiles, y que coincidían con las que se enseñaban en las universidades de la época, ancladas en el escolasticismo. La nueva función del intelectual en la generación y divulgación del conocimiento enfocado a la transformación social y el dominio de la naturaleza, se convirtió en una verdadera revolución intelectual que precedió a la revolución política.

estudio de la teología tomista²⁹, las artes y las humanidades. En este período, se fundó la Universidad de San Nicolás de Bari (1575), la Universidad de Santo Tomás (1580), la Universidad Javeriana (1623), el Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario (1653), y la Universidad de San Buenaventura en Cali (1715). Revisar la tabla No.1 de las fechas de fundación de las universidades de España y la Nueva Granada.

TABLA 1

Surgimiento de las primeras universidades en España y la Nueva Granada

País	Universidad	Año de fundación
España	Palencia	1208
España	Salamanca	1218
España	Sevilla	1260
España	Valladolid	1262
Nueva Granada	Universidad San Nicolás de Bari	1575
Nueva Granada	Universidad de Santo Tomas	1580
Nueva Granda	Universidad Javeriana	1623
Nueva Granada	Colegio Mayor de Nuestra Señora del	1653

²⁹ Teología tomista, se refiere a la filosofía de Santo Tomas de Aquino, quien integro las ideas de Aristóteles junto con los textos de las sagradas escrituras, creando así la nueva filosofía teológica del cristianismo.

Rosario				
Nueva Granada	Universidad	de	San	1715
Buenaventura				

Fuente de esta investigación

El otro modelo fue la universidad “pública”, la cual aparece a mediados del siglo XVIII, cuando la Real Audiencia de Santa Fe formula la necesidad de crear una institución de estudios superiores dependiente de la monarquía y eliminando el monopolio a las comunidades religiosas. Este modelo de universidad “pública” acentuó la educación racionalista y pragmática, la formación de individuos para servir al Estado y el estudio de las ciencias naturales y sociales.

Hay que señalar que los Colegios Mayores jugaron un papel de vital importancia en el desarrollo de los estudios superiores ante la carencia de universidad pública. Estos son: el Seminario de San Bartolomé y el Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario, en los cuales se impartió la enseñanza de los estudios seculares y se dictaron cátedras de Arte, Filosofía, Derecho Canónico y Civil, Teología y Medicina. Sin embargo, estos institutos carecían del permiso real para otorgar títulos, por lo cual colegiales y catedráticos debían presentar exámenes de grado en las universidades llamadas particulares, nombre dado por la corona española a las academias con facultad para graduar y expedir títulos de bachiller, licenciado, maestro y doctor a las comunidades religiosas de dominicos y jesuitas.

Debido al nuevo panorama, en donde se manifestaban cambios económicos, ideológicos y políticos, era necesario abordar el proceso de estudios superiores en la Nueva Granada durante el siglo XVIII a la luz de las confrontaciones entre la corriente escolástica y la llamada

filosofía útil que profesaban los ilustrados españoles y criollos, que defendieron dichas corrientes principalmente a través de los planes de estudios y los nuevos métodos de enseñanza propuestos.

4.1.2 Jesuitas 1621-1767

Para comprender el estado de la educación en la Nueva Granada hay que remitirse a lo que estaba pasando en la década de 1730 a 1740 en Europa. Los jesuitas ejercían la enseñanza de acuerdo con unas estrategias educativas y culturales dentro de la filosofía mecanicista y sistemática de Descartes. Esta comunidad, en las décadas anteriores, había combatido el “materialismo ateo newtoniano”, luego prefirieron otras corrientes que trataban de hacer compatible la filosofía cartesiana³⁰ con los principios de la física experimental de inspiración newtoniana. Así, se manifestaba el adaptacionismo cultural de la Compañía de Jesús con el fin de mantener su propio poder detrás del trono.

Como es de suponer, esta situación se vive también en la comunidad jesuita de la América colonial. Estos religiosos se establecieron en Santa Fe con la Universidad Javeriana, en 1621, y “fueron los primeros que de una manera sistemática enseñaron las teorías de Descartes, Copérnico y de Isaac Newton (1642-1727) en las universidades del Virreinato de la Nueva Granada”³¹.

³⁰ Refiérase a la filosofía de Descartes. Es también conocido como Cartesius, que era la forma latinizada en la que escribía su nombre, onomástico del que se deriva el adjetivo cartesiano usado en el contexto de la matemática: *plano cartesiano*, por ejemplo. Su método filosófico y científico, que expone en *Reglas para la dirección de la mente* (1628) y más explícitamente en su *Discurso del método* (1637), establece una clara ruptura con la escolástica que se enseñaba en las universidades. Está caracterizado por su simplicidad —en su *Discurso del método* únicamente propone cuatro normas— y pretende romper con los interminables razonamientos escolásticos. Toma como modelo el método matemático, en un intento de acabar con el silogismo aristotélico empleado durante toda la Edad Media.

³¹ (Arango, La enseñanza de los “Sistemas del Mundo” en las universidades de los jesuitas de Quito y Santafé siglo XVIII, 2000, págs. 51-73)

El adaptacionismo de éstos se da en dos direcciones. La primera, introducir aspectos científico-naturales de la filosofía cartesiana y enseñar con reserva la física experimental de inspiración newtoniana. La segunda, orientada al conocimiento de la realidad físico-social y cultural del mundo americano, con la aprobación de la *Misión Geodésica*, donde se realizaron actividades como medir, bajo el Ecuador, algunos grados del meridiano a fin de poder comprobar la figura de la tierra, de tanta trascendencia para la teoría newtoniana; además de observar eclipses de sol y luna, calcular la oblicuidad de la elíptica, estudiar la celeridad del sonido, la refracción de la luz, la atracción newtoniana; trazar la carta geográfica del reino de Quito, planos de ciudades y descripciones detalladas de fauna y flora³²

Lo anterior quedó escrito en la obra de Charles Marie La Condamine (1701-1774) que se tituló *Relación abreviada de un viaje hecho al interior de la América Meridional*. Por su parte, los hermanos españoles Antonio y Jorge Ulloa divulgaron por escrito algunas noticias secretas sobre observaciones astronómicas y físicas.³³ Todo lo cual incidió para que académicos de la Nueva Granada se orientaran hacia el pensamiento científico.

Las nuevas teorías se enseñaban por misioneros formados en el extranjero o por jesuitas criollos que estaban informados de las transformaciones que sucedían en Europa. En Santa

³² (Arango, La enseñanza de los "Sistemas del Mundo" en las universidades de los jesuitas de Quito y Santafé siglo XVIII, 2000, págs. 51-73)

³³ Jorge Juan y Antonio de Ulloa inauguran la etapa más brillante de las expediciones científicas, la de la Ilustración. Marineros y científicos, forman parte de la expedición científica hispano-francesa (1735-1746) organizada por la Academia de Ciencias de París y de la que también formaban parte La Condamine y el naturalista Jussieu, y cuyo objetivo era medir el arco del meridiano terrestre en el Ecuador para dilucidar la verdadera forma de la Tierra y sus exactas dimensiones. Terminaron explorando, cartografiando y fortificando toda la costa del Pacífico, desde Panamá hasta Chile. Los informes de la expedición se publicaron en dos obras diferentes. La "Relación histórica de viaje..." contiene en cuatro volúmenes las descripciones de los reinos del Perú y de sus particularidades: folklore, comercio, geografía, arqueología, historia natural, etc. Las "Observaciones astronómicas y físicas" se publicaron en volumen aparte. El copernicanismo ("sistema dignamente condenado por la Iglesia") de la obra le creó a Jorge Juan un problema con la censura de la Santa Inquisición, resuelto con una solución de compromiso, que el lector avisado sabía leer entre líneas: "...pero, aunque esta Hipótesis sea falsa..." Las noticias e informaciones relativas a la situación política del Virreinato tenían carácter reservado, y se publicaron malévolamente en Londres en 1826 con el título de "Noticias secretas de América"

Fe, es significativa la presencia del padre Denis Mesland (1615-1672), quien fue catedrático de la Universidad Javeriana hacia 1664, amigo personal de Descartes,³⁴ y quien realizó una síntesis de las *Meditationes*³⁵ para los colegios de los jesuitas, escrito que contó con la aprobación del mismo Descartes. En definitiva, las teorías de Descartes marcaron para los jesuitas un camino intermedio para llegar al estudio de las teorías del cosmos heliocéntrico³⁶ tanto en Europa como en América colonial. A todas luces, la intención expresa de los jesuitas de difundir el cartesianismo en el territorio americano revela un avance en el conocimiento científico de la Nueva Granada.

En cuanto a la introducción de las nuevas teorías del cosmos heliocéntrico, y en general, sobre la concepción del mundo en el Virreinato de la Nueva Granada, es necesario insistir en que estas tesis, antes de llegar a los claustros universitarios, ya habían circulado en estado práctico en las misiones científicas. Es indudable que en las actividades de medición de límites y de observaciones astronómicas, se tenían que analizar las teorías de Newton y de

³⁴ (Arango, La enseñanza de los “Sistemas del Mundo” en las universidades de los jesuitas de Quito y Santafé siglo XVIII, 2000, págs. 51-73)

³⁵ Las *Meditaciones metafísicas*, cuyo título completo es *Meditaciones metafísicas en las que se demuestran la existencia de Dios y la inmortalidad del alma*, es una obra escrita por René Descartes y publicada por primera vez en 1641, en latín, con el título *Meditationes de prima philosophia, in qua Dei existentia et animæ immortalitas demonstrantur* (una versión francesa, preparada por Louis Charles d'Albert de Luynes bajo la supervisión de Descartes, aparecerá en 1647 con el título de *Méditations metaphysiques*). En ella se elabora el sistema filosófico que había introducido en 1637, en la 4ª parte del *Discurso del método*.

³⁶ Nicolás Copérnico (1473-1543), astrónomo polaco, es conocido por su teoría Heliocéntrica que había sido descrita ya por Aristarco de Samos, según la cual el Sol se encontraba en el centro del Universo y la Tierra, que giraba una vez al día sobre su eje, completaba cada año una vuelta alrededor de él. No fue sino hasta el siglo XVI, durante el Renacimiento, cuando un modelo matemático completamente predictivo de un sistema heliocéntrico fue presentado por el matemático, astrónomo y clérigo católico polaco Nicolás Copérnico, con la publicación póstuma en 1543 del libro *De Revolutionibus Orbium Coelestium*. Esto marcó el inicio de lo que se conoce en Historia de la ciencia como «revolución copernicana». En el siglo siguiente, Johannes Kepler extendió este modelo para incluir órbitas elípticas. Su trabajo se apoyó en observaciones hechas con un telescopio que fueron presentadas por Galileo Galilei.

Sobre esta discusión en la Nueva Granada se recomienda el texto “El debate sobre el Sistema Copernicano en la Nueva Granada Durante el Siglo XVIII de Olegario Negrín Fajardo y Diana Soto Arango

Copérnico. Hay que decir que las tesis heliocéntricas fueron incorporadas como fundamento del sistema del mundo de Newton. Nos referimos a la ley de gravitación universal que regulaba todos los fenómenos mecánicos y naturales de este sistema. De hecho, fue a partir de esta conceptualización teórica que Newton formuló la predicción de la figura de la tierra.³⁷ Experiencias como las misiones al Perú y a Laponia aportaron la base fáctica de las predicciones teóricas. Se puede conjeturar que éstas ayudaron a afirmar el proceso de aceptación definitiva de la física newtoniana y de la hipótesis copernicana.³⁸

De acuerdo con el proyecto de adaptación de Newton a las tradiciones sistemáticas de la Compañía de Jesús, cuando hacia finales de los años 1730 la experiencia permitía la aceptación de una nueva física, al menos en Europa, nadie se siguió oponiendo radicalmente a la ciencia nueva desarrollada por Newton. Se trataba más bien de diferenciar sus respectivas territorialidades. Desde luego, para los jesuitas, 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, era claro que la teología se reservaba la última explicación de los fenómenos naturales, no mediante hipótesis sino mediante tesis que remitían a la causa última: “la

³⁷ Al principio de la antigüedad clásica, hubo autores que sostuvieron que la Tierra era plana y otros que era cilíndrica. Entre los filósofos griegos, Tales de Mileto sostuvo la idea de una Tierra plana. Por su parte, Anaximandro creía que la Tierra era un corto cilindro con una superficie plana y circular.¹ Se ha conjeturado que la primera persona en haber defendido la idea de una tierra esférica fue Pitágoras (siglo VI a. C.), pero esa idea contradice el hecho de que la mayoría de los presocráticos pitagóricos consideraban que la tierra era plana. En su obra *De Caelo*, Aristóteles (siglo IV a. C.) da una explicación razonada de por qué la Tierra es una esfera y cita un valor para su circunferencia que es el correcto dentro de un factor de dos. En el siglo III a. C., Eratóstenes da una estimación más correcta de su circunferencia.

En tiempos de Plinio el Viejo, en el siglo I, la mayoría de los estudiosos occidentales aceptaban que la Tierra tenía forma esférica. Más o menos por entonces, Claudio Ptolomeo derivó sus mapas de un globo curvado, y desarrolló el sistema de latitud, longitud, y climas. Sus escritos se convirtieron en la base de la astronomía europea durante la Edad Media, aunque la antigüedad tardía y la Alta Edad Media vieron argumentos ocasionales en favor de una Tierra plana.

El error moderno de que la gente en la Edad Media creía que la tierra era plana se introdujo por primera vez en el imaginario popular en el siglo XIX.

³⁸ Este aspecto puede ser tenido en cuenta para una futura investigación

creación y la regulación del mundo por un Dios omnipresente y omnipotente.”³⁹ Así que no fue por casualidad que en Santa Fe se impartiera la enseñanza de las teorías copernicanas en la Universidad Javeriana en 1755 a través del curso de filosofía, titulado “Physica specialis et curiosa”.⁴⁰

Los Jesuitas fueron expulsados de los territorios americanos en 1767. La Compañía de Jesús era una de las instituciones más poderosas a nivel económico y político, pues era una de las instituciones con mayor capacidad de presión sobre el curso de la sociedad neogranadina. Así mismo influían en el plano educativo, pues esta compañía había monopolizado casi por completo los estudios del latín, mantenía escuelas de primeras letras, formaba clérigos a través del control sobre seminarios, y compitió duramente por los privilegios universitarios con la orden dominicana a través de su propia institución, la academia Javeriana.

Tras la expulsión de los jesuitas, los dominicos quedan encargados de la educación y enseñanza en la Nueva Granada. Con estos últimos Mutis tendría que enfrentar una larga batalla para la instrucción de las nuevas teorías y la nueva ciencia.

4.1.3 Dominicos 1765-1808

Desde su establecimiento en la Nueva Granada, los dominicos impulsaron la llamada “Tercera Orden”⁴¹, que agrupaba una serie de organizaciones laicas que iban desde cofradías

³⁹ (Arango, La enseñanza de los “Sistemas del Mundo” en las universidades de los jesuitas de Quito y Santafé siglo XVIII, 2000, págs. 51-73)

⁴⁰ El primero que lo reseña es Franco Quijano en 1917. FRANCO QUIJANO, F. (1917): "historia de la filosofía en Colombia", en Revista del Colegio del Rosario, N° 13, pp. 359-360. Nueva filosofía natural. Physica specialis et curiosa. Transcripción, traducción e introducción de Pedro Nel Ramírez. Bogotá, Biblioteca Colombiana de Filosofía, 1988, p. 24. El texto fue redactado en el año de 1755. 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.

⁴¹ Las terceras órdenes fueron creadas por las órdenes mendicantes en la Baja Edad Media y constituyeron una de sus grandes realizaciones. A través de esa institución, los laicos podían prestar sus servicios sin renunciar a

y hermandades hasta conventos. Este vínculo se favoreció por instituciones como las capellanías y las obras piadosas, lo que les permitía, entre otras cosas, el suministro de buena parte de los nuevos miembros de la orden y dotaba a los conventos de bienes muebles e inmuebles y de capital necesarios para su funcionamiento, a cambio de garantizar el orden social y proporcionar prestigio para la vida terrenal y salvación para la vida eterna. Este exitoso modelo se resquebraja con el advenimiento de la Ilustración y cae estrepitosamente poco después de la Independencia.

Tras la decadencia que afectó todas las órdenes religiosas en general durante el siglo XIV, los dominicos se reformaron en el siglo XV, y tuvieron una nueva época de gloria intelectual que protagonizaron en el Convento de San Esteban de Salamanca, donde se forjó la Escuela de Salamanca, en su faceta teológica, que daría después sus frutos en la filosofía, el derecho y la economía, con personajes de la talla de Francisco de Vitoria, Tomás de Mercado o Domingo de Soto, que hicieron unos planteamientos sobre la problemática social inusualmente avanzados.

Mientras tanto se enfrentaban a una nueva tarea: la evangelización de América. Su trabajo allí fue muy importante y en los anales de la historia se tiene en especial consideración a Fray Bartolomé de las Casas, Fray Antonio de Montesinos, Fray Pedro de Córdoba, San Luis Beltrán y otros más por su labor en la defensa de los derechos de los indígenas americanos.

En América, los dominicos también intervinieron en la educación de la población criolla, a través de la fundación de centros universitarios y en la propagación de prácticas devotas que

su profesión ni a sus vínculos afectivos; en suma, a ningún privilegio de la vida secular. Las terceras órdenes son el antecedente directo de la participación laical activa en la vida de la iglesia. Eran organizaciones diferentes a las cofradías, aunque guardaban similitudes con ellas, algo que ha llevado a que muchos autores, por error, no realicen la distinción entre unas y otras. Una gran diferencia es que las terceras órdenes seguían constituciones universales, mientras que las cofradías eran particulares

aún hoy están presentes entre la población católica, como la devoción a la Virgen María a través del rezo del rosario. Al llegar la época de las revoluciones (siglos XVIII-XIX), tanto en Europa como en América, la orden soportó la crisis más grande de su historia.

En el campo educativo los estudios en la Universidad Santo Tomás, se distinguen por su fidelidad al escolasticismo peripatético⁴² y a las doctrinas y opiniones de Santo Tomás, aun en épocas en que los cursos admiten otras escuelas de pensamiento. Por lo que fue un centro de profundas críticas, especialmente después de la expulsión de los jesuitas, cuando mantiene adhesión total e inquebrantable a los principios de Aquino. Por ejemplo, “en la facultad de Artes, los cursos se ordenan así: en el primero toda la lógica, en el segundo la física general y los Tratados Del Cielo, del Mundo; en el tercero, Del Alma y la Metafísica”⁴³.

En 1768, el fiscal Moreno y Escandón, elaboró un “Proyecto para la erección en la ciudad de Santa Fe de Bogotá de una universidad de estudios generales” cuya concepción implicaba desmontar el poder de las órdenes religiosas y acabar con la enseñanza elitista y escolástica. Los dominicos aspiraban llenar el vacío y poseer los bienes dejados en 1767 por los jesuitas tras su expulsión, y por ello utilizaron todos los medios para bloquear esta iniciativa.

A raíz de la expulsión de los jesuitas y en cumplimiento de reales cédulas⁴⁴ se trató de reformar la instrucción pública. El nuevo plan de estudios del Fiscal Moreno y Escandón,

⁴² La escolástica es una escuela filosófica y teológica que se basa en la relación de razón y fe, pero con la clara subordinación de la razón a la fe, donde las sagradas escrituras tenían la única verdad. Fue el pensamiento dominante durante la edad media.

Peripatético se refiere a la doctrina filosofía de Aristóteles. La escuela peripatética fue un círculo filosófico de la Grecia Antigua.

⁴³ (Londoño & Uribe López, 2009, pág. 91)

⁴⁴ Una real cedula era una orden expedida por el Rey de España. Su contenido resolvía algún conflicto de relevancia jurídica, establecía alguna pauta de conducta legal, creaba alguna institución, nombraba algún cargo real, otorgaba un derecho personal o colectivo u ordenaba alguna acción concreta.

tenía como objetivo el cierre de la universidad dominicana y la unión en una nueva entidad de las cátedras impartidas en los colegios mayores. El objetivo era el de reemplazar las ciencias meramente especulativas por las ciencias exactas y formar universitarios capaces de conocer la naturaleza e investigar los recursos naturales del Reino, explotar sus minas, beneficiar los metales, abrir nuevos caminos y dirigir las aguas. En otras palabras, se proponía la erección de una universidad ilustrada con cátedras de matemáticas, botánica, química y metalurgia. Infortunadamente esta reforma tropezó con múltiples obstáculos que impidieron su desarrollo. En forma paralela, el virrey dispuso la organización de la Expedición Botánica y encomendó a José Celestino Mutis su dirección como botánico y astrónomo de su Majestad.

En gran parte del periodo colonial predominó el modelo de la enseñanza escolástica, muestra de ello es que en el plan de estudio de la cátedra de filosofía se seguía el texto clásico del Padre Antonio Goudin,⁴⁵ denominado *Philosophía*, en el que se desarrollaban tres áreas a saber: el latín, la retórica y el discurso.

El latín constituía un vehículo del saber en los estudios superiores, necesario para acceder a textos y obras, era el idioma para la comunicación, tanto profesores y estudiantes lo utilizaban para interactuar dentro de las instituciones. La retórica buscaba la defensa del punto de vista, utilizando todas las habilidades que ello requería para el convencimiento del público, esta se utilizaba en la presentación de las conclusiones en debates y otros eventos al

⁴⁵ Silva, Renán. Op. cit., p. 164-165. 101. El texto de Goudin, se caracterizaba por tres aspectos. En primer lugar, mostraba una posición de defensa cerrada del silogismo (conclusión) como único método de conocimiento y de la escolástica como la verdad suprema, verdad expresada en la Summa Teológica de Santo Tomás de Aquino. En segundo lugar, cerraba cualquier acercamiento de la filosofía con las matemáticas y con la lógica que de ella se derivaba, sostenía un el rechazo del mundo de la observación y la experimentación como posibles vías del conocer. Tercero, Mostraba una posición pre- copernicana en relación con los problemas astronómicos. Véase: Silva.

interior de las instituciones. Y el control del discurso se sustentó en la ortodoxia técnica de comprensión de los textos, que permite el análisis formal.⁴⁶

De otro lado, algunas características en la enseñanza de la educación escolástica son:

La enseñanza a viva voz, el texto único (de dominio del profesor) para el desarrollo de las clases, el marcado principio de autoridad, el desarrollo de la memoria con base en la repetición, el privilegio de la palabra sobre cualquier otro sentido, no se desarrollaba la observación ni la práctica⁴⁷.

Más allá de los contenidos señalados, es importante mencionar el poder de los religiosos sobre los rumbos de la educación y la influencia de los mismos en explicar y sustentar todo desde la verdad teológica, lo cual no daba garantías para desarrollar una ciencia acorde a las nuevas tendencias del pensamiento ilustrado, quedando la acción docente reducida a una sola perspectiva de comprensión del mundo, pues “sus conocimientos limitábanse a los menores asuntos teológicos, amén del menosprecio por todo lo terrenal. Las sucesivas controversias de Mutis con ellos así lo ilustran”⁴⁸.

En la época fueron sonadas las controversias que se dieron en la América española entre las órdenes religiosas, especialmente las habidas entre los jesuitas y los dominicos. En realidad, se trataba de luchas por conquistar los privilegios de enseñar y conferir grados que, en Santa Fe, disfrutaban los dominicos. Expulsados los jesuitas en 1767, los dominicos siguieron luchando, ahora contra las mismas fuerzas que provocaron la salida de sus mayores rivales,

⁴⁶ (Londoño & Uribe López, 2009, pág. 92).

⁴⁷ (Londoño & Uribe López, 2009, pág. 93)

⁴⁸ (Posada, 1989, pág. 53)

en esta ocasión para conservar sus propios privilegios y para evitar que la educación fuese secularizada.

También hay que señalar que los rasgos de una educación escolástica no desaparecerían por completo con la incursión de la filosofía moderna:

El saber escolástico nutrió todavía la mente de la generación precursora de la independencia. Zea, Caldas, Nariño, Torres, Los Restrepo recibieron su formación juvenil dentro de este espíritu, pero tuvieron la oportunidad de oír a Mutis exponiendo la física de Newton y pronunciando sus acres invectivas contra la enseñanza tradicional... (En esta generación se produjo el conflicto entre el viejo y nuevo saber, y con ella empezó la polémica y el esfuerzo por superar la escolástica). Colocados sus miembros ante nuevas circunstancias históricas y ante nuevas exigencias vitales – explorar la naturaleza, desenvolver la riqueza con técnicas adecuadas, ordenar la sociedad y el Estado sobre nuevas bases políticas y constitucionales- que exigían una orientación nueva, aparecieron entonces las primeras manifestaciones de la ilustración granadina y se insinuaron los primeros brotes de una mentalidad positivista⁴⁹

Era necesaria una ruptura, sin la cual Mutis pensaba que no se podía emprender el camino hacia la ciencia, ni vincularla con conocimientos socialmente útiles. El ideal de la razón y del progreso fueron aspectos que lo condujeron a propagar entre la juventud neogranadina la posibilidad de un cambio mental en la forma de concebir al hombre y a la naturaleza.

⁴⁹ (Jaramillo, 2003, pág. 303)

4.2 Capítulo II. Los *Principia* de Newton y la traducción inédita por parte de José Celestino Mutis

4.2.1 Antecedentes

Los avances científicos y tecnológicos alcanzados especialmente durante el siglo XVII fueron despertando a los europeos de lo que Engels⁵⁰ llamó “El prolongado letargo de la Edad Media Cristiana”. La revolución científica de esa época se sustentó en tres pilares: El pensamiento mecanicista, la matematización de la naturaleza y el método científico⁵¹.

Esta revolución estuvo especialmente ligada a dos herramientas matemáticas como lo fueron la geometría cartesiana y el cálculo infinitesimal, fundamentales para el desarrollo de la mecánica celeste; de hecho, la matemática reemplazó a la lógica aristotélica en el estudio del mundo físico. La nueva filosofía que se desarrolló durante estos siglos abandonó las estériles disputas escolásticas y pasó a plantearse la búsqueda de soluciones que le permitieron a la ciencia lograr el dominio del mundo material. A la par, una clase social ascendía planteando

⁵⁰ Federico Engels. Pensador y dirigente socialista alemán. Nació el 28 de noviembre de 1820 en Barmen (Alemania) en una familia acomodada, conservadora y religiosa, propietaria de fábricas textiles. Sin embargo, desde su paso por la Universidad de Berlín (1841-42) se interesó por los movimientos revolucionarios de la época: se relacionó con los hegelianos de izquierda y con el movimiento de la Joven Alemania.

Enviado a Inglaterra al frente de los negocios familiares, conoció las míseras condiciones de vida de los trabajadores en la cuna de la Revolución Industrial; más tarde plasmaría sus observaciones en su libro *La situación de la clase obrera en Inglaterra (1845)*.

En 1844 se adhirió definitivamente al socialismo y entabló una duradera amistad con Karl Marx. En lo sucesivo, ambos pensadores colaborarían estrechamente, publicando juntos obras como: *La Sagrada Familia (1844)*, *La ideología alemana (1844-46)* y *el Manifiesto Comunista (1848)*.

Autor de *Herr Eugen Dührings Umwälzung der Wissenschaft (La Revolución científica de Herr Eugen Dühring, conocido como Anti-Dühring, 1878)*, obra de la cual se publicaron separadamente varios capítulos bajo el título: *Del socialismo utópico al socialismo científico (1892)*, y *Der Ursprung der Familie, des Privateigentums und des Staats (El origen de la familia, la propiedad privada y el Estado, 1884)*.

Tras la muerte de Marx, publica a partir de notas y borradores, el segundo y tercer volumen de la obra de Marx, *Das Kapital (El Capital)*.

Friedrich Engels falleció el 5 de agosto de 1895 en Londres (Gran Bretaña).

⁵¹ (Guevara, 2010, pág. 51)

retos filosóficos a la ideología dominante; esa clase era la burguesía. Por primera vez, durante estos siglos, el problema de la relación entre el ser y el pensar, entre la materia y el espíritu pudo plantearse con claridad. Para la escolástica primero está el pensar, después el ser; antes existe el espíritu, después la materia. Los avances de la ciencia comenzaban a mostrar que la naturaleza precede al espíritu y distintas formas de materialismo fueron ganando terreno. La burguesía comienza a tener conciencia de que los estrechos marcos del modo de producción del feudalismo no sirven a sus intereses y empieza una larga brega histórica por romper esas cadenas, empresa que logró culminar exitosamente con la Revolución Francesa⁵².

Tras 1700 años del dominio del geocentrismo, el clérigo polaco Nicolás Copérnico (1473-1543) reivindica al astrónomo de la antigüedad Aristarco⁵³ y desafía una estructura cósmica

⁵² Se conoce con el nombre de Revolución Francesa al movimiento político, social, económico y militar, que surgió en Francia en 1789; el mismo que trajo como consecuencia el derrumbe de la monarquía absolutista, que hasta entonces había regido en Francia, a la vez que originó el establecimiento de un gobierno republicano democrático y, asimismo, la iniciación de una nueva época llamada como La época contemporánea. La Revolución Francesa difundió por el mundo los ideales de libertad y fraternidad, así como el de la soberanía popular; y divulgó, primordialmente el conocimiento de los derechos fundamentales del hombre y del ciudadano.

La corriente de pensamiento vigente en Francia era la Ilustración, cuyos principios se basaban en la razón, la igualdad y la libertad. La Ilustración había servido de impulso a las Trece Colonias norteamericanas para la independencia de su metrópolis europea. Tanto la influencia de la Ilustración como el ejemplo de los Estados Unidos sirvieron de «trampolín» ideológico para el inicio de la revolución en Francia.

⁵³ Aristarco de Samos (Samos, actual Grecia, 310 a.C. - Alejandría, actual Egipto, 230 a.C.) Astrónomo griego. Pasó la mayor parte de su vida en Alejandría. De la obra científica de Aristarco de Samos sólo se ha conservado De la magnitud y la distancia del Sol y de la Luna. En ella calculó que la Tierra se encuentra unas 18 veces más distante del Sol que de la Luna, y que el Sol era unas 300 veces mayor que la Tierra.

El método usado por Aristarco era correcto, pero no así las mediciones que estableció, pues el Sol se encuentra unas 400 veces más lejos. Un cálculo bastante preciso fue realizado algunos decenios más tarde por Eratóstenes.

Aristarco de Samos formuló, también por primera vez, una teoría heliocéntrica completa: mientras el Sol y las demás estrellas permanecen fijas en el espacio, la Tierra y los restantes planetas giran en órbitas circulares alrededor del Sol. Su modelo heliocéntrico (que no tuvo seguidores en su época, dominada por la concepción geocéntrica) encontró mayor precisión y detalle en el sistema de Copérnico, ya en el año 1500.

Aristarco perfeccionó además la teoría de la rotación de la Tierra sobre su propio eje, explicó el ciclo de las estaciones y realizó nuevas y más precisas mediciones del año trópico.

que la humanidad había creído verdadera durante los siglos anteriores y que además era soporte fundamental de la teología cristiana. Con la publicación en 1543 de su obra *De revolutionibus orbium coelestium* (*Sobre las revoluciones de las esferas celestes*) propone el sistema heliocéntrico, que es una transformación del concepto del universo que tenía el hombre, lo cual causó un profundo impacto científico e ideológico. En esta obra se muestra que el movimiento de los cuerpos celestes se debe a ciclos de rotación y traslación de la Tierra, negando la inmovilidad de ésta. Postuló un sistema de esferas ubicando los planetas en el orden que conocemos. A pesar de su revolucionario aporte (que es lo principal) el sistema astronómico de Copérnico no rompía totalmente con el esquema aristotélico-ptolemaico: mantenía las orbitas circulares, los epiciclos y las esferas cristalinas; además su propuesta iba a contracorriente del sentido común: no era evidente que la Tierra pudiera moverse tan deprisa por el espacio, sin que los seres humanos no lo notaran. Y tenía que ser así como lo anotará Engels en el libro de la *Dialéctica de la Naturaleza* “Solo podemos llegar a conocer bajo las condiciones de la época en que vivimos y dentro de los ámbitos de estas condiciones” o como lo señala Guillermo Guevara “No se podía esperar que Copérnico fuera capaz de llegar a concebir el modelo del Big Bang; las condiciones históricas de su época lo condicionaban para creer que las orbitas planetarias seguían siendo círculos perfectos, que el Sol, inmóvil, ocupaba el centro del universo y que este estaba limitado espacialmente por una capa exterior de estrellas fijas e inmutables”⁵⁴.

La labor de Copérnico puede resumirse en las palabras del poeta Goethe “este apacible canónigo era el más revolucionario de los reformadores. Al invertir las posiciones respectivas de la Tierra y el Sol, no solo innovó la más antigua de las ciencias, sino que dotó a la humanidad de una conciencia cósmica” y Engels habría de calificar su doctrina como “el acto

⁵⁴ (Guevara, 2010)

más revolucionario con que la investigación de la naturaleza declaró su independencia... con respecto a la teología”.

En este recorrido se debe nombrar a Giordano Bruno (1548-1600), quien fue uno de los representantes típicos del Renacimiento; el pensador que, debido a sus avanzadas concepciones teológicas y científicas, las cuales defendió por toda Europa, sufrió la persecución de los católicos y protestantes, terminó en la hoguera de la Santa Inquisición acusado de hereje. Inicialmente se llamaba Filippo, abandonó la orden de los dominicos en 1576 haciéndose por algún tiempo seguidor de Calvino. El ser un acérrimo contradictor de Aristóteles le acarreó ataques de la jerarquía católica; fue además seguidor de la doctrina atomista de Demócrito, Epicuro y Leucipo.

La concepción materialista de Bruno le permitió no solo apoyar a Copérnico sino también de criticarlo por no haber sido capaz de extender las consecuencias de su universo heliocéntrico: concebirlo infinito, sin direcciones ni lugares privilegiados, como ha terminado demostrándolo la moderna cosmología. Se oponía a la visión de un Cosmos ordenado y finito que todavía impregnaba al sistema de Copérnico. Para Bruno, el Sol era una estrella más, el Universo deja de ser jerárquico. Por estas ideas, en febrero de 1600, fue llevado a la hoguera en el Campo de Fiori en Roma, lo cual lo convirtió en un mártir de la libertad de pensamiento. Su cosmología anunció nuevos vientos que nos llevaron a la época del Renacimiento.

Para seguir con la línea histórica de mostrar las condiciones y diversos científicos de la época que antecedieron a Newton se tiene lo siguiente:

Antes de Galileo y Newton al hombre solo le estaba permitido conocer lo que Dios se dignara revelar; la comprensión de los movimientos de las esferas era inaccesible.

Los dioses siempre han castigado la osadía de quien se atreva a auscultar los arcanos

divinos: Adán fue expulsado del Edén por comer del árbol del conocimiento como se lo había prohibido su creador, el temible Zeus encadenó a Prometeo a una roca en el Cáucaso, donde era sometido a suplicio diario por un águila que le arrancaba el hígado, porque el Titán con la ayuda de Atenea, robó del Olimpo una brasa de la chimenea de la diosa Hestia y se la regaló a los humanos. El fuego olímpico allanó el camino de los mortales hacia el conocimiento y la civilización.⁵⁵

Galileo Galilei (1564-1642) fue astrónomo, filósofo, matemático y físico, defendió la matematización de la naturaleza y con sus experimentos ayudado del telescopio para observar los orbes, introdujo una nueva manera de hacer ciencia apoyándose en el llamado método científico, lo que lo convirtió en el *padre de la ciencia* y uno de los representantes más importantes del Renacimiento. Galileo utilizó la filosofía como una guía para la acción en su lucha contra la escolástica, propició el divorcio de religión y ciencia y, por lo tanto, sostenía que la Biblia debía ser autoridad en los asuntos de fe moral, pero no en el campo de la ciencia. En su libro sobre los cometas de 1618 (*II Saggiatore o El Ensayador*) escribió:

La filosofía está escrita en ese grandioso libro, que está continuamente abierto ante nuestros ojos (lo llamo universo). Pero no se puede descifrar si antes no se comprende el lenguaje y se conocen los caracteres en que está escrito. Está escrito en lenguaje matemático, siendo sus caracteres triángulos, círculos y otras figuras geométrías... sin las cuales andamos a tientas en un oscuro laberinto⁵⁶

Ya que las matemáticas en la Europa medioeval quedaron en manos de la Iglesia, ésta orientó “el número hacia el lado simbólico y místico: sus propiedades servían para interpretar el mundo y su naturaleza. El clero se ocupaba de establecer una red de relaciones mitológicas,

⁵⁵ (Guevara, 2010, págs. 75-76)

⁵⁶ (Guevara, 2010, pág. 80)

bíblicas y científicas”⁵⁷, para el matemático del Medioevo el cero no tenía cabida en su simbología numérica. Se tuvo que esperar hasta el siglo XIII para que Leonardo de Pisa (1170-1250), también conocido como Fibonacci, introdujera en Europa Occidental el concepto del número cero que llegó a ese continente a través de la matemática árabe, que lo conoció a partir de la hindú. En 1299 la ciudad de Florencia prohibió los números arábigos, pero las necesidades económicas y prácticas de la humanidad fueron mayores que desbordaron los conceptos preestablecidos por los religiosos de la escolástica y el cero se fue apoderando de toda Europa. La mutación científica del siglo XVII requería de otra visión del mundo y “los números arábigos, con el cero fueron cruciales en su gestación, que culminó con la Revolución Científica, ya que facilitaron un mayor desarrollo de las matemáticas, la astronomía y la cinemática. Los números arábigos y el cero facilitaron los avances logrados por Descartes, Galileo, Fermat, Newton, Leibniz y de todos aquellos que los sucedieron.”⁵⁸ Los trabajos de Galileo establecieron los primeros principios de dos nuevas ciencias: la cinemática y la mecánica. La cinemática redefinía el concepto de movimiento para hacerlo compatible con la idea copernicana de la movilidad de la tierra, además, demostró que los cielos no eran perfectos ni inmutables, entrando en contradicción con la física aristotélica.

El cardenal Roberto Belarmino —quien había participado en el proceso a Giordano Bruno— ordenó que la Inquisición debiera realizar una investigación discreta sobre Galileo a partir de junio de 1611. El proceso inquisitorial al que fue sometido por defender el heliocentrismo acabaría elevando su figura a la condición de símbolo: en el craso error cometido por las autoridades eclesiásticas se ha querido ver la ruptura definitiva entre ciencia y religión y, pese al desenlace del proceso, el triunfo de la razón sobre el oscurantismo medieval. De forma

⁵⁷ (Monique, 2008, pág. 2)

⁵⁸ *Ibidem*, p.25

análoga, la célebre frase que se le atribuye tras la forzosa retractación (Eppur si muove, “Y, sin embargo, la Tierra se mueve”) se ha convertido en el emblema del poder incontenible de la verificación a través de métodos apoyados en la ciencia.

El alemán Johannes Kepler (1571-1630), oriundo de Well der Stadt, Wurttemberg. Al alejarse del marco platónico que impregnaba la astronomía descubrió las tres leyes que contribuyeron a comprender la mecánica de los movimientos planetarios y base para el posterior desarrollo del trabajo científico de Isaac Newton. Además, dichas leyes dieron sustento empírico al sistema de Copérnico del cual Kepler se declaró firme seguidor desde que lo conoció, secretamente, en la Universidad de Tubinga; el aporte que a la ciencia hizo este alemán fue clave para la revolución científica del Renacimiento.

El siguiente fragmento muestra algunos aspectos del trabajo de Kepler:

Si Dios era el supremo geómetra, entonces debió haber creado el mundo conforme a una armonía geométrica preconcebida; basándose en esta creencia Kepler propuso inicialmente un modelo de movimiento planetario que obedecía a las leyes pitagóricas de la armonía de las esferas, fundado en los cinco poliedros perfectos o platónicos: cuerpos geométricos cuyas caras son polígonos regulares iguales y con vértices que unen el mismo número de caras: son el tetraedro (cuatro caras), el cubo (seis caras), el octaedro (ocho caras), el dodecaedro (doce caras) y el icosaedro (veinte caras). Los planetas conocidos en esa época eran uno más que el número de poliedros perfectos. El modelo del universo kepleriano suponía que los planetas organizaban en esferas localizadas en el interior de los cinco poliedros: Mercurio ocuparía la esfera interior, la esfera de Venus en el octaedro, la de la Tierra en el icosaedro, la de Marte en el

dodecaedro, la de Júpiter en el tetraedro y la de Saturno en el cubo. Con su modelo bello y perfecto creyó haber resuelto el enigma del plan divino del Universo⁵⁹.

Kepler fue profesor de matemáticas del seminario protestante, debido a las persecuciones contra los militantes del protestantismo tuvo que abandonar Austria. Fue esta circunstancia lo que le permitió aceptar la invitación del astrónomo danés Tycho Brahe (1546-1601) para que se desplazara a Praga (donde Brahe estaba exiliado) iniciándose en 1600 una relación llena de dificultades de estos dos científicos: Tycho es el mayor observador astronómico de la época y Kepler representa el genio teórico. Esta conjunción de habilidades diferentes dio resultados positivos para el avance de la ciencia.

Tycho Brahe, conocedor de la astronomía de su tiempo nunca aceptó el modelo copernicano; propuso un sistema geoheliocéntrico, intermedio entre el geocéntrico de Ptolomeo y el heliocéntrico de Copérnico; en el sistema de Brahe, el Sol gira alrededor de una Tierra inmóvil, pero los demás planetas lo hacen entorno al Sol. Su sistema destruía las esferas cristalinas, pues en él se cortaban las órbitas del Sol y de Marte. De este modo Tycho proponía un sistema que era aceptado por los que rechazaban el ptolemaico y seguían considerando el de Copérnico contrario al sentido común. Sin embargo, dadas sus pacientes observaciones (especialmente las que hizo por más de veinte años sobre el movimiento de Marte) terminaron por demostrar la validez del sistema heliocéntrico.

El rompimiento con el sistema escolástico impuesto viene desde los siglos XV y XVI época a la que se la denominó el Renacimiento personajes como Nicolás Copérnico, Giordano Bruno, Tycho Brahe entre otros marcan el paso hacia una nueva concepción del mundo. Las ciencias naturales y las matemáticas entraron durante los siglos XVII y primera mitad de siglo XVIII en un periodo de rápido desarrollo, en relación directa e indirecta con el progreso social de la

⁵⁹ (Guevara, 2010, pág. 91)

época de transición del feudalismo al capitalismo. En algunas áreas -matemática, mecánica- se realizaron en los contenidos y métodos, transformaciones innovadoras. En otras se obtuvieron conocimientos básicos nuevos y se trazaron nuevas metas que, sin embargo, sólo pudieron ser alcanzadas en el siguiente periodo, el de la Revolución Industrial. Esta orientación radicalmente nueva de las matemáticas y las ciencias naturales se denomina en la historiografía de las ciencias generalmente como *Revolución Científica*.⁶⁰

Durante el siglo XVII empezó un proceso de consolidación del pensamiento científico. En la tabla No. 2 se presenta un resumen de hechos relacionados con el desarrollo de las ciencias naturales durante este siglo hasta antes de la publicación de los *Principia* sin que eso signifique que no hubo más sucesos científicos de ahí en adelante:

TABLA 2

Algunos sucesos durante el siglo XVII

AÑO	SUCESO
1600	Giordano Bruno fue quemado en la hoguera, en Roma, acusado por ser seguidor de Copérnico
1600-1609	Se produjo en un modo más o menos casual el descubrimiento del telescopio por ópticos holandeses (Hans Lipperhey). Galileo fue el primero en dirigir el telescopio hacia el cielo
1604	Galileo descubrió la ley del movimiento de caída libre.
1609	Kepler publicaba en su obra <i>Astronomia nova</i> las dos primeras leyes del

⁶⁰ Wussing, H (1989). *Lecciones de Historia de las Matemáticas*. Madrid. Siglo veintiuno editores S.A. Traducción al español de editores S.A p.122.

	movimiento de los planetas. Conocidas como leyes de Kepler.
1618	El médico inglés Harvey descubrió la circulación de la sangre.
1619	Kepler publica otra obra <i>Harmonice Mundi</i> , en la que formuló la tercera ley del movimiento de los planetas.
1620	El holandés Snell descubre la ley de la refracción
1638	Galileo publicó los <i>Discorsi e dimostrazioni matematiche, intorno a due nuove scienze (Discursos y demostraciones matemáticas en torno a dos nuevas ciencias)</i> la primera exposición de una ciencia dinámica, es decir, de la teoría del movimiento.
1646	Pascal demostró, con una espectacular ascensión a una montaña, que la presión del aire disminuye con la altura.
1654	Guericke descubre la variación de la presión del aire con el clima. De aquí a la meteorología científica no había más que un paso.
1655	El holandés Huygens descubría la estructura de los anillos de Saturno
1656	Huygens logró construir el reloj de péndulo
1658	El holandés Jan Swammerdam observó numerosos corpúsculos rojos en la sangre, los glóbulos rojos.
1675	Se fundó el famoso observatorio de Greenwich, que estableció el meridiano cero pasando precisamente por su localización.
1676	El danés Romer demostró la finitud de la velocidad de la luz observando las lunas de Júpiter.

1687	Isaac Newton publica los <i>Philosophiæ naturalis principia mathematica</i> (del latín: Principios matemáticos de la filosofía natural)
------	---

Fuente de esta investigación

Le efervescencia de la época y los adelantos científicos en los cuales trabajaba Isaac Newton lo llevó a que le escribiera una carta a Robert Hooke ⁶¹(1635-1703) con fecha 15 de febrero de 1676 en donde manifiesta: “*Si he visto más lejos es porque estoy sentado sobre los hombros de gigantes*”. Los gigantes a los cuales se refiere Newton son Copérnico, Tycho Brahe, Kepler y Galileo, estos grandes científicos aparecen citados en su obra cumbre los *Principia*.

4.2.2 Sir Isaac Newton (1642-1727)

El poeta inglés Alexander Pope (1688-1744) escribió la siguiente frase para el epitafio de Newton

“La naturaleza y sus leyes yacían en las tinieblas.

*Dios dijo “¡Hágase Newton!”, y la Luz se hizo”*⁶²

⁶¹ Hooke fue uno de los grandes experimentadores de la ciencia moderna. No le fueron ajenos experimentos y observaciones con microscopios, telescopios, estudió de la elasticidad de materiales y resorte, relojes, caída de los graves, dinámica. En 1655, con veinte años, Hooke colaboró con Robert Boyle (1627-1991) en la construcción de una bomba de aire para crear vacío. Al lado de Boyle se convirtió en un experimentador riguroso que, como su maestro, publicaba sus trabajos explicando detalladamente sus procedimientos seguidos, los aparatos utilizados y el resultado de sus observaciones.

Sus espectaculares cualidades de experimentador hicieron que, en 1662, un año después de fundarse la *Royal Society* de Londres, fuera nombrado Director de Experimentación en la Sociedad, cargo que desempeñó hasta su muerte en 1703, por lo se puede comprender que durante cuarenta años fue una persona de enorme prestigio e influencia en la *Royal Society*. En 1665 nombrado profesor de geometría en el Gresham College de la Universidad de Oxford. Ese mismo año publicó su obra *Micrographia* y en el que aparecían cincuenta y siete estudios e ilustraciones de objetos observados con el microscopio que iban desde la estructura cristalográfica de los copos de nieve al ojo compuesto de la mosca y las células y tres observaciones telescópicas.

⁶² (Guevara, 2010)

En el año 1600 Giordano Bruno fue quemado en la hoguera, en Roma acusado de ser seguidor de Copérnico, Galileo murió bajo la custodia de la Inquisición. Descartes tuvo que emigrar para escapar de las intrigas de los dogmáticos eclesiásticos. Por el contrario, Newton fue ennoblecido y recibió en 1727 pompas fúnebres de resonancia nacional. Un cambio verdaderamente radical en un siglo prolífero en menos de cuatro generaciones. Estos destinos, tan distintos, no son fruto exclusivo del transcurso del tiempo, sino también de grados de madurez diferentes en el desarrollo del precapitalismo, así como de situaciones sociales diferentes: los pensadores ingleses tenían, en virtud de ello más posibilidades para desarrollar su labor que sus predecesores en el continente.⁶³

Isaac Newton nació en Woolsthorpe, Lincolnshire, en Inglaterra, el día de navidad de 1642, si nos guiamos por el calendario juliano, vigente entonces en la Gran Bretaña, o bien el 4 de enero de 1643 si empleamos el hoy habitual calendario gregoriano. En cualquier caso, Newton nace cuando todavía no se celebraba el primer aniversario de la muerte de Galileo, su antecesor en la física y en la astronomía. Newton nació en el campo y no conoció a su padre, pues éste murió antes de que el naciera. Su madre se casó tres años después y este fue a vivir con los abuelos. El joven Isaac nunca quiso bien a su padrastro, quien murió cuando Newton cursaba la escuela elemental. Sus inclinaciones académicas resaltaban (no siempre había sido un estudiante brillante), uno de sus tíos, miembro del Trinity College de Cambridge, insistió en que fuera enviado a esta Universidad.

Cuando Newton acababa de graduarse, en 1665, la peste devastó Londres y amenazaba a Cambridge; por ello se refugió en la granja de su madre. Para ese momento, el joven ya había encontrado el teorema del binomio, la expresión para elevar la suma de dos cantidades a y b a

⁶³ (Wussing, 1989, pág. 122).

una potencia cualquiera. Se hallaba, además, en los albores del cálculo infinitesimal. Sin embargo, y de acuerdo con el propio Newton, en esos años viviendo en el campo ocurrió algo más grande todavía: vio caer una manzana y, en un golpe de intuición científica, comenzó a especular si acaso el jalón que había tumbado a la manzana no sería el mismo que mantendría a la Luna en su órbita. Así daba Newton los primeros pasos hacia la teoría de la gravitación, teoría que sería matemáticamente precisa y se publicaría veinte años después en los *Principia*, que será abordado en el siguiente acápite de este capítulo.

En 1667 regresó Newton a Cambridge y dos años después lo nombraron profesor para ocupar la cátedra fundada con las aportaciones de Henry Lucas⁶⁴. Sólo cinco años después Newton fue electo miembro de la Royal Society. Muy pronto se dio la enemistad entre él y Hooke, el descubridor de la célula. Tal rivalidad habría de durar toda su vida. Por aquella época, Newton desarrolló los fundamentos del cálculo, casi al mismo tiempo que el matemático alemán Gottfried Wilhelm Leibnitz⁶⁵. Poco a poco el sentido patriótico mal entendido condujo a una inútil polémica: se trataba de precisar quien, y en donde se había generado el cálculo infinitesimal, herramienta indispensable para formular matemáticamente muchísimos problemas científicos.

⁶⁴ Henry Lucas (c. 1610 - diciembre de 1663) fue el fundador, en 1663, de la Cátedra Lucasiana de Matemáticas de la Universidad de Cambridge. Lucas fue miembro del Parlamento de Inglaterra representando a la universidad entre 1639 y 1640. En su testamento, legó su biblioteca de 4000 volúmenes a la universidad, incluida la obra *Dialogo de Galileo* (1632), y ordenó la compra de terrenos que diesen un rendimiento anual de 100 libras para poder fundar una cátedra. Ordenó también que el profesor que ocupase dicha cátedra diese al menos una clase de matemáticas a la semana, habiendo de estar disponible dos horas semanales para resolver las dudas a los alumnos.

⁶⁵ Gottfried Wilhelm Leibniz: (Gottfried Wilhelm von Leibniz; Leipzig, actual Alemania, 1646 - Hannover, id., 1716) Filósofo y matemático alemán. Las contribuciones de Leibniz en el campo del cálculo infinitesimal, efectuadas con independencia de los trabajos de Newton, así como en el ámbito del análisis combinatorio, fueron de enorme valor. Introdujo la notación actualmente utilizada en el cálculo diferencial e integral. Los trabajos que inició en su juventud, la búsqueda de un lenguaje perfecto que reformara toda la ciencia y permitiese convertir la lógica en un cálculo, acabaron por desempeñar un papel decisivo en la fundación de la moderna lógica simbólica.

Newton continuó su interés por la óptica durante varios años. Desarrolló el telescopio reflector y una teoría corpuscular de la luz. Su mayor contribución a la física, sin embargo, vendría en la década de 1680 cuando Halley⁶⁶, su gran amigo, le instó a que retomara el problema del movimiento de los cuerpos celestes. Entonces Newton repitió su cálculo de la órbita lunar, ahora empleando un valor más preciso para el radio de la Tierra y con ayuda del cálculo infinitesimal que el mismo había inventado. Todo ello culminaría en 1687 con la publicación de los *Principia*, que tal vez sea el último gran libro científico escrito al estilo de los griegos, a la manera de *Los Elementos* de Euclides, al mismo tiempo que es el primer gran tratado moderno de física.

En 1687 defendió los derechos de la Universidad de Cambridge contra el impopular rey Jacobo II, que intentó transformar la universidad en una institución católica. Como resultado de la eficacia que demostró en esa ocasión fue elegido miembro del Parlamento en 1689, cuando el rey fue destronado y obligado a exiliarse. Mantuvo su escaño durante varios años sin mostrarse muy activo durante los debates. Durante este tiempo prosiguió sus trabajos de química (más bien alquimia, algo que le apasionaba). Se dedicó también al estudio de la hidrostática y de la hidrodinámica, además de construir telescopios.

Después de haber sido profesor durante cerca de treinta años, Newton abandonó su puesto para aceptar la responsabilidad de Director de la Moneda en 1696. Durante este periodo fue un incansable perseguidor de falsificadores, a los que enviaba a la horca, y propuso por primera vez el uso del oro como patrón monetario. Durante los últimos treinta años de su

⁶⁶ Edmund Halley o Edmond Halley (Haggerston, Londres]], 29 de octubre (juliano) / 8 de noviembre (gregoriano) de 1656-Greenwich, cerca de Londres, 14 de enero de 1742) fue un astrónomo, matemático y físico inglés, conocido por el cálculo de la órbita del cometa Halley. Fue amigo de Isaac Newton y miembro de la Royal Society. La teoría de la gravitación universal de Newton le impulsó a calcular por primera vez la órbita de un cometa, el de 1682, anunciando que era el mismo que había sido visto en 1531 y 1607, y anunciando que volvería a pasar en 1758. En su honor se dio al cometa su nombre y que hoy día se le conoce como 1P/Halley.

vida, abandonó prácticamente toda actividad científica y se consagró progresivamente a los estudios religiosos. Fue elegido presidente de la Royal Society en 1703 y reelegido cada año hasta su muerte. En 1705 fue nombrado caballero por la reina Ana, como recompensa a los servicios prestados a Inglaterra. Aun perteneciendo al Gobierno y siendo por ello un hombre rico, hacia 1721 acabó perdiendo 20.000 libras debido a la burbuja de los mares del Sur⁶⁷, ante lo que diría que “puedo predecir el movimiento de los cuerpos celestes, pero no la locura de las gentes”.

Los últimos años de su vida se vieron ensombrecidos por la controversia, de envergadura internacional, con Leibniz a propósito de la prioridad de la invención del nuevo análisis. Acusaciones mutuas de plagio, secretos disimulados en criptogramas, cartas anónimas, tratados inéditos, afirmaciones a menudo subjetivas de amigos y partidarios de los dos gigantes enfrentados, celos manifiestos y esfuerzos desplegados por los conciliadores para aproximar a los clanes adversos, estas confrontaciones solo terminaron cuando muere Leibniz en 1716.

Newton fue respetado durante toda su vida como ningún otro científico, y prueba de ello fueron los diversos cargos con que se le honró: en 1689 fue elegido miembro del Parlamento, en 1696 se le encargó la custodia de la Casa de la Moneda, en 1703 se le nombró presidente de la Royal Society y finalmente en 1705 recibió el título de sir de manos de la reina Ana.

Padeció durante su vejez diversos problemas renales, incluyendo atroces cólicos nefríticos, sufriendo uno de los cuales murió —tras muchas horas de delirio— la noche del 31 de marzo

⁶⁷ Se conoce como burbuja de los mares del sur a una burbuja especulativa que ocurrió en Gran Bretaña a principios del siglo XVIII, y que condujo al llamado crack de 1720. La burbuja especulativa se produjo alrededor de las acciones de la Compañía de los mares del sur (South Sea Company), una compañía de comercio internacional que tenía el monopolio del comercio británico con las colonias españolas de Sudamérica y las Indias Occidentales.

de 1727 (calendario gregoriano). Sus restos fueron ubicados en la abadía de Westminster junto a otros hombres de Inglaterra.

No sé cómo puedo ser visto por el mundo, pero en mi opinión, me he comportado como un niño que juega al borde del mar, y que se divierte buscando de cuando en cuando una piedra más pulida y una concha más bonita de lo normal, mientras que el gran océano de la verdad se exponía ante mí completamente desconocido⁶⁸.

La gran obra de Newton culminaba la revolución científica iniciada por Nicolás Copérnico e inauguraba un período de confianza sin límites en la razón, extensible a todos los campos del conocimiento científico de la época.

4.2.3 Los *Principia* de Newton

El 5 de julio de 1687 se publica la obra *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica* luego de fuertes controversias y problemas financieros. La Royal Society, que debía editarlo, no tenía dinero. Además, Hooke, el eterno enemigo de Newton, le disputaba la paternidad de la ley de la gravitación universal, pues alegaba que él había sido el primero en enunciarla, en una carta dirigida a Isaac. Finalmente, Newton accedió a mencionar a Hooke en su libro. Esta obra fue financiada por su amigo el astrónomo Edmund Halley y se editó en latín con un tiraje de 2500 ejemplares. La versión inglesa de este libro apareció cuarenta y dos años después, en 1729, cuando Newton ya había muerto y la primera edición en español data de 1982 por lo que tuvo que pasar cerca de tres siglos para que fuera publicado en nuestra lengua.

En los *Principia*, Newton resuelve dos preguntas aparentemente distintas, ¿Qué mueve a los planetas? y ¿Qué mueve a los proyectiles?, estas preguntas fueron de gran interés para

⁶⁸ (Guevara, 2010, pág. 123)

muchos filósofos naturales, sin embargo “tienen una respuesta única, una causa común: la atracción gravitatoria. Tierra y cielos aparecen unificados, descritos por las mismas leyes”⁶⁹.

Desde el prefacio a la primera edición, Newton plantea cuál va a ser el núcleo de su trabajo:

“En este sentido, la mecánica racional será la ciencia de los movimientos resultantes de cualesquiera fuerzas, y de las fuerzas requeridas para producir cualesquiera movimientos, demostradas con exactitud”⁷⁰.

La obra empieza con un conjunto de definiciones en las que se establecen conceptos tales como: masa, cantidad de movimiento, fuerza centrípeta, etc. A continuación, en un “Escolio” se explican los conceptos de lugar, espacio, tiempo y movimiento absolutos, diferenciándolos de los relativos. Newton señala la distinción entre absoluto y relativo, verdadero y aparente, matemático y común. Inmediatamente, y con solo una discusión superficial de cada una de ellas, aparecen las leyes del movimiento, enunciadas de manera axiomática. Finalmente, antes de entrar al Libro Primero -El Movimiento de los Cuerpos- Newton plantea seis corolarios en los que, entre otras cosas, trata sobre el carácter vectorial de las fuerzas, la cantidad de movimiento y el centro común de gravedad⁷¹.

En los Libros Primero y Segundo -El Movimiento de los Cuerpos (En medios resistentes)-, Newton trata todo lo relativo a la gravedad, levedad, elasticidad, resistencia de los fluidos y fuerzas por el estilo, ya sean de atracción o de repulsión, que representan los principios matemáticos en filosofía. Una vez sentados los principios matemáticos, en el Libro Tercero -El Sistema del Mundo (En tratamiento matemático)- Newton plantea la explicación del

⁶⁹ (Hernandez, 1998, pág. 14)

⁷⁰ (Hernandez, 1998, pág. 15)

⁷¹ (Marquina, Riadura, Álvarez, & Gómez, 1996, pág. 1052)

Sistema del Mundo⁷², en el que, a partir de los fenómenos celestes, por medio de proposiciones demostradas matemáticamente en los libros anteriores, se deducen las fuerzas de la gravedad por las que los cuerpos tienden hacia el Sol y a cada uno de los planetas. Los *Principia* terminan con un Escolio General en donde, entre otras cosas, Newton señala que “tan elegante combinación de Sol, planetas y cometas solo puede tener origen en la inteligencia y poder de un ente inteligente y poderoso”⁷³.

La matemática utilizada predominantemente por Newton en los Libros Primero y Segundo, es una compleja estructura conceptual, que podría denominarse “geometría fluyente”, que, basándose en la geometría tradicional, introduce elementos que la acercan a lo que hoy en día se concibe como Cálculo. Sin embargo, esto no contradice para que en algunas partes haya demostraciones estrictamente geométricas y también se encuentren expresiones de teoría de fluxiones (nombre dado por Newton al Cálculo).

En el Libro I se estudia el movimiento de los cuerpos en el vacío y puede ser calificado como un tratado de mecánica racional con un rigor matemático. Además, Newton desarrolla el *método de las primeras y últimas razones*, con el que pretende proporcionar los fundamentos teórico-matemáticos para el tratamiento analítico de los problemas físicos. Su intención era prescindir tanto del antiguo método de cálculo de los puntos límite por medio de demostraciones indirectas, como del método difícilmente manejable, de los indivisibles.

Por ello se aplicó a fundamentar con rigor un auténtico paso al límite, lo que se consigue por medio del siguiente teorema, que utiliza como una especie de principio:

⁷² Sistemas del Mundo: El título del volumen es una referencia a la tercera parte de los *Principia Mathematica* de Newton, también titulada Sobre el sistema del mundo (en latín, *De Mundi Systemate*). Publicado de manera póstuma en 1728, es uno de los parteaguas en la historia de la ciencia. En el que se enuncia la teoría de la gravitación universal.

⁷³ (Marquina, Riadura, Álvarez, & Gómez, 1996, págs. 1052-1053)

Las magnitudes, e igualmente proporciones entre magnitudes, que en un tiempo dado se acercan continuamente a la igualdad y antes de fin de dicho tiempo, vienen a estar una de otra cada vez más cerca que cualquier cantidad dada, llegan a ser iguales una a la otra.

He anticipado [...] para en el futuro estar dispensado de las prolijas demostraciones usando la contradicción, a la manera de los antiguos geómetras. Las demostraciones se hacen más cortas por el método de las magnitudes indivisibles. Pero puesto que el método de los indivisibles es algo malsonante y por ello, sostenido por pocos geoméricamente. Prefiero entonces basar las demostraciones de los teoremas siguientes en las sumas y relaciones últimas y en evanescentes magnitudes devinientes⁷⁴.

Newton basó su matemática infinitesimal en analogías con la cinemática, del mismo modo que la forma que dio al cálculo infinitesimal se basa, en última instancia, en concepciones básicas de la filosofía natural y de la mecánica-física.

A partir de Newton se firma la existencia objetiva de un tiempo que transcurre independientemente de todos los sucesos. Todos los cuerpos se mueven en un espacio que existe objetivamente y que es independiente de todos los cuerpos que contiene. Todas las magnitudes variables, en particular las magnitudes matemáticas, lo son en el sentido de magnitudes física que dependen del tiempo que transcurre objetivamente, por medio de un *fluir en el tiempo*, de un movimiento continuo, a partir de puntos surgen líneas; a partir de líneas, superficies; a partir de superficies, sólidos, etc. De este modo Newton se sitúa de lleno en la línea tradicional de Demócrito, Kepler, Cavalieri, Wallis, Barrow. Estas magnitudes matemáticas que fluyen las llamó Newton *fluentes* (es decir, fluyentes). Sus velocidades, que

⁷⁴ (Wussing, 1989, pág. 122)

hoy consideramos como derivaciones de una variable respecto al tiempo, se llaman *fluxiones*⁷⁵.

En el Libro II se analiza los efectos producidos por medios resistentes y es, en cierta medida, una primera y novedosa aproximación a la hidrodinámica que tiene como pretensión última refutar, vía tratamiento matemático, a Descartes. Según el historiador Miguel Hernández este es catalogado como de menor envergadura que los otros dos Libros.

En el Libro III se propone la ley de la gravitación universal, explica las leyes de Kepler, la precesión de los equinoccios, algunas irregularidades en los movimientos planetarios, las variaciones en el movimiento de la Luna, las mareas producidas por ésta y por el Sol. En fin, Newton propone y expone una teoría matemática del mundo cercano a la tierra. A esto se le ha denominado un nuevo Sistema del Mundo. Este libro puede ser catalogado como un trabajo de mecánica celeste donde el modelo utilizado para describir los objetos móviles se hace más real, resulta, pues, más físico y a su término la fuerza de atracción mutua acabará asimilándose a una fuerza de persistente acción en el ámbito de nuestro cercano mundo de experiencias llamada gravedad. Aquí se utiliza las observaciones astronómicas y las experiencias mecánicas asociadas a la caída de graves.

En los *Principia* se muestra las concepciones básicas del cálculo de fluxiones que se configuró en un medio matemático de amplio alcance para resolver problemas físico-mecánicos al tiempo que como una teoría puramente matemática. Newton en su obra abordó tres grandes temas del cálculo:

⁷⁵ (Wussing, 1989, pág. 155).

1. Dada la relación entre las fuentes, determinar la relación entre sus fluxiones. Este es el problema fundamental de la diferenciación.
2. Dada una ecuación, que contiene además de fuentes, fluxiones de magnitudes, hallar la relación entre las fuentes; este es el problema fundamental de la integración. Incluye expresamente no solo el problema de la determinación de la función primitiva, sino también el de la integración de ecuaciones diferenciales.
3. Aplicación del cálculo de fluxiones a la determinación de las tangentes de curvas, al cálculo de máximos y mínimos y la curvatura de curvas, a la cuadratura y la rectificación de curvas, etc.⁷⁶

De esta forma puede decirse que los *Principia* es una de las obras más importantes de la historia de la ciencia del siglo XVII, en donde la matemática juega un papel, no solo como herramienta de cálculo, sino como nuevo lenguaje, absolutamente cubierto con el desarrollo mismo de los nuevos conceptos.

4.2.4 José Celestino Mutis 1732-1808

José Celestino Mutis nació el 6 de abril de 1732 en Cádiz, España. Realizó estudios de gramática y filosofía en su ciudad natal, en el colegio de los jesuitas. A los trece años inició medicina en el Colegio de Cirugía de Cádiz, y finalizó en la Universidad de Sevilla donde recibió los títulos de Bachiller y de Médico en 1753. Luego de ejercer la profesión en el Hospital de la Marina de Cádiz, donde se interesó por la astronomía, se doctoró como médico del Real Protomedicato⁷⁷. En el período 1757- 1760 fue suplente en la cátedra de Anatomía

⁷⁶ (Wussing, 1989, pág. 156).

⁷⁷ El Real Tribunal del Protomedicato fue un cuerpo técnico encargado de vigilar el ejercicio de las profesiones sanitarias (médicos, cirujanos y farmacéuticos), así como de ejercer una función docente y atender a la formación de estos profesionales. Creado en España en el siglo XV; en el siglo XVI se extendió a las colonias,

en el Hospital General de Madrid, al tiempo que estudió Botánica y matemáticas en el Jardín Botánico. A través de la lectura de las obras de autores europeos importantes del momento, siguió las enseñanzas de su profesor Barnades⁷⁸, quien lo introdujo en los estudios del botánico sueco Carlos Linneo en el Jardín Botánico de Madrid.

Fue médico particular de Pedro Messía de la Cerda, que había sido nombrado Virrey de la Nueva Granada. Con él viajó a este virreinato llegando a Cartagena en 1760, donde permaneció dos meses y luego se dirigió a Santafé de Bogotá, ciudad a la que arribó el 24 de febrero de 1761.

En marzo de 1762 fundó y enseñó la cátedra de matemáticas en el Colegio del Rosario, donde dio a conocer, entre otras, las teorías de Isaac Newton y Nicolás Copérnico, lo que le ocasionó enfrentamientos con los Dominicos, al defender estas teorías y la filosofía natural. La cátedra de matemáticas fue suprimida en 1778.

En 1770 empezó a prepararse para ser sacerdote y en 1772 fue ordenado. Previo a ello había sido atacado por los Dominicos, por las controversias frente a la concepción del universo, ya que, Mutis promovió las ideas de Copérnico, y los Dominicos, defendieron las ideas de Ptolomeo, ante lo cual pidieron a la Inquisición de Cartagena que fuera condenado, hecho del que salió bien librado.

fundándose los protomedicatos de México y del Perú, y en el siglo XVIII el Protomedicato del Río de la Plata. Suprimido a principios del siglo XIX.

⁷⁸ Miguel Barnades Mainader (Puigcerdá, Cataluña (España) 1708 - 1771), botánico, naturalista y médico español. Fue un relevante médico y botánico español que destacó por sus trabajos botánicos en torno a la nomenclatura binominal de Carl von Linneo enseñando la nueva sistemática botánica y por ser el médico de cámara del rey Carlos III de España. Fue, así mismo, el primer profesor del Real Jardín Botánico de Madrid, desde 1764 hasta su muerte.

También se dedicó a formar un herbario y a investigar sobre la quina⁷⁹, según sus palabras “una panacea universal”, de la cual llegó a ser un experto conocedor y comerciante con jugosas ganancias. Las investigaciones y conocimientos adquiridos llevaron a Mutis a solicitarle al Rey Carlos III, en 1764, que estudiara la flora y la fauna del Reino, con el propósito de mejorar la menguada economía española, a través de la creación de una Expedición Botánica. Este sueño lo logró Mutis veinte años después, en 1783⁸⁰.

Mutis también se ocupó de otros campos, como la minería. En 1765 estuvo en las minas de la Montuosa cerca de Pamplona (Santander) por 5 años y en las del Sapo (Ibagué) por un período aproximado de 4 años, en las que contribuyó a la modernización de esta actividad en la zona. La actividad comercial de la minería le facilitó adquirir dinero. Los conocimientos mineralogistas de Mutis contribuyeron además al diagnóstico sobre los métodos del beneficio del oro, la explotación de las esmeraldas y la utilidad de los mármoles⁸¹.

Mutis se interesó por el estudio de la problemática social, política y económica de la Nueva Granada. En los años de 1782 y 1783 ayudó a resolver un problema de salubridad en Santafé, cuando se presentó nuevamente una epidemia de viruela; allí participó en la comisión de inoculación. En 1783 el conocimiento médico de Mutis lo ubicó como el segundo en Hispanoamérica en aplicar la vacuna antivariólica, descubierta pocos años antes por el

⁷⁹ *Cinchona officinalis*, es una especie de árbol originario de América del Sur que se encuentra en la selva lluviosa de Amazonia. Su corteza, que es denominada quina o quinaquina, posee amplias cualidades medicinales, al igual que otras especies del género *Cinchona*. Durante la segunda mitad del siglo XVIII se realizaron estudios botánicos de varias especies y variedades de quino, incluidas en el género biológico *Chinchona* o *Cinchona*, por una leyenda que asegura curó a la condesa de Chinchón, esposa del virrey del Perú. Por este nombre se la conoció desde mediados del s. XVIII, cuando el naturalista sueco Carlos Linneo hizo su clasificación científica

⁸⁰ (Londoño & Uribe López, 2009, pág. 18).

⁸¹ (Campuzano, 1994, pág. 38).

médico inglés Edward Jenner⁸². También impulsó la creación de la primera Sociedad Económica de Amigos del País en 1785, en la ciudad de Mompox, departamento de Bolívar, de la cual fue nombrado presidente honorario.

El primero de abril de 1783, fue aprobado su proyecto de la Expedición Botánica; estableció su sede en Mariquita y fue nombrado como director de ésta. De inmediato Mutis, con apoyo del Virrey Caballero y Góngora, inició los trámites para la compra de instrumentos destinados al desarrollo de las actividades científicas requeridas en la Expedición.

En 1785 apoyó las ideas de uno de los discípulos y catedrático Fernando Vergara, quien buscó se restituyera la cátedra de matemáticas que Mutis había inaugurado en 1762 en el Colegio del Rosario. Este último apoyó esta iniciativa y nuevamente se abrió la cátedra, la cual dictó Vergara con su orientación. Igualmente, en 1787 elaboró el plan de matemáticas y asesoró al Virrey Caballero y Góngora en el plan de estudios que presentó⁸³.

1791 la sede de la Expedición Botánica fue trasladada a Santafé, ante la aceptación de los cargos encomendados a Mutis desde 1790 en esta capital y Francisco Antonio Zea es nombrado subdirector de la misma. Por petición del Virrey, Mutis regresó a Santafé en 1792, para dedicarse a la escritura de su obra naturalista; de igual manera se dedicó, nuevamente, a ejercer su profesión de médico y la de profesor.

Mutis, radicado en Santafé desde 1792, vivió de cerca la situación política y social que se daba en los últimos años del siglo XVIII. Es así como presencia el suceso del 25 de agosto cuando su sobrino Sinforoso Mutis es detenido, acusado de conspiración y luego enviado a España con un grupo de procesados considerados como revolucionarios, entre ellos algunos

⁸² (Londoño & Uribe López, 2009, pág. 20).

⁸³ Este plan se aborda en el Capítulo IV de este trabajo de grado.

de los discípulos de Mutis como Francisco Antonio Zea quien después de resolver el incidente mencionado, bajo la recomendación de Mutis, es recibido en el Jardín Botánico de Madrid por su director Antonio Cavanilles, quien le da la posibilidad de perfeccionar su formación científica, alcanzando años más tarde la dirección del mismo.

Mutis, en Santafé, se dedicó, entre otras actividades, a la elaboración de informes como el realizado sobre medicina en 1801, en el que manifestaba el lamentable estado de la misma, la cirugía y la farmacia en todo el Nuevo Reino, la escasez de profesores en el ramo y la existencia de un sinnúmero de enfermedades endémicas. Informe que sirvió de base para el plan provisional de Estudios Médicos realizado por Mutis en 1804, donde sugería que se cambiara el método que venían empleando ya que era demasiado teórico e incluía poca práctica de asesoría. Este Plan fue complementado por Miguel de Isla.

De la misma manera, un aporte grande de Mutis es la formación de artistas en América: “Enseña a observar lo inédito, a pintar lo real, supo conducir a la gloria a sus pintores porque inculcó en ellos disciplina y rigor en la observación y representación de la naturaleza”⁸⁴. Orientó desde una visión experimental a dibujantes y grabadores sobre el dibujo a lápiz, la tinta y el papel. De allí, el importante papel desempeñado por Mutis en la formación de artistas que representaran la flora, tema a la espera de ser estudiado, como también el resaltar la labor de los artistas criollos que se formaron y participaron en esta empresa científica de la Expedición Botánica, en la que Mutis contribuyó en conjunto con ellos a la creación de una gama cromática y la técnica de la pintura, que sirvió a los quiteños para aplicarlas.

Mutis murió de apoplejía en 1808, en la ciudad de Santafé a los 76 años de edad. Dejó una extensa obra que sirvió a muchos para evaluar las diferencias entre la metrópoli y sus colonias, además para estimar las posibilidades políticas y económicas de éstas para asumir la

⁸⁴ (González & Amaya, 1996, pág. 5).

dirección del Virreinato. En ese sentido fue un promotor del cambio. Su archivo científico constaba de 105 cajones inventariados por su sobrino Sinforoso Mutis: 24.000 ejemplares relacionados con 130 familias botánicas y 6.840 láminas con las que pensaba formar el Atlas de la Flora.

4.2.5 La traducción de los *Principia* realizada por José Celestino Mutis

Según el historiador Wussing tres fueron los logros principales de las matemáticas durante los siglos XVII y XVIII: en primer lugar, la geometría analítica; en segundo lugar, la matemática infinitesimal (cálculo diferencial e integral, series de potencias); y finalmente la formación de un concepto fundamental de las matemáticas, el concepto de función. Se produjo así, efectivamente, el paso decisivo de una matemática de magnitudes estáticas, constantes a una matemática de magnitudes variables, una matemática renovada tanto en los objetivos como en los métodos y en la solidez y alcance de los nuevos procedimientos⁸⁵.

Sin lugar a dudas la publicación de los *Principia* fue determinante para que se de ese paso a la matemática de magnitudes variables. Los resultados de esta importante obra debían ser divulgados en todos los espacios académicos posibles, sin embargo, el que haya sido escrita en latín dificultaba su entendimiento para publicaciones más variadas, por lo que en el siglo XVIII muchos científicos adelantaron la crucial labor de traducir a idiomas como el inglés y el francés la obra de Newton. Mucho tiempo después también se conoció la versión en español.

⁸⁵ (Wussing, 1989, pág. 118).

Antes de comenzar con el análisis de la traducción de los *Principia* realizada por Mutis, se pasará brevemente por una traducción hecha por Voltaire⁸⁶ y Émilie du Chatelet⁸⁷ la cual puede ser objeto de otra investigación.

La victoria de Newton en la Europa Continental sobre la escolástica, se debe a la divulgación de las obras que hicieron varios científicos en diferentes países, en ese trabajo se encontraba Voltaire quien era un fiel seguidor del pensamiento de Isaac y a quien conoció durante el exilio que sufrió en a finales de la década de 1720, dado que las matemáticas fueron claves en la nueva filosofía plasmada en los *Principia* por lo que Voltaire no estaba las tanto de las sutilezas matemáticas, necesitaría de la Ayuda de Chatelet para esto. Voltaire retorno a Francia, donde vivió bajo una especie de arresto domiciliario en el castillo de Cirey, en Champagne. Chatelet se mudó a Cirey para unirse a su amante en donde convirtieron ese espacio en una academia informal donde estudiaron, escribieron, debatieron sobre filosofía, alojaron a librepensadores.

Chatelet realizó un apéndice de 180 páginas a su traducción de los *Principia* de Newton. En donde incluía una guía relativamente accesible para el lector de los principales argumentos de la teoría gravitatoria sobre el movimiento de los planetas. También describe las aplicaciones de la teoría de Newton por parte de sus eminentes amigos, y a veces tutores, Alexis Clairaut⁸⁸

⁸⁶ Voltaire. (François-Marie Arouet; París, 1694 - 1778) Escritor francés. Figura intelectual dominante de su siglo y uno de los principales pensadores de la Ilustración, dejó una obra literaria heterogénea y desigual, de la que resaltan sus relatos y libros de polémica ideológica. Como filósofo, Voltaire fue un genial divulgador, y su credo laico y anticlerical orientó a los teóricos de la Revolución Francesa.

⁸⁷ Émilie du Châtelet o Chastellet, cuyo nombre completo era Gabrielle Émilie Le Tonnelier de Breteuil, marquesa de Châtelet o Chastellet (París, 17 de diciembre de 1706-Lunéville, 10 de septiembre de 1749), fue una matemática y física francesa, traductora de Newton al francés y difusora de sus teorías.

⁸⁸ Alexis Claude Clairaut, (París, 7 de mayo de 1713-ibídem, 17 de mayo de 1765), fue un matemático y astrónomo francés. Su ensayo *La Théorie de la lune de Clairaut* es estrictamente newtoniana en su carácter, donde explicó el movimiento del afelio que había desconcertado a los científicos y al mismo Clairaut hasta entonces, que había considerado al fenómeno tan inexplicable al punto de plantearse una hipótesis de revisión

y Pierre-Louis Moreau de Maupertuis⁸⁹, así como de una actualización de la teoría gravitatoria sobre las mareas por parte de su colega, el matemático suizo Daniel Bernoulli. El apéndice de Chatelet también incluye su propio trabajo sobre algunas demostraciones básicas de los *Principia* en el lenguaje del cálculo, usando la novedosa notación dy/dx que había sido desarrollada por Leibniz.

La fama de Chatelet entre los intelectuales europeos no llegó a partir de la traducción de los *Principia*, sino de un trabajo anterior de ciencia popular conocido como *Institutions de Physique* (Fundamentos de Física) en los que intentó integrar el trabajo de Newton y Leibniz. En las décadas de 1730 y 1740 Chatelet y Voltaire ayudaron a expresar y popularizar las teorías de Newton incluso incursionaron en nuevos temas como el de la naturaleza de la luz y el calor donde desarrollaron diversos experimentos para comprobar si el calor estaba hecho de partículas. Dado este nuevo trabajo científico Chatelet participó en la competición de ensayos de la Academia de Paris, de esta manera se convirtió en ser la primera mujer en tener una publicación científica en una revista de prestigio⁹⁰.

de las leyes de atracción. Fue entonces cuando se le ocurrió llevar la observación al tercer orden, tras lo cual concluyó que los resultados eran coherentes con las observaciones. Esto fue corroborado en 1754 por algunas tablas lunares. Clairaut escribió tras ello varios trabajos referidos a la órbita de la luna, y también sobre el movimiento de los cometas y su perturbación por parte de los planetas, particularmente en el caso del cometa Halley.

⁸⁹ Pierre-Louis Moreau de Maupertuis (7 de julio de 1698, Saint-Jouan-des-Guérets — 27 de julio de 1759, Basilea, Suiza) fue un filósofo, matemático y astrónomo francés. Para Maupertuis, la naturaleza era demasiado heterogénea como para haber sido creada por diseño. Su perspectiva materialista y mecanicista (debida a su conocimiento de las teorías newtonianas y sus conocimientos en torno a la herencia) le permitieron desarrollar una teoría de la vida bastante próxima al muy posterior mutacionismo de Hugo de Vries (1848-1935). Según Maupertuis, las primeras formas de vida aparecieron por generación espontánea a partir de combinaciones azarosas de materias inertes, moléculas o gérmenes. A partir de estas primeras formas de vida, una serie de mutaciones fortuitas engendró una multiplicación siempre creciente de especies. Maupertuis llega incluso a postular la eliminación de los mutantes deficientes, convirtiéndose así en un antecedente de la teoría de la selección natural.

⁹⁰ Arianrhod. R, *Émilie du Chatelet: la mujer olvidada por la ciencia*. 5 de octubre de 2015. Cosmos Magazine.

Chatelet falleció en 1749 con la idea de que su trabajo sobre Newton viviese para siempre, pero tras su muerte su reputación científica también se apagó. Voltaire perdió interés en la ciencia y los *Principia* permanecieron en un cajón, hasta que Clairaut los llevó a imprimir y estos salieron a la luz en 1759 en el mismo año del retorno del cometa Halley, aspecto clave porque este suceso terminaba por respaldar la validez de la teoría Newton que Chatelet siempre apoyo.

La institucionalización de la nueva ciencia en Europa guarda similitudes con el caso de la Nueva Granada, ya que el papel de difusores de la nueva filosofía como el de Voltaire y Chatelet lo hicieron en un medio intelectual hostil al que también tuvo que enfrentarse José Celestino Mutis.

Después de la llegada de José Celestino Mutis a Santafé y con la apertura de la Primera Cátedra de Matemáticas, esta enseñanza se convirtió en un espacio para la consulta por parte de Mutis y sus alumnos más aventajados, de algunas fuentes primarias de la entonces naciente mecánica racional. A parte de la lectura de las obras de Newton, también se leían de Boscovic, Maupertuis, Leseur y Jacquier, madame du Chatelet, La Caille, Euler, d'Alambert, Lalande y Jorge Juan entre otros.

Según Luis Carlos Arboleda en su artículo “Newton en la Nueva Granada” el estudio de los *Principia* adelantado por Mutis alrededor de los años 1770, se da a través de un ejemplar de la edición comentada de los padres Thomas Leseur⁹¹ y Francois Jacquier⁹². Donde realizó una

⁹¹ Thomas Leseur o Le Seur (Rethel, 1703 - Roma, 1770) fue un matemático y físico francés. Fue profesor en la universidad de la Universidad de Roma, donde se reunió con el franciscano François Jacquier, con quien escribió las obras *Isaaci Newtoni Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica, Perpetuis Commentariis ilustrado, Opinión y reflexiones sobre los daños de la cúpula de San Pedro y en especial elemens du calcul integral*, ópera muy estimado en ese momento, considerado el más integral en el cálculo integral.

⁹² François Jacquier (Vitry-le-François , 7 de junio de 1711 - Roma , 3 de julio de 1788) fue un matemático , físico franciscano francés. En 1763 se convirtió en profesor de física y matemáticas del joven príncipe Fernando de Parma. En 1773 obtuvo la cátedra de matemáticas en el Collegio Romano, con ocasión

primera traducción al castellano de los libros I y III de acuerdo con el manuscrito inédito que han localizado y clasificado en el Jardín Botánico de Madrid. La lectura-traducción de esta obra vendría a aclararle, a confirmarle e incluso a corregirle su comprensión de la nueva racionalidad⁹³.

La edición de Ginebra de 1739-174 de Leseur y Jacquier respondió en forma satisfactoria a las demandas que tenía un lector culto de la época. Antes de que aparecieran sus *Comentarios*. Por otro lado, el impulso difusor que entre los años 1740 y 1750 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 Chatelet.

Las obras newtonianas como la de los padres Leseur y Jacquier llegaron a España y a sus colonias sin mayor demora que la razonable dentro de las condiciones prácticas de circulación de toda literatura a mediados del siglo XVIII, por lo 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. 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 decisivos acontecimientos sociales y culturales, para poder cumplir en esos territorios la función de promoción de una cultura científica moderna. Así se debe entender la aparición de los *Comentarios* en la biblioteca de los franciscanos de Santa Fe, 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

de la supresión de los jesuitas. Su muerte estaba relacionada con prácticamente todas las academias científicas y literarias más importantes de Europa.

⁹³ (Arboleda, Newton en la Nueva Granada. Anticartesianismo y matemátización de la realidad en la traducción mutisiana de los Principia, 2008, págs. 1-359)

Mutis estaba comprometido. Por lo que la obra de Leseur y Jacquier que fue el vector más notable de su transmisión⁹⁴.

Sobre el proceso de traducción que hizo Mutis a la edición mencionada, se puede realizar algunos comentarios sin profundizar en las cuestiones técnicas de cada libro que realizó la traducción, porque el aspecto importante de este trabajo de grado es mostrar como ese proceso de traducción significó la incorporación de la filosofía natural y de las matemáticas en la Nueva Granada, por lo que es relevante el aspecto social, cultural y educativo que tuvo este acontecimiento.

Según los estudios de algunos historiadores como Víctor Albis y Luis Carlos Arboleda puede decirse que se trata de una traducción fragmentada e incompleta del Libro I y III de los *Principia*, además de un *Comentario* al texto del Libro I, ese manuscrito está conservado y se tiene en el Fondo José Celestino Mutis del Real Jardín Botánico de Madrid. El mecanismo lo realizaba en los reversos de las cartas que recibía por lo que se tiene las fechas de cuando hizo cada escrito, así que puede decirse que entre 1772-1773 fue realizada la traducción.

Mutis tradujo ocho definiciones y un escolio, sigue con los axiomas o leyes del movimiento, gráficos y comentarios aparecen al final de cada libro, las secciones segunda y tercera que tiene que ver con el movimiento de los cuerpos de acuerdo a las leyes de Kepler están completamente traducidos, así como las demás secciones excepto la quinta de las que no hay referencia. Tampoco se conoce el motivo porque no tiene una traducción del Libro II sin que eso signifique que no haya hecho, debido a que en el proceso de recopilación de la obra de Mutis muchas cosas se perdieron y puede ser una posibilidad de que esa parte se haya extraviado.

⁹⁴ (Arboleda, Sobre una traducción inédita de los Principia al castellano hecha por Mutis en la Nueva Granada CIRCA 1770, 1987, págs. 291-313)

Mutis captó el mensaje de tales textos alusivos en el acto más exigente de la lectura, el de la traducción; y no de cualquier versión de la obra de Newton sino de la edición comentada de Leseur y Jacquier, que se dijo anteriormente, fue una de las obras claves en el proceso de difusión restringida de los *Principia* en los medios científicos internacionales. La actividad de la traducción fue, pues, al mismo tiempo un proceso de autoeducación científica en el cual Mutis aprovechó inteligentemente todos los medios teóricos a su disposición, y un instrumento de acción sobre el medio intelectual tradicionalista. La búsqueda de legitimidad oficial para el sistema de Newton y Copérnico en la Nueva Granada, por lo cual la traducción era un esfuerzo necesario⁹⁵.

Este documento *sui generis*, es una de los grandes esfuerzos 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 de Newton. Al mismo tiempo, la traducción invita a rescatar la personalidad de Mutis de una cierta historia del pasado y restituirle el papel activo que desempeñó en la formación de la cultura científica colombiana.

4.3 Capítulo III. La Primera Cátedra de Matemáticas para Estudios Superiores en la Nueva Granada.

4.3.1 Introducción

Para la América española el XVIII fue un siglo de reformas. La llegada al trono de los borbones (1717) y la implantación del despotismo ilustrado como política general de renovación colonial implicaron una nueva concepción del Estado español, cuya meta era la modernización de la nación y la transformación de la sociedad en busca del bienestar general.

⁹⁵ (Arboleda, Sobre una traducción inédita de los Principia al castellano hecha por Mutis en la Nueva Granada CIRCA 1770, 1987, págs. 291-313)

Caracterizaba al reino español la decadencia económica, la dispersión de los habitantes en vastos territorios, las carencias en educación, el atraso cultural, la inoperancia de la administración y las debilidades de las defensas. Además, en el interior de los territorios se presentaba un constante menoscabo de los intereses estatales en favor de ciertos sectores privados. La injerencia extranjera, cada día más notoria en las colonias, especialmente por el contrabando y la piratería, ameritaba la conquista administrativa y burocrática, económica y social del ya por entonces viejo imperio de ultramar⁹⁶.

El descenso en la producción de metales preciosos que se experimentó en el virreinato del Perú a fines del XVII provocó la búsqueda de nuevas fuentes de oro y plata, que se creyó encontrar en zonas apartadas pero conocidas de la Real Audiencia de la Nueva Granada. Se llegó a pensar que las minas del Chocó, Barbacoas, Antioquia, Patía y de algunas otras regiones bien podían reemplazar la producción de las agotadas vetas peruanas de Potosí (hoy Bolivia). A lo que se debía sumar su potencialidad agrícola y la gran importancia que tenían sus puertos para el tráfico entre España y América, y para el comercio entre las colonias. Todo ello redundó en que la casi abandonada Nueva Granada se convirtiera en objeto de interés y de notoria preocupación para las renovadas autoridades metropolitanas.

Todo ello se derivó en la creación del cuarto virreinato americano. El primero fue el efímero virreinato de los Colón, iniciado en 1492 y ejercido por Diego Colón entre 1509 y 1514. El segundo fue con la creación de la Nueva España, en 1535, en el que primaron factores de dominio sobre el imperio azteca, de inmensa riqueza. El tercero el de Perú, creado en 1543, que respondió a la necesidad de un mejor gobierno sobre una sociedad lejana, rebelde y tal vez demasiado rica, como lo probaron sus primeras guerras civiles entre conquistadores. Y el cuarto, el de la Nueva Granada, establecido en el tardío año de 1717, que se creó por la

⁹⁶ (Alba, El Virreinato de la Nueva Granada, 1991)

necesidad de la administración y control directo de las provincias marítimas del norte del subcontinente, constantemente asediadas por los extranjeros, y por la esperanza de incrementar las riquezas de la corona.

Como consecuencia de la nueva concepción del Estado, en el curso del siglo XVIII España logró un desarrollo científico y técnico en los campos de la medicina, la botánica y demás ciencias naturales, la metalurgia, las ciencias físico-matemáticas, la astronomía y la química. Provenientes de Francia e Inglaterra ingresaron tendencias innovadoras. Las últimas ideas se debatían en veladas y reuniones e incluso en coloquios populares. Ese nuevo ámbito para debatir sobre filosofía, literatura, ciencias, música, política e ideas liberales fue arraigando y dio pie a la organización de sociedades que funcionaban de acuerdo con un reglamento, un horario predeterminado y un plan de trabajo. Las más populares de éstas fueron las denominadas Sociedades Económicas de Amigos del País. En estas sociedades se discutieron proyectos y se plantearon fórmulas relativas a la agricultura, la activación del comercio y el fomento de la industria, a la vez que se generó un ambiente propicio para el cultivo de las ciencias. En ese entonces las universidades no generaban ciencia y funcionaban más como establecimientos meramente difusores del conocimiento de ciertas áreas del saber (Derecho, Medicina, Teología entre otras) y de concesión de títulos. El poder de las órdenes religiosas era muy fuerte, sus miembros insistían en la enseñanza de tipo escolástico e impedían cualquier intento de reforma educativa. La nueva ciencia y el ideario de la ilustración tardaron en penetrar el medio universitario; por ello, el pensamiento moderno se difundió a través de las academias y sociedades, entidades que fomentaron la renovación científica y cultural⁹⁷.

⁹⁷ (Alba, El Virreinato de la Nueva Granada, 1991)

4.3.2 Primera Cátedra de Matemáticas

Los antecedentes de la vinculación de Mutis al Colegio Mayor del Rosario como catedrático se remontan al viaje que emprendió desde la ciudad de Cádiz hasta el Virreinato de la Nueva Granada. En este viaje el virrey Pedro Messía de la Cerda, a quien Mutis acompañaba como su médico de cabecera, conociendo de antemano su talento para la física y las matemáticas, le solicitó que al instalarse en Santa Fe de Bogotá les diera lecciones privadas a todos sus subalternos.

Fue así como José Joaquín de León, quien era rector del Colegio Mayor del Rosario, conoció a Mutis en su faceta de docente. Este rector propuso al virrey Messía la creación de las lecciones en su colegio. El virrey aceptó, considerando importante difundir a un nivel más amplio e institucional dichas lecciones en ciencias tan necesarias. Efectivamente esta iniciativa se materializó el 13 de marzo de 1762 con el discurso inaugural de la cátedra⁹⁸ de matemáticas de Mutis en la capilla de dicho colegio. Luego el sabio se referiría a este evento en los siguientes términos:

Una gran parte, y acaso la mayor, de mi ocio, la consagré al nuevo empleo de las matemáticas, hallándome hecho profesor público de esta ciencia en la Real Universidad. Dispúsose este nuevo cargo de un modo que no pude excusarlo. Yo había prometido en el navío que daría en mi casa un curso de matemáticas a la gente joven que acompañaba a S. E. sin embargo, luego de haber pasado mucho tiempo desde nuestra llegada a Santafé, me hicieron los oficiales y pajes del virrey que cumpliera mi palabra; yo me preparé a cumplirla, queriendo dar principios después de

⁹⁸ Entiéndase por cátedra, no necesariamente pensada en términos de horarios y presencialidad por parte del titular de la materia, se entiende como una lección inaugural (dictada por regla general en latín) y la capacidad académica por parte del docente de examinar al alumno en conclusiones públicas y privadas. Tal fue el caso de Mutis en varias ocasiones, sobre todo en estudiantes de medicina que aspiraban al protomedicato.

Reyes a este curso. Todo se disponía mientras yo formaba para la apertura un discurso preliminar...⁹⁹

Para comprender cuál era la idea de Mutis respecto al papel de las matemáticas y de su enseñanza es pertinente revisar algunos fragmentos del Discurso Preliminar pronunciado en la apertura de la cátedra en el Colegio Mayor Nuestra Señora del Rosario:

La utilidad de una ciencia parece ser el motivo que más obliga a cultivarla con algún empeño; y siendo tan manifiestas para el mundo sabio las utilidades de las matemáticas, no es de extrañar que muchos hombres de competencia hayan rodado en esta parte por todos los siglos con mejor fortuna que en las otras ciencias. [...] A fines del siglo pasado y principios del presente renacieron las matemáticas con tales ventajas a aquellos primeros tiempos, que es muy notable la diferencia. [...] Para manifestar los aumentos de las matemáticas en nuestros días sería forzoso seguir la historia de todos los progresos en una ciencia tan dilatada, asunto verdaderamente trabajoso y bien distante del fin que me he propuesto en este discurso preliminar. [...] Solamente fue mi ánimo manifestar en compendio las utilidades de esta ciencia con un breve discurso, atropelladamente dispuesto en los pocos ratos del ocio que poseo entre varios negocios importantes. [...] ¹⁰⁰

Luego se lee este fragmento del siguiente tenor:

Los más de los hombres han creído que las matemáticas son un estudio al que muy pocos deberían destinarse. La fuente de este error ha nacido de la utilidad que ellos se imaginan o de la ponderada dificultad de esta ciencia; pero si llegaran a conocer la

⁹⁹ (Alba, Mutis, José Celestino. Diario de Observaciones, 1760-1790, 1957)

¹⁰⁰ (Alba, Escritos científicos de don José Celestino Mutis, 1983)

necesidad de las matemáticas, la facilidad con que se adquieren y su estrecho enlace con las demás artes y ciencias, convendrían en que todos las deberían aprender. Ignórase comúnmente cual sea el objeto de las matemáticas y cual su extensión; no es pues extraño que los que esto ignoran se vean movidos apenas tan erradamente. ¿Qué nuevo les es oír que todos los hombres deberían instruirse en las matemáticas? Pues es bien cierto. Rústicos, ciudadanos, plebeyos, cortesanos, militares, artífices, sabios, seculares, eclesiásticos, todos, en una palabra, de cualquier condición y estado deberían aplicarse a un estudio tan útil. [...] Un estudio tan propio y acomodado al genio del hombre las hubiera libertado de los errores groseros, en que frecuentemente han incurrido. No en vano decía un sabio, que el mundo era un gran libro y aunque abierto para todos, muy pocos sabrán leerlo, por estar escrito con cifras y caracteres matemáticos. [...] ¹⁰¹

Se debe señalar como un aspecto importante que para Mutis las matemáticas no debían ser para unos pocos sino, que al contrario de lo que antaño se había establecido, que todos debían internarse en su estudio.

Si se continúa con un breve análisis de ese fragmento, el sabio al que se refiere Mutis es Galileo, quien expresó con una frase que la naturaleza está escrita en lenguaje matemático, lo cual relaciona a las matemáticas con las demás ciencias y que quienes desconocen este papel hablan sin conocimiento de su importancia.

A continuación, otros aspectos claves del discurso de Mutis que refuerzan la idea de la conexión de las matemáticas con otras ciencias y la necesidad de formarse en ella.

¹⁰¹ Ibidem.

Componentes como lógica y geometría, hasta llegar a la unión con la física hacen parte de estos planteamientos donde señala que su estudio fomentaría una mejor forma de proceder y actuar del ser humano:

¿A qué grados de perfección no elevarían sus conocimientos los que se instruyen en las matemáticas? No me sería manifestarlo puntualmente. Para hacer con mayor claridad y ajustándome más al intento, entremos con alguna individualidad en aquellas ciencias a que regularmente se aplican los hombres letrados, con abandono y desprecio de las matemáticas, llave maestra de todas las otras ciencias. Permítaseme ir haciendo algunas reflexiones capaces de manifestar el estrecho enlace de las matemáticas con los demás ramos de la literatura, enlace que hará conocer bien presto la necesidad de las matemáticas para el cultivo, adelantamiento y esplendor de todas las ciencias. El estudio de la lógica, llave de las ciencias y bellas artes, suele preceder a la instrucción de las demás facultades. En efecto; como la facultad más propia del hombre sabio sea el uso ajustado de su juicio, debe instruirse en todos los medios que conducen a formarlo. La lógica es quien da estas reglas sin las cuales es mucha casualidad salir bien en todos los empleos, en todas las empresas, finalmente en todos los negocios de la vida. Quien desea formar sólidamente su juicio debe ejercitarse en las demostraciones de las matemáticas. En ellas hallará 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 las más simples hasta la más compuesta, o al contrario según la aplicación de los dos métodos sintético y analítico.

En ninguna parte de las matemáticas se observa mejor este ajustado método de proceder el entendimiento humano como en la geometría. En unas verdades tan sencillas y desnudas que algunos las tienen por ridículas, están fundadas las

demostraciones de infinitas proposiciones, en que se contienen unas verdades tan misteriosas, que sería imposible percibir las sensiblemente por otros medios. Un riguroso geómetra que entra al examen de las verdades humanas, no está expuesto a caer en los errores de entendimiento en que frecuentemente incurren los demás hombres, poco o nada acostumbrados a seguir tenazmente la serie de todas las ideas que deben preceder para llegar al conocimiento de aquella última verdad que se busca.

Esta es la utilidad de las matemáticas en la lógica sobre otras no menos importantes. Recibe también la lógica de las matemáticas el método, sin el cual sería difícil no incurrir en aquellas cavilaciones propias a obscurecer las luces del entendimiento humano.

[...] Para no dilatar nuestro discurso contra las leyes que he propuesto, pasamos a registrar las utilidades de las matemáticas en la Física. Este es, señores, un campo dilatadísimo y un océano inagotable. Para manifestar este punto con la dignidad que se merece sería forzoso entrarnos en la historia de los sistemas de nuestros siglos. Para elegir un medio menos fastidioso y acaso el más oportuno, me ha parecido justo hacer algunas cortas reflexiones sobre el sistema más floreciente de la física experimental.

[...] ¹⁰²

Por último, dos fragmentos donde muestra el avance de la física por las matemáticas, la importancia de la observación y experimentación en el nuevo método planteado por Newton y de la relación de las matemáticas con la medicina:

La sombra de aquellos hombres verdaderamente insignes en otros asuntos, bastó a dilatar el imperio de una filosofía, cuya física, por más árida, espinosa y embrollada que fuese, producía un néctar suavísimo, de sutileza propias a paladear el gusto de los

¹⁰² (Alba, Escritos científicos de don José Celestino Mutis, 1983)

entendimientos acostumbrados a nutrirse con vanas civilizaciones. [...] Si todos los sabios se hubiesen destinado a no fingir, sino a buscar los movimientos de la naturaleza por la observación hubiera sido más corto el camino para hallar la verdad. El camino está ya abierto en nuestros días y son imponderables los aumentos que ha recibido la física por el grande Newton y por sus esclarecidos secuaces Gravasande, Munschembroek y Mollet, entre otros igualmente acreedores a las mayores alabanzas, ¡Y quien 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 cálculos analíticos propios a descubrir muchas verdades, que se hallaron después acordes con las experiencias. [...] Apenas conocieron los filósofos antiguos la naturaleza y propiedades del aire que nos rodea. [...]

[...] Y si tan útiles son las matemáticas para la física, cuanto no serán para la medicina. Recorred, señores, el dilatado campo de la naturaleza y no hallareis ante alguno que haya dado asunto más dilatado para más reflexiones que el cuerpo humano, llamado con razón mundo pequeño, en cuya fábrica se esmeró la omnipotencia del Creador. Las más de las leyes con que se hacen los movimientos en el grande mundo se observan también en el cuerpo humano, sobre otras que le son muy particulares por razón de la vida. [...]¹⁰³

Por tanto, el discurso de Mutis permitía una presentación, inédita en el marco de la cultura colonial de la Nueva Granada, del carácter social de los conocimientos, de su función y utilidad, y del interés y servicio que el conocimiento sobre la naturaleza podría alcanzar, para toda la sociedad sin distinción alguna. Así que, refiriéndose a las matemáticas, dirá que ellas

¹⁰³ *Ibidem*

guardan estrecha relación con todas las ciencias y las artes, y que, a todos sin excepción, importa conocerlas.

Sin embargo, dadas las múltiples ocupaciones, Mutis se vio obligado en varias ocasiones a ausentarse de Santa Fe y de su labor docente. Unas veces para acompañar al virrey, por lo regular a Cartagena o Mompo, o por sus labores en mineralogía, y luego cuando asumió la dirección de la Expedición Botánica en 1783. Pero en realidad su labor docente seguía fuera de las aulas, a través de lecciones privadas, asesorías a sus alumnos mediante cartas e informes, entre otros:

Procuraba destinar algunas horas para las lecciones públicas de matemáticas, filosofía newtoniana, que enseñé sin renta alguna y sin interrupción desde el año 62 en que tomé posesión de la cátedra en el Colegio Mayor del Rosario, hasta fines del 66, siendo en la primera vez que se oyeron lecciones de tales ciencias en el Nuevo Reino de Granada, desde su conquista¹⁰⁴

Por tales circunstancias y razones se puede diferenciar la labor científica-educativa de Mutis en la Nueva Granada en cuatro épocas:

- De marzo de 1762 a septiembre de 1766, donde estuvo a cargo de la Primera Cátedra de Matemáticas. Se dice primera cátedra o curso de matemáticas porque se enseñaron los primeros conceptos modernos de esta ciencia, así como también de geometría y algunos principios de física no aristotélica que se dictaron en Santa Fe. Ya antes se habían dictado matemáticas elementales de formación secundaria (las cuatro operaciones básicas) y no como lo planteó Mutis para estudios superiores.¹⁰⁵ Después de cuatro años de lecciones,

¹⁰⁴ (Londoño & Uribe López, 2009, pág. 103)

¹⁰⁵ (Sánchez, 1999, pág. 688)

al parecer continuas, Mutis popularizó dentro de un grupo de jóvenes neogranadinos los principios de la Filosofía Natural.

- De mayo de 1770 a enero de 1777 se dedicó a la Expedición Botánica sin que dejara de realizar actos de conclusiones,¹⁰⁶ como en el año 1773, donde sustentó el sistema heliocéntrico de Copérnico y propuso la necesidad de que la juventud neogranadina abandonara el estudio de Aristóteles y la doctrina peripatética y se dedicaran al estudio de las teorías de Newton. Además, fue asesor de los planes de estudio del fiscal Moreno y Escandón, el Virrey Caballero y Góngora y de Don Eloy Valenzuela, de los cuales se hablará en el capítulo 4
- En 1787 se dedica a la construcción de un plan provisional de matemáticas en el que recomienda a Fernando Vergara como su sustituto en la cátedra de matemáticas, la cual finalmente fue reabierta y dictada por Vergara con asesoramiento de Mutis.
- Por último, trabaja en el diseño de los estudios médicos que culminan con su plan de estudios en 1804 y 1805. En este último año orienta las modificaciones que Miguel de Isla¹⁰⁷ le hace a este plan.

¹⁰⁶ Acto de conclusiones: Es un acto público donde se daba a conocer los resultados de los estudios e investigaciones, las conclusiones se hacían abiertas con presencia de autoridades civiles, eclesiásticas, académicas, y en la presencia de algunos estudiantes y profesores.

¹⁰⁷ Miguel de Isla. No se conoce con exactitud la fecha de su nacimiento, pero puede calcularse si se tiene en cuenta que, en 1761, cuando ingresó a la Orden de los Hermanos Hospitalarios de San Juan de Dios, era ya bachiller y había llegado a maestro en Filosofía de la Universidad Javeriana, logros para los cuales serían necesarios en aquella época cuando menos veinte años de edad. La favorable disposición del soberano español, que concordaba con las reiteradas solicitudes de su Virrey en estas tierras, don Pedro de Mendinueta, premiaba por fin al casi anciano religioso con una posición docente para la cual se había ofrecido voluntario desde treinta años antes y venía preparándose desde la juventud, pues su ingreso a la orden monástica tuvo la evidente finalidad de adelantar en ella el estudio de la Medicina, ya que en la Nueva Granada no había escuela que dictara los cursos formales.

Desde que el Comisario General de los Hermanos Hospitalarios le concedió en 1770 la licencia para ejercer la Medicina, Miguel de Isla asistió enfermos sucesivamente y sin duda con éxito en Pamplona, Panamá y Cali, donde estuvo entre 1789 y 1793; en este año se le ordenó traslado a Santa Fe de Bogotá, y se le dio el cargo de director del Hospital de San Juan de Dios, que mantuvo hasta 1798, año en el cual recibió el Breve Pontificio

El discurso de Mutis en la inauguración de la cátedra de matemáticas, en el que abordó la necesidad de la apropiación de la naturaleza y de la comprensión del saber material para la vida en sociedad, inspiró a ciertos académicos de la Nueva Granada a proponer planes de estudio para introducir los nuevos conocimientos y cambiar el método de enseñanza establecido por las comunidades religiosas. Ese es el caso del Plan del Fiscal Francisco Moreno y Escandón, el cual fue aprobado en 1774 y con el que surgieron disputas entre el fiscal y las comunidades religiosas, especialmente los dominicos. Fue al calor de estas discordias, en los más respetados recintos de la sociedad neogranadina, en que Mutis debió defender la revolución copernicana y la física de Newton. A través de demostraciones propias de la época y ejemplos planteó que la tierra giraba alrededor del sol y además rechazó el tratamiento sufrido por Galileo de manos de la Iglesia. Ante estos sucesos, los sacerdotes dominicos convocaron a otro acto de conclusiones para defender la doctrina clásica que Aristóteles había expuesto en los primeros libros de física. Así, los dominicos buscaban demostrar la ofensa, que, según ellos, se hacían a las verdades sacras de quienes engañados por la nueva filosofía aceptaban estas teorías que la iglesia condenaba y prohibía. Tan álgida fue la contradicción con este sector religioso, que solicitaron a las máximas autoridades del reino y a la Inquisición de Cartagena que fuera condenado, de lo cual Mutis salió bien librado.

La cátedra de matemáticas fue suprimida en 1778, lo que nuevamente muestra las dificultades que enfrentó Mutis en su empeño por introducir nuevas ideas en la educación, a partir de la comprensión, observación y experimentación del mundo, con conocimientos teóricos básicos que permitieran el avance de la ciencia, en contraposición al pensamiento dogmático de la época.

que autorizó su secularización, es decir, su salida de la orden monástica para quedar como religioso dependiente de la Arquidiócesis de este Nuevo Reyno de Granada.

El pensamiento de José Celestino Mutis es el artífice directo de toda la transformación escolar de la segunda mitad del siglo XVIII en la Nueva Granada, generó toda una transmutación en las mentes de las nuevas generaciones que lo tuvieron como maestro, guía e inspiración.

Haciendo referencia al método de Newton, Mutis le advertía a la juventud de Santa Fe que para seguir este nuevo camino era preciso abandonar sus antiguos sistemas, y sacrificar sus amadas opiniones con lo que logró abrir las mentes, fortalecer los espíritus, crear ideales, socavar creencias, infundir esperanzas, trazar senderos, todo lo que se puede denominar una auténtica revolución cultural sobre la concepción de la naturaleza y sobre las posibilidades de una nueva sociedad¹⁰⁸

4.3.3 Plan de Estudios Matemáticos

Después del cierre de la cátedra de matemáticas en 1778 y de que Mutis se dedicará a la Expedición Botánica, sin que eso implicará su abandono al aspecto educativo, el 11 de enero de 1787 se presentó el Plan de estudios matemáticos, en él se plasmó su experiencia como docente de esta cátedra y planteó la necesidad de estudiar matemáticas por su utilidad y requerimiento para que la Nueva Granada salga de su atraso e ignorancia, ya que estas contribuyen a la industria, las artes y el comercio, facilitando el desarrollo de la cultura y el progreso.

El curso comprendía los siguientes apartes:

- Principios matemáticos de la filosofía natural de Newton
- Física
- Astronomía

¹⁰⁸ (Londoño & Uribe López, 2009, pág. 13)

- Aritmética
- Trigonometría
- Elementos de medicina

Además, incluía como algunos documentos que Mutis tradujo para la cátedra, por ejemplo, comentarios sobre la geometría de Descartes¹⁰⁹. También estableció que las matemáticas debían dictarse en todas las facultades a las que asistieran los alumnos, tanto los que la eligieran como profesión, que tendrían asistencia obligatoria, y aquellos que la debían seguir para conocimiento y complemento de su carrera, con asistencia voluntaria.

El método de enseñanza se basó en la distribución de la clase en tres partes, la primera se dedica a la explicación con escritura en el tablero (hay que señalar que Mutis no estaba de acuerdo con ello, por lo que decía que era una mala costumbre, en donde no existía interacción con los alumnos, pero que lo permitía en ese momento por la falta de libros); la segunda parte de la clase era para las demostraciones, cuando el estudiante requiera; y la tercera para realizar preguntas y ejercicios de las lecciones anteriores.

Los instrumentos o medios para el desarrollo de las actividades de las clases de astronomía y trigonometría eran la regla y el compás. El Plan hace visible la necesidad de que cada estudiante cuente con instrumentos matemáticos. “Deberá encargarse a España los instrumentos comunes del estuche matemático; y entre tanto se valdrán los discípulos de la simple regla y compás para ejercitarse en sus casas en la formación de figuras y demás operaciones prácticas sobre el papel”¹¹⁰

¹⁰⁹ (Londoño & Uribe López, 2009, pág. 72)

¹¹⁰ Documentos para la Historia de la Educación en Colombia. Tomo V. 1777-1800. Bogotá. Nelly, 1983, p.114-115.

La forma de evaluación debía ser con exámenes anuales. Se darían sesiones adicionales a los estudiantes que tuvieran dificultades, a través de asesorías con los estudiantes más aventajados, quienes les explicarían las lecciones anteriores. Para los actos públicos de conclusiones se elegían a los tres alumnos más sobresalientes para que fueran ellos los que dieran testimonio público de los logros, el desempeño del maestro y el funcionamiento del colegio¹¹¹.

De esta forma el Plan fue puesto en práctica en 1787 por Fernando Vergara, joven abogado y catedrático de filosofía del Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario. Él fue quien sustituyó a Mutis en la cátedra de matemáticas cuando esta fue reabierta, ello se evidencia en el siguiente fragmento epistolar:

Ha sido de la aprobación del Rey el celo con que vuestra excelencia según expone en carta de 6 de octubre del año pasado (1786) No. 1358, ha mandado a restablecer la cátedra de matemáticas (cuyo estudio es importante para las demás ciencias, especialmente las naturales) en el Colegio del Rosario de la capital de Santafé, y que se librase título de catedrático al Doctor Don Francisco (Fernando) Vergara, en calidad de substituto del Doctor don José Celestino Mutis como profesor y Director perpetuo de estas facultades¹¹².

Debido a la situación política de la época, las diversas confrontaciones y la ebullición de luchas sociales que llevó a la revolución de independencia, la nueva cátedra de matemáticas y la formación educativa en general tuvieron que suspenderse a mediados de 1810.

¹¹¹ (Londoño & Uribe López, 2009, pág. 73).

¹¹² Carta al señor Arzobispo Virrey Antonio Caballero y Góngora a José Celestino Mutis, informándole de las disposiciones del Rey sobre la cátedra de matemáticas. Archivo Epistolar del Sabio Naturalista José Celestino Mutis. Tomo III. Compilación, prólogo y notas de Guillermo Hernández de Alba. Bogotá. Nelly, 1975, p.74.

4.4 Capítulo IV. Tres Planes de Estudio

4.4.1 Introducción

Los antecedentes históricos de las reformas educativas en la Nueva Granada corresponden a las corrientes que para la época se vivían en Europa. En ese continente, desde 1760, se generalizó una tendencia de pensamiento político que se denominó “despotismo ilustrado”¹¹³, cuyo monarca más representativo fue Carlos III. El objetivo principal del despotismo ilustrado fue hacer posible el progreso de los pueblos a partir de la adquisición de conocimientos científicos. sin embargo, como se lo ha señalado en los capítulos anteriores, esta aspiración encontró un fuerte obstáculo en la iglesia católica.

Las primeras manifestaciones ilustradas que se detectan en el sector educativo en la Nueva Granada se dan con la llegada de José Celestino Mutis en 1762. Este intelectual español promovió el estudio de las matemáticas, la medicina y la química, al igual que defendió la filosofía experimental de Newton y el sistema cósmico copernicano. Las propuestas educativas de Mutis se fueron asimilando y recibieron completo apoyo por quienes elaboraron los llamados Planes de Estudios. Además, fue el mismo Mutis quien orientó a sus proponentes.

El Plan de Estudios más importante¹¹⁴, fue el que se presentó en 1768 por el fiscal Francisco Moreno y Escandón, que a pesar de su corto periodo de aplicación fue el primero que en filosofía y métodos planteados abrió la senda hacia las nuevas ideas de la ilustración. En esta

¹¹³ Despotismo porque se mantuvo al pueblo apartado de la cosa pública. Ilustrado porque hubo un intento consciente de aplicar los logros científicos y técnicos de la época, así como los principios no políticos del nuevo pensamiento innovador.

¹¹⁴ El Plan del Fiscal Moreno y Escandón es considerado el más importante debido a que fue el único que se aprobó y se aplicó en la Nueva Granada después de la de apertura de la primera cátedra de matemáticas en el Colegio del Rosario. Los otros planes solo fueron plasmados en el papel cuyo contenido fue novedoso para la época, pero no fueron aceptados.

misma línea de Moreno, y con las características de crear una universidad pública, se encuentra el plan de estudios del arzobispo-*virrey* Caballero y Góngora, presentado en 1787, para los colegios mayores de la ciudad de Santa Fe. Sin embargo, este plan fue una propuesta que sólo quedó en papel. Otro plan de pensamiento ilustrado, pero con criterios más radicales contra del método escolástico¹¹⁵, fue el de don Eloy Valenzuela para el colegio de Mompox en 1804.

Los autores de las nuevas propuestas académicas recibieron diferentes tipos de influencia. Algunos, como Mutis o Caballero y Góngora, se educaron directamente en España. Estos ilustrados provenientes de la metrópoli peninsular se convirtieron, en las colonias, en agentes de difusión científica, señalando nuevos rumbos a la cultura, la educación y la economía del *virreinato*. Por otra parte, criollos como Moreno y Escandón o Valenzuela recibieron influencia externa, a través de libros, profesores jesuitas, misiones científicas y directamente de los difusores metropolitanos de la nueva filosofía ilustrada.

Se debe señalar que esos planes no se presentaron aislados del movimiento cultural y político del momento, que se daba con mayor fuerza fuera de los claustros universitarios. Los debates y polémicas en la sociedad se pusieron al orden del día, impulsando una *Filosofía útil* y una *ciencia patriótica*. La gran consecuencia de la filosofía ilustrada se dio en el terreno político, incubando ideas de ruptura; mientras el plano económico y el puramente educativo fueron relegados a ser preocupación de solamente una pequeña élite de intelectuales.

¹¹⁵ El método escolástico busca su enseñanza en las “siete artes liberales”, divididas en el trívium (gramática, dialéctica y retórica) y el cudrívium (aritmética, geometría, música y astrología, más tarde astronomía) y las formas fundamentales de enseñanza eran: La *lectio* (que era el comentario de un libro por parte del maestro académico) y la *disputatio* (era el dialogo entre maestros y discípulos, en que se sacaban a colación argumentos en pro y en contra de una determinada tesis) véase Soto, D. (1991). “La cátedra de filosofía en los planes ilustrados del Virreinato de la Nueva Granada. Manuscrito” Revista Colombiana De Educación ed: Universidad Pedagógica Nacional v.22-23 fasc. p.111 - 138 ,1991

Como consecuencia de la primera cátedra de matemáticas, la discusión con los dominicos sobre la pertinencia de la enseñanza de la filosofía útil, la instauración de la Expedición Botánica, la presentación de los Planes de Estudios en contravía de la escolástica y, en general, toda esta efervescencia de ideas de renovación, hace que en 1779 aparezcan publicaciones que critican la educación vigente y propugnan por las ciencias útiles y el cultivo del patriotismo. Para la élite criolla “el programa ilustrado debía asumirse en las condiciones políticas de entonces como un proyecto de vida”¹¹⁶. Es claro que detrás de las propuestas educativas existía un trasfondo ideológico mucho más amplio. Grupos de ilustrados, fuera de las aulas universitarias, impulsaban la nueva filosofía en sus escritos y en organizaciones científico-político-culturales. Criollos como Francisco José de Caldas, Camilo Torres y Francisco Antonio Zea, entre otros, propugnaban por las ciencias aplicadas y exactas como la química, la medicina, la física, la geología, la mineralogía, entre otras, en vez de las disciplinas de carácter especulativo como la teología, la metafísica o la astrología.

4.4.2 Plan de Estudios del fiscal Francisco Moreno y Escandón

Francisco Moreno y Escandón, conocido como El Indiano, nació en Mariquita en el año de 1733. Es considerado uno de los criollos de la primera generación de preilustrados. Se formó en el Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario, la Universidad Santo Tomás y la Universidad Javeriana, en Santa Fe. Aunque no perteneció ideológicamente al grupo de los filósofos revolucionarios del siglo de la Ilustración, concibe ideales progresistas de gran envergadura, como la búsqueda de la verdad, la experimentación y la filosofía natural. Además, fue autor del trabajo “Estado del Virreinato Santa Fe, Nuevo Reino de Granada” y

¹¹⁶ (Arboleda, La Ciencia y el ideal de ascenso social de los criollos en el virreinato de la Nueva Granada, 1988, pág. 201)

fundador de la Biblioteca Pública de Santafé de Bogotá, catedrático de la Universidad Javeriana, abogado de la Real Audiencia y Fiscal Protector¹¹⁷.

El Plan de Estudios lo expuso Moreno y Escandón en la Junta de Temporalidades de Santa Fe de Bogotá el 9 de mayo de 1768, con el objetivo de la creación de una universidad de estudios generales. Moreno sustentaba su propuesta afirmando que “el Nuevo Reino produce ya fértiles talentos que se extravían de su posible destino de grandeza y servicio real por la ausencia de una universidad de estudios generales”¹¹⁸ Esta propuesta fue aprobada en septiembre de 1774 y de inmediato empezó a hacerse efectiva en los Colegios de Santa Fe, donde reenseñaron las teorías de Newton. Sin embargo, surgió un duro enfrentamiento con los dominicos, quienes encabezaron la oposición contra Moreno precisamente porque las instituciones que representaban determinaban que sólo se seguiría la doctrina de Santo Tomás. Estos religiosos vieron sus intereses educativos y su poder político amenazados por la propuesta de la Universidad Pública que proponía el fiscal, así que fue derogada en julio de 1779.

El Plan proponía la enseñanza de las matemáticas dentro del curso de filosofía, con una duración de tres años. En el primer año se estudiaba lógica, buscando suministrar las reglas que orientaran el entendimiento, elementos de aritmética, álgebra, geometría, trigonometría de Wolf¹¹⁹ y física. Esta última, afirmaba Moreno y Escandón, sacaría a los estudiantes de la mera contemplación de la naturaleza. En el segundo año se darían conocimientos generales a

¹¹⁷ (Londoño & Uribe López, 2009, pág. 58)

¹¹⁸ Ídem

¹¹⁹ Christian Wolff (1679-1754) perteneciente a la segunda generación de la ilustración alemana. Sus teorías llaman la atención del fiscal Moreno y Eloy Valenzuela porque propugna por el avance científico, pero defendiendo la religión cristiana, a lo que se le denomina el pensamiento ecléctico. La filosofía racionalista de Wolff, basada en el método matemático osciló permanentemente entre las ideas de Descartes y las de Leibniz. Ciertamente Wolff es uno de los autores más citados en los planes de estudio de la Nueva Granada, no obstante, es Isaac Newton (1662-1727) quien marca la pauta en el cambio de métodos en estos planes.

través de una *filosofía útil* para el estudio de geografía, historia natural, meteorología, agricultura, mineralogía y física orientada por los principios elementales de la matemática y el método de Newton. En el campo de la filosofía, el Plan inserta una novedad radical a las formas conocidas en la Nueva Granada, un nuevo método basado en la observación y la experiencia. Este método formaría el juicio que luego se dirigiría al estudio de las matemáticas que, en su opinión, eran las que facilitaban la entrada a las demás ciencias¹²⁰.

El Plan apunta en su método a eliminar el dictado, liberando así a los estudiantes de la nociva molestia de escribir en clase lo que el catedrático dictaba¹²¹. Para lo cual sugería la adquisición suficiente de libros específicos de cada área de conocimiento, además de la implementación de textos inéditos en la Nueva Granada. Se visualiza aquí la innovación del Plan: “la importancia de estar al día con la literatura del momento en el panorama mundial”

¹²².

Cabe destacar el impulso que Moreno le dio a la fundación de la Biblioteca Pública, la cual venía gestionando desde 1777, factor importante para la reforma del método de estudio. Además, fue un elemento central en la estrategia política de difusión de diversos registros para el nuevo Plan de Estudios. La aprobación real de esta biblioteca se dio en 1788.

Con este plan se piensa la naturaleza como espacio de aplicación de la actividad humana. El estudio de la naturaleza se considera como el camino posible de prosperidad y transformación de las condiciones materiales y sociales del momento. Afirmaba Moreno que la naturaleza “será el origen de donde saldrá el influjo universal para el fomento de la agricultura, de las

¹²⁰ (Arango, La cátedra de filosofía en los planes ilustrados del Virreinato de la Nueva Granada, 1991, págs. 111-138)

¹²¹ (Londoño & Uribe López, 2009, pág. 64)

¹²² (Silva, 2004, págs. 154-155)

artes y del comercio de todo el reino, cuya ignorancia lo tiene reducido al mayor abatimiento”¹²³. La importancia y la mirada que se le empieza a dar a la naturaleza está asociada a la física y el lugar preponderante que se le atribuye en el plan. Se concibe ya una física fuera de las consideraciones del mundo finito y jerárquico¹²⁴, asunto que planteó Mutis en su discurso de la cátedra de matemáticas en 1762 sobre la necesidad de una nueva física, cuya enseñanza debía estar regida por la observación y la experimentación. Se establece así una importancia social al conocimiento de la naturaleza y el estudio de los fenómenos físicos.

El Plan estuvo vigente durante cinco años, generando transformaciones tales como:

- Se evidenció una transformación ideológica en algunos sectores de la élite de colegiales y catedráticos, quienes se convirtieron en agentes activos del progreso y del cambio cultural acerca de la concepción de las ciencias. Un caso a reseñar fue la formación de estudiantes como Fernando Vergara¹²⁵, en el Rosario, y José Félix de Restrepo¹²⁶, en el San Bartolomé, quienes serían

¹²³ (Arango, La cátedra de filosofía en los planes ilustrados del Virreinato de la Nueva Granada, 1991, págs. 111-138)

¹²⁴ Se refiere a la concepción filosófica aristotélica donde el mundo tenía una estructura ordenada que depende de un ente superior y que su extensión era limitada por lo que podía llegar a entenderse el funcionamiento de todo el mundo natural.

¹²⁵ Fernando Vergara, en 1786, elabora el plan de Matemáticas con Mutis para el Colegio del Rosario, donde va a regentar esta cátedra en sustitución de Mutis. Establecimiento de la cátedra de Matemáticas en el Colegio Mayor del Rosario y nombramiento de director perpetuo en esta cátedra a don José Celestino Mutis. Santafé, 1762, Archivo Histórico Colegio Mayor del Rosario, Tomo 24, f. 142. Expediente del restablecimiento de la cátedra de matemáticas. Mariquita 11 de enero de 1787. Archivo Histórico Colegio Mayor del Rosario, Tomo 9, Archivo General de Indias, Sección Quinta, Carta de José Celestino Mutis al Virrey Caballero y Góngora, solicitando se nombre al doctor Vergara como sustituto de la Cátedra de matemáticas 18 de octubre de 1785.

¹²⁶ José Félix de Restrepo (1760 en Envigado - 1832 en Bogotá) fue un educador, magistrado y jurisconsulto colombiano de la época de la Independencia. Jugó un papel decisivo en la época de guerras y roces de la Independencia. Como independentista y profesor influyó sobre un gran número de jóvenes y próceres, quienes eran sus discípulos, entre ellos Francisco Antonio Zea, Camilo Torres, Francisco José de Caldas, Mariano Ospina Rodríguez y Anselmo Pineda.

luego los maestros de muchos de los miembros más jóvenes de la élite de la Independencia en Bogotá, Popayán y otras ciudades¹²⁷.

- Abrió la compuerta para la incorporación como catedráticos a los primeros discípulos de José Celestino Mutis, como Eloy Valenzuela, quien aplicó los nuevos derroteros del Plan al Colegio del Rosario, en su calidad de catedrático de filosofía.
- El Plan fue el elemento formador e integrador de un grupo intelectual, que se constituyó hacia 1790 en uno de los baluartes de la lucha contra el monopolio que los dominicos ejercían sobre la enseñanza de la filosofía y marcaba en general toda la vida académica y cultural.

Cinco años después de promulgado y puesto en marcha el plan, la Junta de Estudios creada determinó que éste no era aplicable. Era evidente que la situación política educativa había cambiado en el virreinato. El Plan de Moreno se suspendió por dicha Junta el 16 de octubre de 1779, la misma que ordenó que se enseñara y explicara “la filosofía del método escolástico”, y obligó el uso del libro de artes del Padre Goudin¹²⁸. Con esta determinación la Junta de Estudios lanzaba un ataque frontal contra las ciencias físicas y cualquier tipo de relación entre la filosofía y las matemáticas.

¹²⁷ (Arango, La Primera Universidad del Caribe Colombiano. Un Modelo Ilustrado Para América Colonial, 2004, pág. 23).

¹²⁸ El texto de Goudin, se caracterizaba por tres aspectos. En primer lugar, mostraba una posición de defensa cerrada del silogismo (conclusión) como único método de conocimiento y de la escolástica como la verdad suprema, verdad expresada en la Summa Teológica de Santo Tomás de Aquino. En segundo lugar, cerraba cualquier acercamiento de la filosofía con las matemáticas y con la lógica que de ella se derivaba, sostenía un el rechazo del mundo de la observación y la experimentación como posibles vías del conocer. Tercero, Mostraba una posición pre- copernicana en relación con los problemas astronómicos

El Plan incorporó un grupo de catedráticos que se convirtió en la corriente de oposición a la escolástica, grupo que buscó y encontró apoyo en el arzobispo virrey Caballero y Góngora, especialmente entre 1783 y 1787. Los líderes de esta corriente del nuevo saber volvieron a expresarse con fuerza, dando lugar a iniciativas novedosas en el terreno de la enseñanza de las matemáticas y a la apropiación de un Plan de Estudios nuevamente inspirado por Mutis, el cual recogió y profundizó las orientaciones del Plan de Moreno y Escandón, aunque no tuvo aplicación oficial. Este fue el Plan de 1787, del que se hará referencia continuación.

4.4.3 Plan de Estudios del Virrey Antonio Caballero y Góngora

Durante su gobierno en 1782 a 1789, el arzobispo virrey Caballero y Góngora¹²⁹ impulsó la Expedición Botánica, reabrió la cátedra de matemáticas y, apoyado en una alianza con un grupo de catedráticos, promovió un Plan de Estudios en 1787 y propuso nuevamente la creación de una universidad pública. Mutis participó en la redacción de este Plan, como lo había hecho en el de 1774, de Moreno y Escandón. En él se formularon aspectos sociales que debía tener la educación. Góngora expresa el objetivo del Plan en los siguientes términos:

Todo el objeto del Plan se dirige a sustituir las útiles ciencias exactas en lugar de las meramente especulativas, en que hasta ahora lastimosamente se ha perdido el tiempo; porque un reino lleno de preciosísimas producciones que utilizar, de montes que allanar, de caminos que abrir, de pantanos que desecar, de aguas que dirigir, de metales que depurar, ciertamente necesita más sujetos que sepan conocer y observar la naturaleza y manejar el cálculo, el compás y la regla, que de quienes entiendan y discutan el ente de razón, la primera materia y la forma sustancial¹³⁰.

¹²⁹ **Antonio Caballero y Góngora** (Priego de Córdoba, el 23 de mayo de 1723 - Córdoba el 24 de marzo de 1796), nombre completo Antonio Pascual de San Pedro de Alcántara Caballero y Góngora, fue un arzobispo católico español y, desde 1782 hasta 1789, Virrey de Nueva Granada.

¹³⁰ (Londoño & Uribe López, 2009, pág. 69)

En el Plan, se consideró la asignación de recursos económicos y de medios de conocimiento para el avance científico como el Jardín Botánico, el Museo de Historia Natural, un laboratorio de química y algunos instrumentos y máquinas. Para el año 1788 se creaba la Biblioteca Pública que impulsó Moreno y Escandón. En cuanto al contenido, los elementos innovadores se los encuentra en las matemáticas y en la física experimental, al enseñarse la filosofía natural newtoniana, lo cual significa un giro con respecto a la concepción del mundo tradicionalmente imperante. El método newtoniano juega un papel fundamental en esta nueva filosofía, en donde no prima la deducción sino el análisis.

Respecto a autores y textos, propone para la cátedra de filosofía el estudio de la lógica del italiano Antonio Genovesi o Genuense (1712-1769), quien fue el primero que ejerció en una universidad europea la nueva ciencia de la economía, específicamente en la Universidad de Nápoles. Fue también profesor de filosofía y se lo identifica como un intelectual vinculado a la corriente científicista y experimentalista de la época, y se lo considera seguidor de la escuela de Loocke y Leibniz. Además, se lo reconoce por estar interesado en los temas y problemas americanos como la promulgación de los derechos del hombre, la libertad en la comercialización del maíz, la reducción del número de comunidades de religiosas, entre otros¹³¹. Para el estudio de la física se propone al francés Jean Antoine Nollet (1700-1770), cuyas obras en España tuvieron gran difusión, por lo que la física experimental penetró rápidamente en la enseñanza, todo bajo el faro orientador de Newton. Para la cátedra de botánica se sugiere a Carlos Linneo, y para el estudio de la historia natural a Bomaré y Buffón¹³².

¹³¹ (Arango, La cátedra de filosofía en los planes ilustrados del Virreinato de la Nueva Granada, 1991, págs. 111-138)

¹³² Georges Louis Leclerc, conde de Buffon fue un naturalista, botánico, matemático, biólogo, cosmólogo y escritor francés. Buffon pretendió compendiar todo el saber humano sobre el mundo natural en su obra en 44

Los dos aspectos más notables que presentó este plan fueron el método y la circulación de los conocimientos. Sobre la enseñanza “se preferirá el método analítico”, que consiste en la desmembración de un todo, descomponiéndolo en sus partes o elementos para observar las causas, la naturaleza y los efectos. El análisis es la observación y examen de un hecho en particular. Es necesario conocer la naturaleza del fenómeno y objeto que se estudia para comprender su esencia. Este método permite conocer más del objeto de estudio, con lo cual se puede explicar, hacer analogías, comprender mejor su comportamiento y establecer nuevas teorías.

La circulación de los conocimientos adquiere una formulación antes no expresada. La institución del saber reglamenta la distribución de los conocimientos en orden de la edad y por con su condición social. Se está hablando de organizar el contenido de acuerdo a las características de las estudiantes, pero también al destino social de las personas que allí concurren. Y esto determinará, a su vez, modalidades de aplicación del método analítico en la enseñanza.

4.4.4 Plan de Estudios de Don Eloy Valenzuela

Eloy Valenzuela (1756-1834), natural de Girón, murió asesinado en Bucaramanga el 31 de octubre de 1834. Estudió en el Colegio del Rosario, reemplazó a Mutis en la cátedra de matemáticas. En octubre de 1777 enseñó la cátedra de filosofía según el Plan de Estudios del fiscal Moreno y Escandón. Trabajó como secretario del virrey-arzobispo Caballero y Góngora. Se le llegó a considerar como el segundo en la Expedición Botánica y elaboró un trabajo sobre la flora de la parroquia de Bucaramanga.

volúmenes *Histoire Naturelle*. Su enfoque influyó en la Enciclopedia de Diderot y sus ideas también lo hicieron sobre las siguientes generaciones de naturalistas y en particular sobre Lamarck, Cuvier y Darwin” Tomado de Schmitt, Stéphane (2006). *Aux origines de la biologie moderne. L'anatomie comparée d'Aristote à la théorie de l'évolution*. París: Ed. Belin. ISBN 2701135117.

En 1804 presenta el Plan de Estudios para el Colegio-Universidad San Pedro Apóstol de Mompox, el cual contó con la financiación del fundador del colegio, Pedro Martínez de Pinillos, quien le otorgó a Valenzuela plenos poderes para que lo representará en Santa Fe en todo lo relativo a la aprobación de las constituciones y del plan de estudios. En este plan se formula una dura crítica a la filosofía que se venía desarrollando en los estudios del virreinato, ya que, según él, la filosofía escolástica había engendrado en los jóvenes el hastío, el desprecio y aun el aborrecimiento de los libros¹³³. Si bien es cierto que el Plan de Valenzuela no se aplicó, representa un esfuerzo de este criollo por impulsar el pensamiento ilustrado en otro campo diferente de la Expedición Botánica.

En su plan, Eloy Valenzuela se refiere al espíritu nacionalista, pues busca que se apoye y se usen los productos de la región, por lo que propone que los vestidos de los estudiantes sean de algodón nacional y usar sombrero de caña, que hace parte de la industria popular de la Villa de Mompox. Propone igualmente que se consuman alimentos típicos como el pastel de hoja o el buñuelo de sal porque fomentaba la industria de las negras pasteleras. También promueve que se privilegiara el consumo de chocolate por ser mejor bebida y de cosecha propia, además porque su mayor consumo redundaba en el beneficio de la agricultura nacional, oponiéndose al consumo de café y té, los cuales en ese entonces eran productos importados¹³⁴.

Otro aspecto que aborda Valenzuela para el Colegio-Universidad San Pedro Apóstol de Mompox es la defensa de las ciencias para el reconocimiento y la explotación de las riquezas naturales del territorio americano. Para ello propone cuatro facultades: Filosofía, Derecho,

¹³³ (Arango, La cátedra de filosofía en los planes ilustrados del Virreinato de la Nueva Granada, 1991, págs. 111-138)

¹³⁴ (Londoño & Uribe López, 2009, pág. 58)

Medicina y Química. Incursiona en los nuevos estudios de química, física, anatomía, botánica, música, dibujo, contaduría, y, algo novedoso, la recreación y el deporte.

Un factor común con los otros planes de estudios ilustrados fue el de su crítica al método tradicional. Señala que “la enseñanza de la escolástica ofusca y enmaraña los entendimientos. Ha mantenido sus literatos en una inacción y adormecimiento para que nada hagan, nada emprendan y ni aun así siquiera aconsejen en beneficio de su país”¹³⁵. Valenzuela reafirmaba su posición al plantear que la filosofía de Goudin “atolondra, enmaraña y confunde y así no conviene mucho esmero en estudiarla”. Del método tradicional que se utilizaba decía que “no ilustra ni cultivaba las mentes”¹³⁶, que lo mejor era la experimentación.

Valenzuela hace primar el sentimiento civil al religioso, disminuye las horas de rezo a media hora por la mañana y media hora en la tarde plantea que lo más importante de las devociones ordenadas es “la aplicación al trabajo”, e introduce la enseñanza de los catecismos civiles. También resalta la importancia de valores sociales como la honradez, asunto básico para la formación de un buen ciudadano. En este orden, en el Plan de Estudios de Filosofía, Valenzuela da importancia a la formación de las relaciones y deberes como ciudadano y miembro de la sociedad e insiste que los estudiantes que se decidan por el sacerdocio deben pensarlo detenidamente.

Considera básico que en primer año de estudios se enseñe la elaboración de cartas personales, mercantiles, letras de cambio, con el objetivo de que los estudiantes salieran con un conocimiento práctico que les permitiera trabajar, en caso de abandonar los estudios. En lo referido a las formas tradicionales de verificación del aprendizaje, concibe un cambio,

¹³⁵ (Arango, La Primera Universidad del Caribe Colombiano. Un Modelo Ilustrado Para América Colonial, 2004, pág. 36)

¹³⁶ Ídem

estableciendo la interacción más estrecha con los alumnos y plantea que el aprendizaje debe ser comprobado día a día. Clasifica los exámenes en públicos y privados: los públicos se harían anuales “para estímulo y lucimiento de los alumnos y son los que en el reino se llaman conclusiones”¹³⁷; los exámenes privados se presentarían al final de la jornada y se harían a modo de tertulia entre profesor y estudiante.

En este Plan, Valenzuela es sumamente minucioso en asuntos que tienen que ver con el método, los maestros y los contenidos sociales, políticos y económicos que desde los espacios de enseñanza debían aportar a la sociedad y al desarrollo de las regiones y de la nación. El Plan tiene, entonces, los siguientes alcances:

- Profesores de cátedra por concurso público nacional. Determina que el concurso de catedráticos sea público y la convocatoria se haga en todo el país. Con ello erradica, de entrada, el espíritu de partido y de favorecer a egresados del Colegio Universidad de Mompox. A diferencia de los dos Colegios de Santa Fe de Bogotá, suprimía la exigencia de juramento alguno y de seguir determinada escuela o partido.
- Refundación de la Sociedad Económica de Amigos del País, la cual había sido fundada en 1784 en Mompox. Justificaba su refundación con el argumento de que “el Colegio no solamente debe ser un cuerpo literario sino también patriótico”.
- Propone autores y textos de carácter ilustrado obligatorios en la enseñanza del nuevo Colegio Universidad. Plantea el estudio de las ciencias naturales fundamentadas en las matemáticas de Cristian Wolff, filósofo formado en la

¹³⁷ (Arango, La ilustración en las universidades y Colegios mayores de Santafé, Quito y Caracas. Bibliografía crítica y fuentes, 1994, pág. 231).

segunda generación de la ilustración alemana, y uno de los más citados en el virreinato de la Nueva Granada con la llegada de Mutis y otros ilustrados. No obstante, es Isaac Newton a quien se retoma para el cambio de método en los planes ilustrados.

Valenzuela se inclina por la botánica de Linneo, utilizada por Mutis y en el Real Jardín Botánico de Madrid. En este se había aprobado un Plan de Estudios de Botánica en 1784, que tuvo repercusiones en toda la América colonial. Sus métodos y textos fueron los que se recomendaron en México, Perú y en el Virreinato de la Nueva Granada. Así mismo se les dio una importante difusión a los textos de Historia Natural de Bufón.

Algunos investigadores como Diana Soto han constatado que la botánica se enseñó en el Colegio de Mompo en el último año de Filosofía, colegio que se convirtió en la única universidad con carácter de Mayor, que logró aprobación real y aplicación de sus estatutos ilustrados en el período colonial en el virreinato de la Nueva Granada.

5. CONCLUSIONES

5.1 Consecución de los objetivos de la investigación

5.1.1 Conclusiones Capítulo I

La transformación de la educación en España obligaba a que la Nueva Granada no fuera ajena a esa transformación. La aplicación de planes de estudio en las Universidades de Salamanca, Alcalá y Valladolid fueron muestra del cambio en donde se estudiarían las nuevas teorías científico-matemáticas imperantes en el siglo XVIII como consecuencia del periodo de la Ilustración, y que se aplicaron también en la América colonial.

El rezago científico que tenía España respecto a Europa Central obedece a la fuerte oposición a las nuevas ideas de la Ilustración, que llegaban de Francia e Italia especialmente, por lo que, a inicios del siglo XVIII, en el aspecto educativo, había un estancamiento en las ideas como

si se siguiera en la Edad Media, donde predominaba la escolástica. Fue a mediados de siglo donde se incorpora la nueva filosofía y se crean instituciones, asociaciones, colegios con el fin de promover la ciencia con tinte copernicano y newtoniano.

La situación en la Nueva Granada no escapa de lo que ocurría en España. La educación estaba en manos de los jesuitas y dominicos. Con los primeros puede decirse que existió un desarrollo científico no tan marcado, pero dado a su adaptacionismo se lograron conocer las teorías de Copérnico y Newton sin dejar de lado que la última verdad estaba en las sagradas escrituras. Podemos inferir que Mutis no partió de cero gracias a la labor de la Compañía.

Tras la expulsión de los jesuitas quedan los dominicos a cargo de la educación. Estos defendían el modelo escolástico, por lo que libraron una dura batalla con los criollos ilustrados para tener el control de la enseñanza; esto se hacía más por mantener el poder y los beneficios económicos que por seguir difundiendo sus ideas.

5.1.2 Conclusiones Capítulo II

El proceso de separación de la actividad científica de la religión comienza en los siglos XV y XVI, obras e investigaciones como las realizadas por Nicolás Copérnico empiezan a mostrar esa división, además que permiten un giro para tener una nueva concepción del mundo. Todas esas nuevas ideas que se fortalecían con la experiencia sin lugar a dudas era un golpe duro a lo tradicional y al pensamiento religioso imperante de esa época, las comunidades religiosas en especial la católica quien controlaba toda la academia, no iba a dejar el poder que había mantenido por varios siglos por lo que emprendió una tremenda persecución a quienes iban en contra de las sagradas escrituras, muestra de ello termina el siglo XVI con el suceso sangriento que realizó la Santa Inquisición que fue el de quemar en la hoguera a Giordano Bruno, este se convirtió en símbolo de ese paso para realizar una verdadera ciencia

que se consolidó en los siguientes siglos el XVII y XVIII. La ciencia tuvo que padecer periodos oscuros antes del florecimiento y separación definitiva.

También hay que señalar que la consolidación de las ciencias naturales y el florecimiento de la nueva filosofía no se debe al proceso meramente científico sino, que tiene consigo un desarrollo cultural, económico, político y social de las naciones. La idea del fortalecimiento de la actividad científica se debe a una clase social en asenso: la burguesía quien necesitaba de los adelantos científicos y de las matemáticas para desarrollar la economía, estancada hace mucho tiempo. Liberar la ciencia de la religión y del dogma permitía el acceso al conocimiento sin restricción y el cual tenía una aplicación directa para el beneficio de la sociedad. En este sentido podemos decir que de acuerdo a las condiciones de la sociedad y las necesidades también se adecua la ciencia.

Isaac Newton es un referente del primer periodo de la revolución científica del siglo XVII dado que con su publicación en 1687 de los *Principia* rompe totalmente con la idea del pensamiento escolástico y da sustento teórico a la nueva filosofía, su rigor científico y el desarrollo de su obra con un fuerte componente matemático y experimental lo convierten en un hito no solo nacional sino mundial. Su trabajo se debe a la labor de muchos científicos que lo antecedieron como el mismo lo acepta por lo que la obra termina siendo un reconocimiento a muchos que tuvieron que enfrentarse a la persecución del régimen que creía tener la verdad.

Los *Principia* de Newton son considerados, por sus conceptualizaciones, como un libro fundamental en la historia de las ciencias, pero, además, representa un auténtico punto de quiebre metodológico en la historia de la humanidad. El estilo absolutamente riguroso que va de lo general y abstracto del mundo matemático a lo particular del mundo físico, le permite a Newton construir un edificio conceptual en el que de tajo elimina planteamientos de la vieja filosofía, creando una nueva cosmovisión. En esta tarea, la matemática juega un papel

primordial, no solo como herramienta de cálculo, sino como un nuevo lenguaje, que permitió el desarrollo mismo de los nuevos conceptos.

La traducción de los *Principia* fue una labor que se realizó con el ánimo de difundir la nueva ciencia en otros círculos, la dificultad de su comprensión debido a ser escrita en latín obligó a muchos científicos a ponerse en la tarea de entender los conceptos matemáticos y físicos para después ser traducidos y enseñados. Casos como el de Voltaire y Chatelet son muestra de ese esfuerzo que sirvió para la consolidación de la filosofía natural en Europa.

Ese proceso de traducción también fue adelantado en la Nueva Granada por José Celestino Mutis, quien llegado de España y con los conocimientos de la nueva ciencia quiso difundirlos en nuestro territorio por lo cual su primer acercamiento con la obra de Newton fue de un ejemplar de la edición de Leseur y Jacquier, dadas las dificultades con las que se encontró al tratar de enseñar la nueva filosofía Mutis se metió en la empresa de la traducción de la obra para tener elementos teóricos que le permitirían la defensa del nuevo sistema mundo planteado por Newton y Copérnico.

Sin lugar a dudas este hecho de la traducción de los *Principia* adelantada por Mutis no puede quedar como un suceso más en la historia de las ciencias colombianas, sino que de mostrarnos en detalle los procesos sociales y culturales de la época para poder introducir nuevas ideas y que eso significó el auge en nuestro territorio de las ciencias naturales y de las matemáticas, también se puede decir que si Mutis no hubiera tenido ese acercamiento con la obra de Newton toda su actividad de enseñanza no hubiera sido tan atacada y juzgada ya que era contrario al poder establecido en la época.

5.1.3 Conclusiones Capítulo III

Con el desarrollo de la primera cátedra de matemáticas en la Nueva Granda, Mutis lideró y fundamentó lo que él defendía como: la integralidad del conocimiento, donde la base

principal fue la matemática para comprender la física, la química, la biología, la botánica, la astronomía y la filosofía. Además, abrió otras posibilidades para el aprendizaje de estas nuevas disciplinas, pues hasta entonces sólo se estudiaba medicina, derecho y teología.

La primera cátedra de Mutis es importante para la comprensión del desarrollo del pensamiento matemático en nuestra nación, porque muestra la institucionalización de los estudios de matemáticas pensados como una cátedra para la formación en educación superior, pues lo anterior era apenas rudimentario. También se debe señalar que por matemáticas se entendía una ciencia que incluía física, astronomía, botánica, entre otras.

Es importante subrayar el nuevo papel que se les daba a las matemáticas en el plan de estudios de Mutis, pues hacía parte de la nueva concepción de mundo donde ellas eran las que permitían conocer la naturaleza. Esto implicó un choque directo con las comunidades religiosas, en especial con los dominicos, ya que las nuevas ciencias revelaban cómo funcionaba la naturaleza y las matemáticas permitían la comprobación de esos nuevos hechos (sistema heliocéntrico, movimiento de los planetas, rotación y traslación de la tierra, la gravedad entre otros), lo que contradecía aspectos establecidos en las sagradas escrituras.

Al mostrar la necesidad de cambiar el método de enseñanza y que el conocimiento de la naturaleza era importante para desarrollar el país, el discurso de Mutis en la apertura de la cátedra de matemáticas en el Colegio del Rosario marcó la necesidad de su estudio en la Nueva Granada y que este debería ser para todos sin distinción, con lo que obligó a que la formación de los jóvenes, independientemente de la profesión que estudiaran, tenga como base el conocimiento matemático

5.1.4 Conclusiones Capítulo IV

La corriente ilustrada en el Virreinato de la Nueva Granada empezó a circular en la segunda mitad del siglo XVIII, en el reinado de Carlos III, con la cual se impulsó la nueva *Filosofía*

Útil que llevaba implícita la enseñanza de la filosofía natural newtoniana, por lo que la cátedra de filosofía en los planes ilustrados de Moreno y Escandón, Caballero y Góngora y Valenzuela señalaron teorías y concepciones que se contraponían a la escolástica. El nuevo método se hacía incompatible con el dictado, por lo que se propuso la lectura directa del texto, con autores de reconocida tendencia antiescolástica.

Los planes más atrevidos en señalar textos guías para la enseñanza de la filosofía de marcada línea ilustrada fueron los de Caballero y Góngora y Eloy Valenzuela. Sin embargo, el único plan que se aplicó en la ciudad de Santa Fe dentro del sector civil fue el del fiscal Moreno. A pesar del poco tiempo de aplicación, esta reforma fue el inicio de la formación de nuevas generaciones con pensamiento ilustrado y de la lucha contra la enseñanza tradicional escolástica que existía en la Nueva Granada. Es así como estos planes propiciaron cambios significativos, de tipo cultural y científico, en la élite criolla.

En los tres planes de estudios mencionados, las matemáticas hacían parte del curso de filosofía, que duraba tres años y donde se enseñaba primero la lógica para lograr el entendimiento de los elementos de aritmética, álgebra, geometría, trigonometría y física, para después ser utilizados en otras áreas del conocimiento como la agricultura, la mineralogía, la meteorología, entre otras, que permitían la observación y la experimentación. Este era un nuevo elemento innovador de los planes que se contraponía a la enseñanza escolástica que, bajo el texto guía del Padre Goudin, se cerraba a cualquier acercamiento de la filosofía con las matemáticas y rechazaba la observación y la experimentación como posibles vías de acceder al conocimiento.

Los ilustrados que plantearon estas reformas educativas en la Nueva Granada se caracterizaron por tener una mentalidad religiosa, pero que defendían la enseñanza del nuevo pensamiento científico, a esto se le denominó filosofía ecléctica, que les permitió introducir

los avances científicos en las aulas universitarias, y así ajustarlos con los nuevos planteamientos que se venían aceptando en la España peninsular. Sin embargo, la asimilación y la aplicación de estas ideas ilustradas se dan de manera distinta a la europea, teniendo en cuenta la naturaleza de la población, en este caso de los criollos, además de las circunstancias sociales, económicas y culturales diferentes de la metrópoli.

Por último, se enfatiza en el impacto de Mutis y demás pensadores en la transformación y avance de la educación de la época, en aspectos como la preparación de los profesores, el acceso abierto a la educación sin distinción de ningún tipo, la adquisición de libros, la enseñanza de las matemáticas y la geografía, ver la naturaleza como espacio de experimentación, observación y desarrollo del conocimiento, y la formación de aquellos intelectuales que luego serían parte de una nueva generación de maestros.

Bibliografía

- Alba, G. H. (1957). *Mutis, José Celestino. Diario de Observaciones, 1760-1790*. Bogotá: Minerva.
- Alba, G. H. (1982). *Pensamiento Científico y Filosófico de José Celestino Mutis*. Bogotá: Fondo Cultural Cafetero.
- Alba, G. H. (1983). *Escritos científicos de don José Celestino Mutis* . Bogotá: Instituto Colombiano de Cultura Hispánica.
- Alba, G. H. (1991). El Virreinato de la Nueva Granada. *Revista Credencial Historia*.
- Albis, V. (1986). Los Principia de Newton y sus relaciones con el desarrollo de las ciencias naturales. *Revista de Universidad de Colombia* , 3.

- Anaconda, M. (2003). La historia de las matemáticas en la educación matemática. *Revista EMA* , 30-46.
- Arango, D. S. (1989). Mutis: filósofo y educador. Una Muestra de la realidad educativa americana en el siglo XVIII. *Universidad Pedagógica Nacional*, 2.
- Arango, D. S. (1991). La cátedra de filosofía en los planes ilustrados del Virreinato de la Nueva Granada. *Revista Colombiana De Educación* , 111-138.
- Arango, D. S. (1994). La ilustración en las universidades y Colegios mayores de Santafé, Quito y Caracas. Bibliografía crítica y fuentes. *Conciencias -Universidad Pedagógica Nacional*.
- Arango, D. S. (2000). La enseñanza de los “Sistemas del Mundo” en las universidades de los jesuitas de Quito y Santafé siglo XVIII. *Revista Historia de la Educación Latinoamericana*, 51-73.
- Arango, D. S. (2004). La Primera Universidad del Caribe Colombiano. Un Modelo Ilustrado Para América Colonial. *Desafíos. Bogotá. No. 10*.
- Arboleda, L. C. (1987). Sobre una traducción inédita de los Principia al castellano hecha por Mutis en la Nueva Granada CIRCA 1770. *Revista Latinoamericana De Historia De Las Ciencias Y La Tecnología* , 291-313.
- Arboleda, L. C. (1988). La Ciencia y el ideal de ascenso social de los criollos en el virreinato de la Nueva Granada. *Revista Ciencia Tecnología y Estado en la España Ilustrada, Zaragoza*, 201.
- Arboleda, L. C. (1994). Ciencia y nacionalismo en la Nueva Granada en los albores de la revolución de independencia. *Manuscrito, revista Francisco José de Caldas*, 139-145.
- Arboleda, L. C. (2008). Newton en la Nueva Granada. Anticartesianismo y matemátización de la realidad en la traducción mutisiana de los Principia. *Manuscrito*, 1-359.

- Campuzano, R. (1994). Bibliografía de la Historia minera colombiana. Balance y Perspectivas. *Historia y Sociedad. Medellín. Universidad Nacional.*
- Fonegra, G. (2008). En los 200 años del sabio Mutis, breve mirada a un pionero de la ciencia colombiana. *Deslinde No. 43*, 1-9.
- González, B., & Amaya, J. (1996). Pintores de la Expedición Botánica. *Revista Credencial Historia. No. 174.*
- Guevara, G. (2010). *Ciencias Naturales: entre el Materialismo y el Idealismo Sum ergo cogito (existo luego pienso)*. Bogotá: Magisterio.
- Hernández, G. (1983). *Documentos para la historia de la educación en Colombia, 1777-1800*. Bogotá: Nelly .
- Hernandez, M. (1998). Los Principia de Newton. Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia. Manuscrito. . *Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia. Manuscrito.*
- Jaramillo, J. (2003). Etapas de la Filosofía en la Historia Intelectual Colombiana. *Jaramillo, Jaime. "Etapas de la Filosofía en la Historia Int El ensayo de Antioquia, Medellín, Biblioteca Publica Piloto, Alcaldía de Medellín y la Secretaria Ciudadana de Medellín.*
- Londoño, M. I., & Uribe López, D. M. (2009). *Los aportes de Mutis a los estudios superiores de la Nueva Granada*. Medellín: ASPROUDEA.
- Marquina, J., Riadura, J. L., Álvarez, V., & Gómez, R. (1996). Philosophiae Naturalis Principia Mathematica: consideraciones entorno a su estructura matemática. *Revista Mexicana de Física 42. No. 6*, 1051-1059.

- Mejía, J. (1991). La educación Superior en Colombia. Colombia. *Mej*Ministerio de Educación Nacional de Colombia. Oficina de Relaciones Internacionales, Colombia, 1991. Pag. 2.
- Monique, H. (2008). El nacimiento del cero. *Hipótesis*, No. 9.
- Peralta, J. (1999). La Matemática Española del Siglo XIX. *Manuscrito*.
- Posada, R. (1989). José Celestino Mutis iniciador de los postulados de la ciencia moderna en la Nueva Granada. *Revista Educación y Cultura*.
- Sánchez, A. C. (1999). Matemáticas en Colombia en Siglo XIX.
- Silva, R. (2004). Saber, cultura y sociedad en el Nuevo Reino de Granada. Siglos XVII y XVIII. *La Carreta Editores*.
- Wussing, H. (1989). *Lecciones de Historia de las Matemáticas*. . Madrid: Siglo veintiuno editores S.A .