



**ESTUDIOS DE ÓPTICA NEWTONIANA
EN LA NUEVA ESPAÑA
SIGLO XVIII Y PRINCIPIOS DEL SIGLO XIX**

Juan Manuel Espinosa Sánchez



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

ESTUDIOS DE ÓPTICA NEWTONIANA EN LA NUEVA ESPAÑA

SIGLO XVIII Y PRINCIPIOS DEL SIGLO XIX

Juan Manuel Espinosa Sánchez

Chetumal, 2020



Mtro. Francisco Xavier López Mena

Rector

Dra. Consuelo Natalia Fiorentini Cañedo

Secretario General

Dra. Ligia Aurora Sierra Sosa

Directora de la División de Ciencias Sociales
Económico y Administrativas

Cuerpo Académico de Estudios Culturales y Sociales de Mesoamérica y del Caribe

Dr. Alexander Voss

Dr. Andreas Koechert (+)

Mtro. Javier España Novelo

Dr. Yuri Balam Ramos

Dr. Julio César Robertos Jiménez

Dr. Juan Manuel Espinosa Sánchez

Primera Edición

Estudios de Óptica Newtoniana en la Nueva España

siglo XVIII y principios del siglo XIX

ISBN: 978-607-9448-78-3

Boulevard Bahía s/n esq. Ignacio Comonfort,

Col. del Bosque Chetumal, Quintana Roo, México C.P. 77019

Diseño de Portada de Juan Manuel Espinosa Sánchez

Imagen de Portada Isaac Newton, pintura de Jean-Leon Hues, en el libro de Carl Sagan,
Cosmos.

La presente obra ha sido evaluada y dictaminada a ciego por un comité editorial de pares académicos con nombramiento en el Sistema Nacional de Investigadores del Consejo de Ciencia y Tecnología.

A LA MEMORIA DE MI PADRE

ELISEO ESPINOZA CANEDO

A MI MADRE

MAURA SÁNCHEZ RODRÍGUEZ

AGRADECIMIENTOS

En el proceso de la investigación, surgieron problemas de diversa índole, que sólo podían darme respuesta los especialistas en la materia.

Además de sus comentarios y críticas, me brindaron material bibliográfico que es inaccesible en México: gracias a la Dra. Celina Lertóra por sus comentarios, al Dr. Bernard Cohen por sus críticas, a la Dra. Diana Soto, por sus comentarios y material bibliográfico. Mi más profundo agradecimiento al Dr. Jorge Canizares, al Mto. Marco A. Moreno Corral, por sus comentarios y material bibliográfico. Al Dr. Eduardo Marquina, por sus críticas, comentarios y material bibliográfico. Así como al Lic. Abrahán González por sus sugerencias. Además de sus comentarios, al Lic. José Roberto Gallegos por su apoyo incondicional por sacar adelante la presente tesis, a Miroslava y Rosario Alcantará por sus críticas y comentarios, a la Dra. Libertad Díaz por sus críticas y a mi hermano Alejandro Espinosa.

A mis colegas y amigos de la Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo, Doctora Leticia Bobadilla y su esposo Juan Manuel por sus atinadas sugerencias académicas en la UMSNH. A la Biblioteca de la Escuela de Filosofía de la UMSNH “Ateneo de la Juventud” al encargado Dr. Mauricio Coronado Martínez y a los bibliotecarios Jesús Chávez Ramírez, Humberto Ledezma Olmos y Martha Romero y de la Biblioteca del Instituto de Investigaciones Históricas de la “Luis Chávez Orozco”, de la UMSNH a su directora Carmen Edith Salinas, Gestor, Manuel Didier, bibliotecarios Bernardo y Santiago Chávez

A la rectora Mtra. Elfi Coral Castilla, la Secretaria General Mtra. Nancy Quintal y a la Secretaria Técnica Mtra. Ana Marleny Rivero Canche de la UQROO, por su ayuda durante mi estancia de investigación en Morelia, 2013-2014.

SIGLAS

A. A. M. ARCHIVO DEL AYUNTAMIENTO DE MÉXICO

A. G. N. M. ARCHIVO GENERAL DE LA NACIÓN DE MÉXICO

A.G.NOT. ARCHIVO GENERAL DE NOTARÍAS

A. H. B. N. A. H. ARCHIVO HISTÓRICO DE LA BIBLIOTECA

NACIONAL DE ANTROPOLOGÍA E HISTORIA

A. H. P. M. ARCHIVO HISTÓRICO DEL PALACIO DE MINERÍA

CESU. CENTRO DE ESTUDIOS SOBRE LA UNIVERSIDAD.

ÍNDICE

PRÓLOGO Miriam Gallardo López	p.8
PRESENTACIÓN Juan Manuel Espinosa Sánchez	p.12
CAPÍTULO 1	
EL ESTUDIO DE LA ÓPTICA NOVOHISPANA CARTESIANA Y NEWTONIANA EN LA NUEVA ESPAÑA	p.15
CAPÍTULO 2	
FRANCISCO DIMAS RANGEL Y SU DISCURSO FÍSICO: UN HALLAZGO PARA EL ESTUDIO DE LA AURORA BOREAL DE 1789	p.50
CAPÍTULO 3	
LA ÓPTICA EN EL REAL SEMINARIO DE MINERÍA	p.72
CAPÍTULO 4	
"LA FÍSICA DE LA LUZ" DE JUAN WENCESLAO BARQUERA: LA ÓPTICA NEWTONIANA EN LOS INICIOS DEL SIGLO XIX NOVOHISPANO	p.96
APÉNDICE	
LA CULTURA DE LA MUERTE EN LA NUEVA ESPAÑA. UN ESTUDIO DE CASO: CARLOS DE SIGÜENZA Y GÓNGORA (1700)	p. 118
DOCUMENTO: COTEJO DEL TESTAMENTO DE CARLOS DE SIGÜENZA Y GÓNGORA Paleografía de Juan Manuel Espinosa Sánchez	p. 135
CONCLUSIONES FINALES	p. 148
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	p. 155

PRÓLOGO

Miriam Gallardo López

Juan Manuel Espinosa Sánchez a lo largo de su vida académica se ha distinguido por su interés en difundir las grandes aportaciones científicas logradas en nuestro país en el período colonial y esto lo plasma en el estudio exhaustivo de esta etapa en distintas temáticas, dando muestra de eso su gran cantidad de artículos y obras dedicadas a la historia, filosofía, ciencia y arte en la Colonia.

Desde su vida de estudiante se ha distinguido por su dedicación y amor al conocimiento, lo que lo llevó a obtener la Medalla al Mérito Universitario otorgado por la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa en 2007, gracias a sus excelentes calificaciones en el doctorado en humanidades, lo que representa su vida de estudiante y como escritor y maestro, podemos ver su pasión por el estudio de la etapa colonial en lo que respecta a temas relacionados con la filosofía de la ciencia y el arte colonial.

Algunos de sus artículos más recientes son “Arturo Azuela y la historia de la ciencia”, “Stephen W. Hawking: entre la ciencia y su vida social”, “Carl Sagan y la física clásica newtoniana en la comprensión del cosmos”, “La observación del tránsito de Venus por el disco solar” y en 2013 un ciclo de conferencias dedicadas a Isaac Newton.

Su pasión por la etapa colonial no termina allí, puesto que se ha dedicado al estudio del arte e historia colonial: “El bautizo de Jesús en la pintura mural en la iglesia de Mama, de la época virreinal”, “El hospital de maní del siglo XVI”, “el culto funerario del sureste de Yucatán: Chichanhá en la segunda mitad del siglo XIX”; son parte de este repertorio sin olvidar mencionar una de sus obras más representativas, *Arte Colonial en el sur de Quintana Roo*, la que ha sido recibida con críticas positivas por parte de estudiosos de dicho período.

Especializarse en un área del conocimiento requiere tiempo, paciencia y dedicación; esto no ha sido un obstáculo en la vida académica del Dr. Espinosa Sánchez, ello es posible observarlo en la presente obra, producto del arduo trabajo realizado y al conocer su historia de vida, nos damos cuenta de la sensibilidad y pasión que siempre ha mostrado en su trabajo académico, teniendo muy claros sus objetivos en la vida.

La disciplina en su trabajo forma parte de una actitud ante la vida, pues no sólo como escritor, sino como persona, ya sea en las aulas o fuera de ellas, estudiantes y amigos somos testigos del coraje y valor con el que enfrenta la vida, pues cuando decide ponerse una meta, trabaja en ella hasta alcanzarla, a pesar de los obstáculos y tropiezos que pueda tener. Nos enseña que las caídas se hicieron para levantarse y el dolor tan sólo es un indicador que nos permite recordar nuestra existencia y enderezar el rumbo equivocado, lo que nos mantiene firmes son nuestros sueños y convicciones y la pasión con que nos entreguemos a ellos.

Desde sus comienzos como estudiante de licenciatura, ha tenido muy clara su línea investigativa y en sus estudios de maestría en Filosofía de la Ciencia, con la tesis “La comunidad científica novohispana ilustrada de la Real y Pontificia Universidad de México” y en su doctorado en Humanidades (área de historia) “Newton en la ciencia novohispana del siglo XVIII”, se ha visto el interés por este período proyectado con un enfoque universal, ya que se ha declarado un apasionado de la ciencia newtoniana dedicando toda una vida al estudio de los postulados de Newton.

En el primer capítulo de la obra: “El estudio de la óptica cartesiana y newtoniana en la Nueva España”; menciona las grandes aportaciones de Isaac Newton y desarrolla el momento en el que se dio un gran paso en la ciencia, pasando de las ideas escolásticas aristotélicas y de la física de Descartes al nuevo paradigma newtoniano, para después mencionar la forma en cómo fue recibido el nuevo conocimiento por parte de científicos novohispanos, entre los que resalta Benito Díaz de Gamarra, con la difusión, explicación y análisis que realizara de la

física newtoniana en el Colegio de San Francisco de Sales y con anterioridad en los colegios jesuitas, que en su eclecticismo aceptaron tanto la filosofía aristotélica y la cartesiana, como los nuevos postulados newtonianos.

Siempre habrá un antes y un después de Newton, puesto que es impensable imaginar cómo se hubiera dado el desarrollo científico y tecnológico sin contar con la ley de la gravitación universal, el cálculo infinitesimal, el método de fluxiones y en general las aportaciones hechas en física, matemáticas, óptica, mecánica y astronomía.

Después de este genio inglés, se abrieron las puertas para una nueva explicación de la naturaleza, sentando las bases de la ciencia moderna que darían paso a nuevos descubrimientos y enriqueciendo así este gran cúmulo de certezas llamado ciencia. El análisis de la ciencia newtoniana desde una perspectiva histórico-filosófica representa la dedicación y empeño de años de trabajo, en los cuales ha profundizado el estudio de la física newtoniana y sus aplicaciones desde tiempos coloniales.

En el segundo capítulo: “Francisco Dimas Rangel y su discurso físico: un hallazgo para el estudio de la aurora boreal de 1789” se menciona el alto nivel científico que alcanzaron los ilustrados novohispanos: Antonio de León y Gama, Velázquez de León, Alzate y Rangel dan evidencia de ello, ya que fueron capaces de generar y aplicar nuevos conocimientos partiendo de la base existente, así como de los nuevos que se iban generando en Europa.

Gracias a la lectura de distintos sistemas, así como del intercambio y confrontación de distintas fuentes lograron tener un criterio propio y defender su postura y nuevas aportaciones de lo que consideraron debía ser cierto.

En el capítulo: “La óptica en el Real Seminario”, dedica su estudio a la importancia que tuvo esta institución en la transmisión del conocimiento científico, allí existió una mayor apertura a distintos postulados científicos por ser una institución laica, surgió por la necesidad de contar con una preparación académica para una de las principales actividades productivas de la Nueva España: la

minería. Fue allí donde Francisco Bataller, quién impartía la cátedra de física, difundió las teorías newtonianas, ya que, a pesar de encontrarse en una etapa complicada por la confrontación de paradigmas distintos, estudió y analizó tanto la óptica corpuscular establecida por Newton, como la teoría ondulatoria de Euler.

En el capítulo: “La física de la luz de Juan Wenceslao Barquera”, es un análisis del rechazo de la óptica newtoniana, aceptando los postulados de la teoría ondulatoria de la luz, lo que significa un proceso histórico del desarrollo de la aceptación de otras corrientes teóricas de la luz en la Nueva España de ese periodo.

Así, vemos como nuestros ilustrados novohispanos se dieron a la tarea de conocer lo que se estaba estudiando en Europa y que, a pesar de la gran brecha existente entre dos mundos alejados y distintos, se dieron a la tarea de estudiar y usar los descubrimientos existentes, de los cuales se apoyaron para crear nuevos y aplicarlos en las necesidades existentes, con lo cual somos testigos del nivel intelectual que se alcanzó en Nueva España.

La principal finalidad del conocimiento científico es precisamente mejorar nuestra calidad de vida, logrando aportaciones que vengan a generar nuevos conocimientos, así como aplicaciones tecnológicas; esto fue lo que hicieron nuestros distinguidos ilustrados novohispanos, conscientes de las necesidades de su período y teniendo la oportunidad de innovar, hicieron grandes aportaciones, dignas de mencionarse en la historia de la ciencia en nuestro país.

Esta obra, representa sin duda alguna, una aportación importante al estudio de la física y específicamente, de la óptica en el período colonial correspondiente a la segunda mitad del siglo XVIII, de gran utilidad para los especialistas y estudiosos de dicho período, pero también a los estudiantes y lectores apasionados en la historia de la ciencia. Un excepcional trabajo de Espinosa Sánchez en su contribución al acervo cultural del pasado científico de nuestro país.

Chetumal, Quintana Roo, 14 de abril de 2014.

PRESENTACIÓN

Juan Manuel Espinosa Sánchez

Al iniciar la investigación también afronte la dificultad de conseguir las fuentes, obtenerlos me llevó bastante tiempo y otro tanto el leer textos de carácter metodológico de historia de la ciencia.

Los trabajos de óptica newtoniana iniciaron en 1989, un primer acercamiento se terminó en el año de 1994, faltando muchos pendientes, entre 1994 y 1995, se trabajó en la paleografía del Cotejo del Testamento de Carlos de Sigüenza y Góngora. En 1995, se trabajó la parte de óptica del novohispano Wenceslao Barquera. Entre los años de 2007 a 2008 se tenía completa la versión de la aurora boreal de 1789, dado que el texto de Francisco Rangel se localizó en E.U.A, *Discurso Físico sobre la Formación de las Auroras Boreales*. En el año 2012 se tenía completa la parte introductoria al documento del Cotejo del Testamento del propio Sigüenza. En 2014 se armó toda la parte de óptica newtoniana, para concluir el respectivo trabajo.

Nuestro objetivo es analizar las principales características de algunos textos que tratan sobre el tema, con el propósito de describir el desenvolvimiento de este ramo de la física en el seno de la comunidad científica novohispana.

Pensaremos que es importante estudiar, comprender y explicar el desarrollo de la ciencia en México, para demostrar el auge que la misma tuvo en las diferentes épocas. No obstante, en la actualidad existen pocas investigaciones históricas sobre la actividad científica de nuestro país.

Por lo que concierne a la óptica en el siglo XVIII novohispano, este tema no ha sido investigado a profundidad, de ahí el interés de analizar en las fuentes primarias el grado de avance que alcanzó esta disciplina. Con esta intención, nuestro trabajo está encaminado al análisis de la física newtoniana y de la física experimental en la

Nueva España el siglo XVIII y principios del siglo XIX poniendo particular énfasis en el caso de la óptica. Veremos que los novohispanos la estudiaron y la difundieron, en sus diversos textos científicos para explicar el cosmos.

Adoptaremos la metodología de la historia social de las ciencias, para explicar las condiciones locales, en las cuales se desarrolló el estudio de la óptica en la Nueva España en la segunda mitad del siglo XVIII, conjuntamente con los avances científicos alcanzados por esta disciplina en Europa. Desde esta perspectiva analizaremos los modelos teórico-prácticos en el contexto sociohistórico ¹ en el que se asimilaron y aplicaron.

Los ilustrados novohispanos abordaron una diversidad de temas, en la búsqueda de una mejor comprensión de la naturaleza y de un mayor conocimiento de su contexto. Con este fin realizaron investigaciones tendientes a resolver problemas de la sociedad de su época, pretender negar está tradición científica, sería negar una parte de la historia de México. La ciencia mexicana posee una historia en la que si bien, no abundan las grandes contribuciones a la ciencia universal ha contado con hombres de ciencia de gran capacidad y cultura, y ha tenido instituciones científicas importantes para el desarrollo del país.

Asimismo, veremos que la filosofía cartesiana se practicó en la Nueva España en el siglo XVII, y que los jesuitas difundieron en sus colegios difundieron la óptica cartesiana. En el colegio de San Francisco de Sales en la cátedra de filosofía, en 1774, el filipense Benito Díaz de Gamarra expuso la física newtoniana, la cual prefirió rechazando la filosofía cartesiana, para explicar el cosmos. Posteriormente nos ocuparemos de la polémica que se suscitó entre los novohispanos, en torno a la

¹.- Trabulse, Elías., "Para una historia de la ciencia mexicana" en *Nexos*, v.5, n.49, México, Enero, 1982, p.32

aparición de la aurora boreal de 1789.² Teniendo en cuenta la enseñanza de la óptica newtoniana en el Real Seminario de Minería.

Pátzcuaro, Michoacán 29 de abril de 2014.

Ciudad Universitaria, 8 de enero de 2018.

².- Lafuente, Antonio y José Sala Cátala,"Ciencia y Mundo Colonial: El Contexto Iberoamericano", et.nal., Ciencia Colonial en América, p.22. Ambos autores analizan la ciencia colonial, desde varias perspectivas: la geo-política, la socio-económica y socio-profesional, de estas denominaciones se tiene presente la idea de ciencia moderna, cuando se refieren a la ciencia criolla nos dicen que: "La actividad más característica que desarrollan y la función social que cumplen en el marco de la sociedad colonial. El científico criollo se comprometería, ante todo, en tareas de difusión y racionalización de usos técnicos, contribuyendo decisivamente a la conformación de una opinión pública sensible a la modernidad". Por lo que los novohispanos difundieron sus postulados imprimiendo sus escritos en los periódicos para que el lector se enterara de las diferentes teorías modernas que estaban en pugna al explicar un fenómeno celeste, para nuestro estudio, la aurora boreal de 1789.

CAPÍTULO 1

EL ESTUDIO DE LA ÓPTICA NOVOHISPANA

CARTESIANA Y NEWTONIANA EN LA NUEVA ESPAÑA

"Guillermo introdujo las manos en la bolsa que había en su sayo a la altura, y extrajo un objeto que (...) Era una horquilla, construida de tal modo que pudiera mantenerse en la nariz de un hombre (...) Y, por ambos lados, la horquilla continuaba en dos anillas ovaladas de metal que, situadas delante de cada ojo, llevaban engastadas dos almendras de vidrio, gruesas como fondos de vaso. Con aquello delante de sus ojos Guillermo solía leer, y decía que le permitía ver mejor que con los instrumentos que le había dado la naturaleza, o, en todo caso, mejor de lo que su avanzada edad, sobre todo al mermar la luz del día, era capaz de concederle (...) pretendía ilustrar las ideas de su Roger Bacon, quien afirmaba que una de sus metas de la ciencia era la de prolongar la vida humana."

Umberto Eco

El Nombre de la Rosa

DESCARTES Y NEWTON: UNA NUEVA COSMOVISIÓN

El presente capítulo tiene como objetivo analizar las diferencias metodológicas entre Descartes y Newton, para explicar la luz. En el último tercio del siglo XVII, en Inglaterra, ocurrió un cambio radical en torno a la física. Los científicos se dedicaron a estudiar el cosmos con métodos basados en la experimentación y la observación, y con una matemática nueva. Así mismo se promovió la fundación de revistas como la *Philosophical Transactions* de la Royal Society.

Uno de los principales protagonistas de dicho cambio fue el notable físico y matemático Isaac Newton. Corría el año de 1669 cuando Newton a la edad de 26 años fue nombrado profesor de matemáticas en Cambridge y en ese mismo año de 1669 ocupó el puesto de inspector de la Casa de Moneda. Para 1703, fue electo presidente de la Royal Society hasta su muerte acaecida el 20 de marzo de 1727.

En 1666, Newton se dedicó a pulir cristales y fabricó un prisma triangular de vidrio, por el cuál paso un haz de luz blanca y llegó a las siguientes conclusiones:

A) Desistió de sus intentos para perfeccionar los telescopios basados en combinaciones de lentes y optó por el principio del reflector.

B) Observó que no era tan fácil determinar la naturaleza de la luz.³

En las *Questiones Philosophicae*, Newton escribió que:

'Los rayos azules se reflejan más que los rojos, porque son más lentos. Cada color es ocasionado por glóbulos de movimiento uniforme. El movimiento uniforme que da la sensación de un color es diferente del movimiento que da la sensación de cualquier otro color.'⁴

En esta parte Newton concibió una teoría dual: la ondulatoria y la corpuscular. En la primera postuló la periodicidad como una propiedad fundamental de las ondas

³.- Cohen, Bernard I., "Isaac Newton." et. al., Newton, pp.105-111.

⁴.- Ibid., p. 121.

de luz, mediante la cual cada color tiene una longitud de onda. No obstante, prefirió la explicación corpuscular para la propagación rectilínea y la polarización de la luz.⁵

Su nueva teoría de la luz y el color publicada en la revista *Philosophical Transactions*, cuestionó sus experimentos prismáticos relativos a la dispersión y composición de la luz solar y a la naturaleza de los colores. Estos resultados se ampliaron en su *Óptica* que también contiene sus experimentos y conclusiones sobre otros aspectos de la óptica, incluyendo una gran variedad de lo que hoy se conoce como fenómenos de difracción e interferencia.

Al mismo tiempo aplicó la matemática en los fenómenos ópticos, la cuál desarrolló en sus *Principios Matemáticos de la Filosofía Natural* en el libro I sección, pero no así en su *Óptica*.

En esta parte de los *Principios*, Newton determinó que las trayectorias de los cuerpos son muy semejantes a las trayectorias de los rayos de luz. En el escolio de la proposición 96, sección catorce del libro I, de los *Principios*, se explica la diferencia del modelo newtoniano y el cartesiano con respecto a la óptica. Por su parte Descartes planteó tres modelos para explicar la transmisión de la luz.

El primer modelo es el de la pelota de tenis que se mueve a una velocidad finita y su velocidad se altera cuando pasa de un medio a otro, por lo tanto, la transmisión de la luz debía de ser instantánea. En cuanto al segundo modelo, Descartes compara la propagación de la luz a las uvas contenidas en una cuba completamente llena de uvas medio aplastadas inmersas en vino. Este modelo

⁵.- Ibid., p.121. Albert Einstein utilizó la teoría dual de la luz para explicar el efecto fotoeléctrico y por ello recibió el premio Nobel en 1921. En esta teoría está concebida la estructura de la luz, la materia, compuesta de partículas discretas, atómicas y discontinuas. Por otra parte, la radiación, insustancial, ondulatoria continúa.

El efecto fotoeléctrico " es la absorción de luz de alta frecuencia (como la ultravioleta) por ciertos metales. En estas condiciones es transferida tanta energía luminosa a los electrones del metal, que algunos de ellos son arrancados de la superficie metálica." Vid., Lovett, Cline Bárbara, *Los Creadores de la nueva Física. Los Físicos y la teoría cuántica*, pp.84-85.

pretende dar un ejemplo de la materia sutil (el vino) que llena todo el espacio y las partes más pesadas del aire, así como otros cuerpos transparentes, y una vez más, el movimiento es finito y no instantáneo.

El tercer modelo cartesiano compara el movimiento de la luz con un ciego provisto de un bastón, donde no hay pérdida de tiempo de transmisión, ya que el ciego siente la sensación en su mano en el mismo instante en que el bastón golpea un objeto, este modelo no preserva la distinción cartesiana entre movimiento y tendencia o inclinación al movimiento.⁶

"El modelo de Descartes es para fines heurísticos; es decir, no para mostrar cómo sea la luz o su transmisión, sino más bien para indicar que el tipo de propiedades del movimiento a que alude puede darse en la naturaleza."⁷

Descartes deseaba mostrar una comparación, por medio de modelos para explicar las propiedades de la naturaleza que no se podía descubrir por medio de la observación y experimentación.

Cada comparación hecha por Descartes ejemplifica una propiedad particular de la luz mediante un sistema mecánico. Para Descartes la luz es una tendencia al movimiento y frente a los modelos newtonianos su óptica tiene un carácter hipotético.⁸

En la propagación de la luz en el macrocosmos, Descartes propone como medio hipotético una materia sutil: el éter. Con su cosmovisión de los vórtices, Descartes concibe que la luz se propaga en onda posteriormente esta idea será desarrollada por Huygens.

⁶.- Un excelente estudio sobre el modelo cartesiano de la transmisión de la luz es el de Sabra, A.I., *Theories of Light from Descartes to Newton*, pp.46-68

⁷.- Cohen, Bernard I., *La Revolución Newtoniana y la Transformación de la Ideas Científicas*, p. 124

⁸.- Koyré, Alexander, *Newtonian Studies*, pp.95-96

Newton también planteó el éter como medio de la propagación de la luz, pero a diferencia de los seguidores de la teoría ondulatoria, planteó la fuerza de atracción a distancia. Usando la mecánica de la teoría gravitacional, aniquiló la hipótesis cartesiana de los vórtices.⁹

La óptica newtoniana difiere de la cartesiana, dado que la primera explica los fenómenos naturales a través de la experimentación, la observación y la matemática. La óptica cartesiana se queda en la hipótesis, no llega al análisis científico.

En 1701, se imprimió la *Óptica* de Newton, está estructurada como una obra matemática en cuanto a sus definiciones, axiomas y proposiciones. Sin embargo, el planeamiento matemático es seguido por el análisis experimental.

LA ILUSTRACIÓN Y LA FÍSICA NEWTONIANA

Sin duda el principal difusor de la física newtoniana será la Ilustración, ¿por qué? La respuesta es sencilla, por que en los reinos como España, Inglaterra, Francia, Alemania, Rusia, Italia, Portugal y los Países Bajos, fueron partidarios del progreso, centralizaron la administración. En la ciencia fue descartado Aristóteles, como autoridad del pensamiento filosófico-científico, por los progresos de la física, como la teoría gravitacional de Newton. A finales del siglo XVII, se concibió una concepción laica heterodoxa de la vida en los países protestantes. En el siglo XVIII, esta teoría penetró en los países católicos: De la razón depende la ciencia y la

⁹- Los experimentos de Michelson y Morley determinaron la inexistencia del éter, puesto que trataron de medir la velocidad constante de la luz en dicho medio y quedó demostrado que los fenómenos ópticos y electromagnéticos, respecto a la Tierra, no son influidos por la velocidad de traslación. Vid., Einstein, Albert, *Sobre la Teoría Espacial y la Teoría General de la Relatividad. El significado de la Relatividad*, p.80. y del mismo autor *Ideas and Opinions*, p.246; y sobre la explicación del experimento Vid., Michelson, Albert A. y Edward W, Morley, "Sobre el movimiento relativo de la Tierra y el éter luminífero." *et. al., La Teoría de la relatividad: Sus orígenes e impacto sobre el pensamiento moderno*, pp.34-45.

filosofía, su método es el análisis, la comprobación y establecer axiomas, para estudiar el cosmos. Ello implicaba el que la sociedad tuviera acceso al conocimiento de las ciencias naturales, con este propósito en cada reino se abrieron instituciones educativas, en su mayoría regidas por laicos, así como sociedades científicas. Estas sociedades contaban con un número de científicos cuyos trabajos se publicaban en las diferentes revistas de las sociedades científicas.

Además la física newtoniana tuvo un elevado número de adeptos o seguidores, a ello contribuyó el que las teorías de Newton fueron demostradas por medio de la experimentación. Tal fue el caso del achatamiento de la Tierra y de la refracción de la luz, además el telescopio catadióptrico tenía una gran ventaja sobre el reflector, ya que eliminaba la aberración cromática. Posteriormente fue perfeccionado por los ingleses, Hadley, Short y Dollond resultando de gran ayuda para la astronomía observacional.

La física newtoniana con sus directrices de masa, fuerza, teoría gravitacional, inercia y la teoría corpuscular de la luz planteó de una manera precisa el programa de toda investigación teórica del cosmos en el siglo XVIII.¹⁰

En el ámbito geográfico la Ilustración corresponde a: Europa Occidental, Rusia, los Estados Unidos de América y las colonias portuguesas y españolas en América. Es un período que se caracterizó por las revoluciones: la inglesa, la industrial, la francesa y la norteamericana. Asimismo, el siglo XVIII se caracterizó por dos estructuras en el pensamiento científico: la razón y la naturaleza. La matemática es el enlace entre ambas. Además, los nuevos instrumentos científicos permitieron descubrir e investigar el cosmos.

En el siglo de las luces, hay una gran influencia newtoniana que se refleja en los escritos de la época.¹¹ La Ilustración fue el medio para conocer varios postulados

¹⁰.- Cassirer, Ernest, *La Filosofía de la Ilustración*, p.70.

¹¹.- Babini, José, *El Siglo de las Luces: Ciencia y Técnica*, p.10. Sobre la influencia newtoniana en los libros del siglo XVIII. Vid., Arboleda, Luis Carlos, " Acerca del problema de la difusión científica en la periferia: El caso de la física newtoniana en la Nueva Granada.", en *Quipu*, v.IV,n.1, México, SLHCT, Ene.-Abr., 1987, pp.7-30.

newtonianos que eran desconocidos en países católicos, principalmente en Portugal y España. En la segunda mitad del siglo XVIII estos países conocerán la obra de Newton, por lo que habrá una transición del paradigma cartesiano al newtoniano tardíamente respecto a Inglaterra y Europa continental.

Los introductores de la física newtoniana en España del siglo XVIII son Benito Feijoo (1676-1764), y sus obras principales son *Teatro Crítico Universal* en ocho volúmenes (1726-1739), y sus *Cartas Eruditas y Curiosas* en cinco volúmenes (1742-1760). En este período Gaspar Melchor de Jovellanos (1744-1811), inauguró el Instituto de Gigón, el 7 de enero de 1794. En él enseñó física, abarcando el estudio de la óptica, utilizando como libro de texto el de Benito Bails.

Además, con la celebración de tertulias, la creación de Sociedades de Amigos del País y de institutos auspiciados por el estado con profesores laicos, se rompió con el esquema pedagógico de las órdenes religiosas que recurrían más a temas filosóficos que a la física experimental.

Al respecto del estudio de la óptica en el siglo XVIII, en Europa siguió predominando el esquema newtoniano frente a la teoría ondulatoria propuesta por Euler. La teoría corpuscular se empleó para explicar la materialidad de la luz solar propuesta en los trabajos de John Michell en 1783. Así mismo William Herschell se apoyó en la óptica newtoniana para explicar la inflexión de la luz y el fenómeno de los colores en los planetas.¹²

Hasta finales del siglo XVIII y principios del siglo XIX, la teoría ondulatoria desplazará a la corpuscular, por los experimentos realizados por Euler y retomados posteriormente por Augustin Jean Fresnel (1749-1827). Este último expuso las leyes de refracción, la polarización cromática en las láminas cristalinas de doble refracción y escribió una *Memoria sobre la difracción de la luz* (1819).

¹².- Steffens, Henry John, *The Development of Newtonian Optics in England*, pp.70-86.

Thomas Young (1773-1829), descubrió la interferencia de la luz, midió por primera vez la longitud de ondas luminosas, estudió la estructura del ojo, descubrió el astigmatismo e inició la teoría de la visión del color. En 1801 escribió " Sobre la teoría de la luz y el color" en la revista de la Royal Society.

Jean B. León Foucault (1819-1868), inventó un péndulo y el prisma que lleva su nombre y el giroscopio (1852), midió la velocidad de la luz por medio de espejos giratorios, escribió *Sobre los fenómenos de las interferencias entre dos rayos de luz en el caso de grandes diferencias de la materia y Sobre la velocidad relativa de la luz en el aire y en el agua.*¹³

LA TRADICIÓN CIENTÍFICA NOVOHISPANA EN EL ESTUDIO DE LA ÓPTICA

Las fuentes nos indican que la filosofía cartesiana fue difundida a lo largo de la península ibérica en el siglo XVII, enseñada en salones, tertulias, en colegios e incluso en los textos de la época y fue extendida hasta el siglo XVIII por los jesuitas¹⁴.

¹³.- Vid., Holton, Gerald y Duane H.D. Roller, *Fundamentos de la Física Moderna*, pp. 597-605.

¹⁴.-I.- Quiroz-Martínez, Olga Victoria, *La introducción de la filosofía moderna en España. El eclecticismo español de los siglos XVII-XVIII*, p. 16; López, Piñero José María, *La introducción de la ciencia moderna en España*, este libro informa que el físico y astrónomo Juan Caramanuel "entabló relación epistolar con numerosas personalidades (...) como Descartes, Kircher y Gassendi." p.61; Sarrailh, Jean, *La España Ilustrada de la segunda mitad del siglo XVIII*, menciona este autor que la óptica cartesiana fue enseñada en el Colegio jesuita del Seminario de Nobles Artes de Barcelona. p.197.

A partir del desarrollo científico en España del siglo XVII, predominó el esquema cartesiano difundido por Juan Caramanuel en sus obras *Rationalis et realis Philosophia* (1642), *Mathesis audax* (1642) y *Cursus Mathematicus* (1667-1668). El jesuita José de Zaragoza enseñó matemáticas en el Colegio de San Isidro de Madrid, construyó instrumentos astronómicos, su mejor libro fue la *Esphera en común celeste y terráquea* (1675), y se apoyó en Galileo, Kepler, Descartes, entre otros. Juan Bautista Cacharán escribió la *Arithmetica demostrada theorico-práctica* (1699), fue defensor del método cartesiano, y Tomás Vicente Tosca, en 1678 entró a la Congregación de San Felipe Neri, en su texto *Compendio Matemático* (1707-1715), explicó la geometría desarrollada por Descartes y Fermat.¹⁵

En la metrópoli, los profesores eran religiosos, con éste antecedente el estado español y la iglesia establecen la educación científica en la Nueva España, es decir, que los religiosos en sus aulas enseñaran la física moderna¹⁶.

Desde el siglo XVII en la Nueva España circularon obras de óptica como:

La Perspectiva de Alhazen, Perspectiva de Bitleon, Astronomie, pars optica traditur de artificios a observatione, libros que llegaron a suelo novohispano en 1600. Otros libros fueron el *Tratado de los rayos de la vista y de la luz y de los vidrios transparentes con que vemos* de Marco Antonio de Domies, manuscrito en latín hallado en la biblioteca de Melchor Pérez de Soto, en 1665, al igual que el libro *These albace*, y el *Libro para labrar vidrios de anteojos* que llegó, de Frankfurt a la Nueva España en 1610.¹⁷

¹⁵.- López, Piñero., Op.Cit., pp.133-152.

¹⁶.- En el Renacimiento (siglos XV-XVII), el ámbito intelectual fue regido por los eclesiásticos novohispanos y principalmente por los jesuitas. Vid., Gonzalbo, Pilar, *El humanismo y la educación en la Nueva España*, pp.19-20.

¹⁷.- Agradezco este dato al M. en Ciencias Marco Arturo Moreno Corral.

LA FÍSICA EN EL SIGLO XVII

En la cátedra de astrología y matemáticas abierta en 1638 en la Facultad de Medicina de la Real y Pontificia Universidad de México su profesor el mercedario Fray Diego Rodríguez,¹⁸ expuso las teorías de Copérnico, Kepler, Brahe, Galileo, Tartaglia, entre otros.

Además, en su obra *Tractatus Proemialum Mathematices*, al explicar la geometría y sus aplicaciones al estudio de la óptica, dióptrica y catóptrica, aludió a Euclides, Platón y Proclo¹⁹. Así mismo en su escrito *Doctrina General Repartida por Capítulos de los Eclipses de Sol y Luna* adoptó las teorías heliocéntricas y herméticas de Kepler.²⁰

Siguiendo la tradición de Fray Diego Rodríguez, Carlos de Sigüenza y Góngora²¹, en su obra la *Libra Astronómica y Filosófica* analizó el cometa de 1680,

¹⁸.- Fray Diego Rodríguez nació en Atitalaquia, en el Arzobispado de México, hacia 1596 estudió gramática en México, ingresó a la orden de la Merced en 1613, fue catedrático de la Universidad, estuvo a cargo del desagüe de Huehuetoca, matemático, astrónomo y constructor de relojes de sol, falleció de tabardillo el 9 de marzo de 1668. Sobre su vida y obra, Vid., Trabulse, Elías, *La Ciencia perdida. Fray Diego Rodríguez, un sabio mexicano del siglo XVII*, p.87.

¹⁹.- Trabulse, Elías, *El Círculo Roto*, pp. 66-74. Además Euclides en su óptica demostró la propagación rectilínea de la luz solar. Vid., Lindberg, David C. y Geoffrey Cantor, *The Discourse of light from the Middle Ages to the Enlightenment*, p.4.

²⁰.- Cabe recordar que Johannes Kepler en su teoría heliocéntrica manifestó que el sol tiene rotación y fue el primero en decirlo en teoría. Vid., Kepler, Johannes, *Conversación con el mensajero sideral*, p.148. Además Kepler es el fundador de la ciencia moderna de la óptica, con una nueva concepción mecanicista de la luz. Vid., Kepler, Johannes, *El Secreto del Universo*, pp.170 y 196; Lindberg, Op. Cit., pp. 41-48; Lindberg, David, *Studies in the history of medieval optics*, p. 339. Agradezco al investigador Jorge Canizares de la Universidad de Madison por proporcionarme valioso material inexistente en México.

²¹.- Carlos de Sigüenza y Góngora nació el 15 de septiembre de 1645, en la Ciudad de México, fue arqueólogo, matemático, astrónomo, poeta, geógrafo e historiador. En 1662 ingresó en el colegio jesuita del Espíritu Santo, en Puebla; estudió Teología en la Real y Pontificia Universidad de México. Para 1672 es asignado profesor de astronomía y matemáticas de la Universidad, fue nombrado

para contestar a su oponente el jesuita Kino²². Sigüenza explicó el fenómeno celeste apoyándose en la rotación de la Tierra y del Sol, y en la teoría gravitacional. Menciona numerosos autores, como Kepler, Galileo, Brahe, Descartes, Grimaldi, Huygens, así como los españoles Juan Caramuel, José de Zaragoza, Vicente Mut y a fray Diego Rodríguez.

Sigüenza y Góngora planteó la reflexión y refracción de la luz y empleo la matemática euclidiana. A partir de ello, llegó a la conclusión de que el cometa era un fenómeno natural que no tenía nada que ver con las pestes, las guerras y otros males de la vida humana²³. Además, a diferencia de sus colegas, analizó los paralajes del cometa.

LOS JESUITAS Y LA NUEVA FÍSICA

Por lo que refiere a los escritos jesuitas para los años de 1700 a 1750, Trabulse dice que imperó la filosofía escolástica y cartesiana²⁴.

cosmógrafo Real de la Nueva España en 1680, por orden de Carlos II, en 1693 participó en la expedición de Panzacola. Falleció en 1700, por un cálculo en el riñón. Sobre su vida y obra consultar, Leonard, Irving A., *Don Carlos de Sigüenza y Góngora. Un sabio mexicano en el siglo XVII*, 315p. y del mismo autor, *La época barroca en el México colonial*, pp.278-326.

²².- Eusebio Francisco Kino [1645-1711] jesuita austriaco nació en Tirol y falleció en la Nueva España, llegó a tierras americanas en 1681, fue misionero, explorador, matemático y pedagogo, levantó el primer mapa de Sonora, autor de *Favores celestiales* y la *Exposición astronómica* en 1681.

Un amplio análisis sobre el tema lo da Trabulse, Elías, *Ciencia y religión en el siglo XVII en México*, 280p.

²³.- Sigüenza y Góngora al explicar el cometa de 1680, se basó que el cometa se traslada en línea recta (teoría de Copérnico), y a la vez en secciones cónicas (vórtices cartesianos). Vid., Sigüenza y Góngora, Carlos de, *La Libra Astronómica y Filosófica*, p.149., Gortari, Eli de, *La Ciencia en la Historia de México*, p.229., y Trabulse Elías, " La obra científica de Carlos de Sigüenza y Gongora 1667-1700," *et. al. Ciencia Colonial en América*, p.248.

²⁴.- Trabulse, Elías, " Ciencia y Tecnología en la temprana ilustración mexicana," en *Diálogos*, v.XVII, n.4 (100), México., Jul.-Agos., 1981, pp. 53-55.

Para la segunda mitad del siglo XVIII, en la Nueva España hubo una transición en la enseñanza. Esa transición se llevó a efecto cuando los jesuitas explicaron en sus aulas las teorías modernas, es decir, la física newtoniana y la filosofía cartesiana. Los jesuitas influenciados por las ideas de la Ilustración enseñaban las teorías de los científicos europeos como Bacon, Descartes, Gassendi, Newton, Brahe, Kepler, entre otros. De este modo promovieron la introducción de la filosofía moderna novohispana hasta su expulsión en 1767.

Por el contrario, en los colegios de las otras órdenes religiosas y en la Real y Pontificia Universidad siguió imperando, la filosofía escolástica y aristotélica. En lo que toca a los contenidos los cursos de los jesuitas abarcaban lógica, física y metafísica.

El catedrático hacía gala de erudición, ya que dictaba sus propias lecciones y mencionaba a autores griegos, medievales y "modernos". Así encontramos que en sus lecciones se enseñaban las principales concepciones filosóficas basadas en Aristóteles, Santo Tomás de Aquino y Francisco Suárez, junto con la ciencia que imperaba en la época, como la teoría seminal y la teoría de la gravitación. En cuanto a la óptica se introducen algunos postulados cartesianos.²⁵

Aunque los libros fueron escritos en latín se puede notar un eclecticismo en ellos, cuando explican varias teorías científicas y las aceptan para analizar el cosmos. Como en el caso de Abad y Clavijero, cuyas obras fueron difundidas en las cátedras de filosofía.

Francisco Xavier Clavijero nació en 1731 en Veracruz, cursó humanidades en el Colegio de San Jerónimo de Puebla, filosofía y teología en el de San Ignacio, entró a la Compañía de Jesús en 1748, residió en Ferrara en 1757 y falleció en Bolonia en

²⁵.- Bravo, Ugarte José, "Los jesuitas mexicanos del siglo XVIII y sus actividades en el campo de las ciencias", en *Memorias del primer coloquio mexicano de historia de la ciencia*, v. II, México, SMHCT, 1964, pp.69-82; y del mismo autor *La Ciencia en México*, p.70.

1787. Escribió el libro *Cursus Philosophicus*²⁶ del que sólo se ha encontrado la segunda parte, sus contenidos los enseñó en Puebla en 1757, en Valladolid en 1764-1765 y en Guadalajara en 1766.

En la parte de "Physica Particularis" expone a Descartes, para mencionar la reflexión de la luz.

"(...) que el universo es indefinido o indeterminado, que el cielo empíreo no es el límite del mundo (universo), que la luz cenicienta (lucisilla) de la luna proviene de los rayos del sol reflejados desde la tierra; nos dá sus opiniones sobre la figura de las partículas del agua; sobre el magnetismo(...)"²⁷

Clavijero aceptó las teorías de Descartes en lo que concierne a la imposibilidad del vacío, y a la naturaleza del imán. Asimismo en sus textos de física trata diversos temas y teorías, y cita a Bacon, Gassendi, Franklin, Newton, entre otros²⁸.

Diego José Abad, nació en Jiquilpan en 1727, entró a la compañía de Jesús en 1741, fue profesor de literatura, filosofía y teología, enseñó retórica en México, derecho en Zacatecas y fue rector del Colegio de Querétaro en 1767, falleció en Bolonia en 1779. Las obras científicas que escribió son *Compendio de Álgebra* y una *Geografía Hidráulica*, y su *Cursus Philosophicus*²⁹ que enseñó en el Colegio Máximo de México entre 1754 y 1756 y al que le falta su *Physica Particularis*.

²⁶.- Se haya el manuscrito en la Biblioteca de la Universidad de Guadalajara, existe un microfilm en el Colegio de México.

²⁷.- Traducción de Bernabé Navarro, Cfr., su libro *Cultura mexicana moderna en el siglo XVIII*, p. 98 y vid., Descartes, René, *El mundo o tratado de la Luz*, p. 74 y su *Dióptrica*, p.77.

²⁸.- Navarro, Bernabé, "Aspectos de Filosofía y ciencia modernas en el pensamiento de Clavigero", ponencia presentada en el II Congreso Mexicano de Historia de la Ciencia y la Tecnología., México, el día 29 de agosto de 1990.

²⁹.- Se halla en la Biblioteca Nacional (Universidad Nacional Autónoma de México).

Por lo que respecta a la óptica se refiere al experimento de Descartes sobre el sentido de la vista.

"(...) Un ciego, apoyándose en el báculo en el cual ciertamente no está el alma, siente si, el extremo en que toca la extremidad del báculo es duro o suave, áspero o liso, móvil ó estático..."³⁰.

Descartes en su *Dióptrica* mencionó que los:

"(...) ciegos, se han servido de tal medio durante toda su vida, entonces la encontraréis tan perfecta y tan exacta que podríamos afirmar que ven por sus manos o que su bastón es el órgano de su sexto sentido, que les ha sido dado al carecer de la vista."³¹.

Cabe mencionar que Abad tuvo correspondencia con jesuitas de Quito³² y con los que llegaban de Europa, por lo que no debe de extrañarnos que sus conocimientos sobre física eran amplios de acuerdo a la época en que vivió.

Francisco Xavier Alegre nació en Veracruz el 12 de noviembre de 1729, entró a la compañía de Jesús en 1741, estudió filosofía en el Colegio de San Ildefonso en Puebla, en México estudió derecho, falleció en Bolonia en 1779. Sus obras científicas

³⁰.- Traducción de Bernabé Navarro, *Op. cit.*, pp.129 y 173.

³¹.- Descartes, *Dióptrica*, p.61.

³².- Navarro, Bernabé, *La Introducción de la Filosofía en México*, pp.208-209. Los jesuitas de Quito, al igual que los novohispanos, conocían a Brahen, Kepler, Descartes, Copérnico, Newton, entre otros. El jesuita Tiberio Ricciordelli enseñó la óptica y mecánica de Newton en 1754, en la Universidad de San Gregorio Magno. Así como el jesuita Manuel Carvajal en 1761 mencionó que la tesis cartesiana es superada por la newtoniana y el jesuita Juan Hospital se adhiere a la filosofía leibnitziana y newtoniana. Vid., Keeding, Ekkehart, "Las ciencias naturales en la Antigua Audiencia de Quito: el sistema de Copernicano y las leyes newtonianas", en *Boletín de la Academia Nacional de Historia*, Quito, v. LVII, núm. 152, jul-dic. 1973, pp.43-67.

fueron: los *Elementorum geometriae*, *Tractatu de gnomica*, *Compendio de Bion* y *Sfnomio sobre los instrumentos matemáticos* y un *Cursus Philosophicus*³³.

Alegre enseñó filosofía en Cuba, desconocemos el año en que la impartió sólo conocemos que escribió un *Cursus Philosophicus* en donde hace mención de su correspondencia con Clavijero:

"Mi amigo padre Francisco Xavier Clavijero (...) fuera de las comunes cuestiones que trata nuestros escolásticos solo escribí un tratado completo el movimiento primero en general del movimiento de los cuerpos elásticos y no tales, y luego en particular de el perpendicular, en que trate de la fuerza de gravedad, o centripeta de el circular, en que trate de la fuerza centrifuga, y del movimiento compuesto, y vibración de los Pendulos o movimiento oscilatorio (...) En la fisica particular trate primero de los cielos, sistemas, ecuaciones, teoria de los planetas, remedando en lo que me parecio el sistema de Tycho Brahe, progresion de equinoccios, eclipses division de la esfera, con que tomaron algunos principios de geografia, Uranologia, y chronologia (...) Trate disusa[r] los sentidos, y en el oido les di los principios fundamentales de Musica, como en la vista los de Optica, Dioptrica y Catoptrica, segun las tres direcciones de la luz, en cuya explicacion segui a Descartes (...)"³⁴

En efecto, Descartes explicó que la luz está formada por un pleno corpuscular, que se propaga en línea recta, pero la acción del movimiento de una cierta materia sutil, cuyas partículas pueden rodar de diversas maneras. Además del movimiento rectilíneo hay otro movimiento alrededor de sus centros, Descartes tiene la idea de onda, pero a lo largo del texto de la *Dióptrica* no la menciona³⁵. Acerca de

³³.- El cual esta extraviado.

³⁴.- A.H.B.N.A.H., "Carta de Francisco Xavier Alegre al padre Francisco Xavier Clavijero, fechada el 2 de octubre de 1764", *Segunda serie*, (papeles sueltos), Leg.35, Doc.4, f.1r-1v. Sobre la vista; Vid., Descartes, *Dióptrica*, pp.78-80 y 84-110.

³⁵.- Conversación con el físico José E. Marquina y Vid., Descartes Op. cit., pp. 87-152.

la refracción, Descartes planteó que los rayos de luz se desvían en el aire, el agua y en el vidrio:

"Además, conociendo de este modo la causa de las refracciones que se producen en el agua y en el vidrio y, en general, en todos los otros cuerpos que nos rodean puede destacarse que deben ser semejantes cuando los rayos salen de estos cuerpos y cuando penetran en los mismos. De modo que, si el rayo que va de **A** hacia **B** se desvía de **B** hacia **I**, atravesando el aire hacia el vidrio, o aquel que procede de **I** hacia **B** debe igualmente desviarse de **B** hacia **A**. "³⁶

Al tratar la reflexión, Descartes mencionó que los rayos de luz son reflejados en cuerpos blancos o espejos, en cambio los cuerpos negros "los amortiguan y restan todas sus fuerzas"³⁷. Con relación a la bibliografía utilizada son interesantes los inventarios de las bibliotecas jesuitas elaborados después de ser expulsada la orden.

Lo que nos interesa son sus obras científicas, en el Colegio de San Gregorio aparecen las siguientes:

Daniel Gabriel, *Viaje de el mundo de Descartes*, Madrid, 1717, 195fs.

Benito Feijoo *Teatro crítico y sus cartas*,

Tosca *Compendio Matemático*, Madrid, 1728.

¿?, *Conclusiones matemáticas, acaba que, el ayre tiene color*, Madrid, [17]47, 47fs.³⁸

³⁶.- Descartes, Op. cit., p.76, sobre su conocido discurso de la pelota para explicar la refracción, p.68; y del mismo autor Vid., *El Mundo o tratado de la luz*, p.156.

³⁷.- Descartes, *El Mundo*, p.165. y su *Dióptrica*, pp.66-67.

³⁸.- A.H.B.N.A.H., *Colegio de San Gregorio*, v. 122, A.G.N.M., *Temporalidades*, v.173, exp., 15 y 16, y Osorio Romero, Ignacio., *Historia de las bibliotecas novohispana*, pp.77-79.

De la biblioteca del Colegio de San Ildefonso:

René Descartes, Geometría; *Epístolas filosóficas* y *Principios de Filosofía*.

Isaac Newton *Opúsculos matemáticos y Filosóficos* y *Principios Matemáticos de la Filosofía Natural*.

Saverian, *Ciencias exactas*.

Nollet, *Lecciones de Física*.

Marín Martínez, *Filosofía escéptica*.

Jacquier, *Tran. Filosóficas*.

Sigaud de la Fond, *Elementos de física*.³⁹

En el inventario de esta biblioteca se encuentran numerosas obras científicas por lo que no hay que extrañarnos que los criollos que estudiaron en dicho colegio se les haya despertado el interés por el estudio de la naturaleza.

En la Biblioteca del Colegio Máximo de San Pedro aparecen:

Marcelo Malpighi, *Opera omnia*, Lyon, 1687.

Galileo Galilei, *Del compas geométrico y militar*, Bolonia, 1655 y 1656.⁴⁰

Y por último en el inventario del Colegio de San Juan se halló:

Benito Feijoo, *Teatro Crítico* ⁴¹.

³⁹.- Biblioteca Nacional de México, CESU, *San Ildefonso*, caja 54, exp. 34, doc., 108.

⁴⁰.- A.G.N.M., *Jesuitas.*, v.3, exp. 30.

Debe mencionarse que, al revisar los inventarios, la mayoría de los textos correspondían a asuntos teológicos, y que las obras científicas son pocas, a excepción de San Ildelfonso. La obra pedagógica de los jesuitas en el aspecto científico fue muy significativa dado que conocían a Copérnico, Kepler, Newton y Galileo, a los hombres que iniciaron una revolución científica que llevó a la crisis el paradigma aristotélico y condujo al triunfo el paradigma mecanicista.

LA TRANSICIÓN DE LA ÓPTICA CARTESIANA A LA ÓPTICA NEWTONIANA EN LA NUEVA ESPAÑA DEL SIGLO XVIII

En el siglo XVII prácticamente se mantuvo la filosofía de Descartes. Esta no se contraponía a los dogmas de la fe cristiana, e incluso llegó a perdurar en aquellos países donde se practicó la religión luterana y anglicana. Descartes explicó el macrocosmos mediante vórtices y analizó con esta hipótesis, el movimiento de los planetas. Al respecto de la óptica ya hemos mencionado que intuyó el que la luz se propagaba en forma de onda, y que ello será estudiado por Hooke y Huygens.

A partir del último tercio del siglo XVII, hubo una controversia con la aparición de los escritos de Newton. Este en su artículo sobre una nueva teoría de la luz, publicado en la revista de la Royal Society en 1671, contradujo la teoría ondulatoria de la luz y lo que lo llevó a una pugna con Hooke.

La mayor aportación de Newton fue su obra *Principios Matemáticos de la Filosofía Natural* publicada en 1687, en la que con nuevos conceptos explicó el cosmos y revolucionó a la ciencia. Con una nueva matemática, la geometría dinámica (que es una matemática intermedia entre la geometría y el cálculo diferencial), rompió con los conceptos tautológicos de los científicos de la talla de Copérnico, Kepler y Galileo.

⁴¹.- Vázquez Mantecón, Carmen., *Historia de las bibliotecas en Oaxaca.*, p.45.

Newton publicó su *Óptica* en 1704, la cual solo contiene experimentos, pero no así el análisis matemático. A continuación, veremos la manera en que los trabajos de Newton fueron conocidos en la Nueva España.

LA OBRA DE BENITO DÍAZ DE GAMARRA

A partir de la segunda mitad de la centuria dieciochesca en España se manifestó un cambio debido a las reformas borbónicas. El Estado español implantó el regalismo, que se dio con los reyes borbónicos: Felipe V, Fernando VI y Carlos III imponen su autoridad a la iglesia, con una tendencia de secularismo para controlarla sin la necesidad de recurrir al Papa.

En América, el Patronato Real de la corona tenía un control sobre la iglesia, con el absolutismo real, el rey intervino en asuntos económicos y disciplinarios de la iglesia. Además, influyó la filosofía de la Ilustración que crítico la posición del clero en la sociedad.

Los ejemplos del regalismo en la Nueva España son: las decisiones reales en la Inquisición a partir de 1747, el traslado de parroquias del clero secular, la expulsión de los jesuitas en 1767, la programación del IV Concilio Mexicano celebrado en 1771 y una actividad más enérgica en la reforma de los estudios que hace hincapié en la física experimental y matemática. La aparición de sociedades y publicaciones científicas, la aparición de escuelas patrocinadas por autoridades civiles como la Real Academia de San Carlos en 1781.⁴²

⁴².- Estrada, Jesús, *Música y músicos de la época virreinal*, p. 153., González-Casanova, Pablo, *El Misoneísmo y la modernidad cristiana en el siglo XVIII*, pp. 39-58., Morales, Francisco, *Clero y política en México (1767-1834). Algunas ideas sobre la autoridad, la independencia y la reforma eclesiástica*, pp. 20-21. y Tanque de Estrada, Dorothy, *La ilustración y la educación en la Nueva España*, p.13.

La Inquisición permitió a los religiosos, las lecturas prohibidas por la iglesia, motivo por el cual, los religiosos enseñaron las nuevas teorías científicas en sus colegios, como fue el caso de Benito Díaz de Gamarra en la Nueva España.

Benito Díaz de Gamarra, nació el 21 de marzo de 1745 en la Nueva España, estudió en el colegio jesuita de San Ildefonso, ingresó al Oratorio de San Felipe Neri el 15 de noviembre de 1764. En enero de 1767 viajó a Madrid y Roma, como procurador del oratorio obtuvo el doctorado en Ss. Cánones en la Universidad de Pisa, en 1768 se le concedió licencia para leer libros prohibidos, fue socio de la Academia de Ciencias de Bolonia.

Para 1770, regresó a la Nueva España y en ese mismo año fue ordenado sacerdote, además se le concedió el puesto de comisario del Santo Oficio en San Miguel, en la Intendencia de Michoacán. Gamarra fue rector y catedrático de filosofía del colegio filipense de San Francisco de Sales⁴³ ubicado en San Miguel y su obra más importante fue los *Elementa Recentioris Philosophiae* en 1774. Dicha obra recibió los elogios de Joaquín Velázquez de León y José Ignacio Bartolache, el texto fue aceptado por la Real y Pontificia Universidad aún los agustinos enseñaron su contenido en Puebla y Oaxaca y también fue acogida por la orden franciscana.

El oratoriano fue denunciado en 1775 ante el Santo Oficio por poseer libros prohibidos, falleció el 1 de noviembre de 1783.⁴⁴ El filipense poseyó una excelente biblioteca, lo cual le ayudo a tener un amplio conocimiento de la física y le permitió abordar una serie de temas que trato en sus libros. A la expulsión de los jesuitas, el

⁴³.- El Colegio de San Francisco de Sales fue fundado en 1734, el cuál fue aprobado por el rey de España, con la facultad de enseñar públicamente a los niños y a los jóvenes gramática, retórica, filosofía y teología escolástica y moral y de poder graduarse en la Universidad., Vid., Quixano Zavala, Manuel, *La venerable Congregación del Oratorio*, p. 39.

⁴⁴.- Junco de Meyer, Victoria, *Gamarra o el eclecticismo en México*, pp. 31-54, y Cardozo, Galué Germán, *Michoacán en el siglo de las luces*, pp. 11-13.

colegio filipense de San Francisco de Sales fue apoyado por la corona española, para propagar la ciencia moderna entre la juventud. Los oratorianos se apoyaron en la Real Cédula del 6 de marzo de 1770, que decretaba la renovación de los estudios en España y sus colonias.⁴⁵

Con este propósito Gamarra atacó la filosofía aristotélica, y para ello escribió el primer volumen de los *Elementa*, donde explicó la filosofía de Descartes, Wolff, Barbadiño y Newton, entre otros. El autor se muestra como un ecléctico ya que retoma varias teorías. Cabe señalar que en este primer volumen de los *Elementa* rechazó la óptica cartesiana y aceptó la newtoniana. El inventario de la biblioteca de Benito Díaz de Gamarra se hizo después de su muerte en 1783, el cual se halla en el Archivo del Oratorio de San Miguel de Allende. Los textos de física que poseía son los siguientes:

Juan Bautista Becaria	<i>Electricismo.</i>
Jacquier	<i>Instituciones Filosóficas.</i>
(Daniel Gabriel)	<i>Viaje al mundo de Descartes.</i>
Voltaire	<i>Opera Scelte.</i>
(Nollet)	<i>Lecciones de Física Experimental.</i>

Aparece mencionado Malebranche⁴⁶.

⁴⁵.- Torre Villar, Op.Cit., p.165.

⁴⁶.-Herrejón, Peredo Carlos, "Benito Díaz de Gamarra a través de su biblioteca," en *Boletín del Instituto de Investigaciones Bibliográficas*, México, Instituto de Investigaciones Bibliográficas-UNAM.,1988, pp. 144-189 y O´Gorman, Edmundo, "Papeles de D. Benito Díaz de Gamarra (siglo XVIII)," en *Boletín del Archivo General de la Nación.*, t. XIII, n.3, México, Jul-Sep., 1942, pp. 407-422.

No aparece ninguna obra de Descartes y Newton, por lo que posiblemente las referencias a ellos sean copias de textos que contengan las citas textuales, pero no hay que olvidar que Gamarra estudió en San Ildefonso cuya biblioteca tuvo libros de estos autores.⁴⁷

Gamarra aceptó la teoría cartesiana para explicar el órgano de la vista y simultáneamente sostuvo la teoría de Newton para explicar la diversidad de los colores. Por lo anterior consideraremos que en sus ideas se manifiesta una transición de la óptica cartesiana a la óptica newtoniana, como lo analizaremos a continuación. En el primer volumen de los *Elementa*, libro I, capítulo III:

"¿Cómo se conducen los sentidos para adquirir las ideas?" Gamarra mencionó " (...) que el ojo es un globo ensamblado con tres membranas principales, a saber, la córnea, la úvea y la retina, cada una de las cuales encierra su propio humor. El humor que está en medio y que se llama cristalino, es convexo por ambos lados y presenta una figura de lente. Los rayos de luz reflejados por el objeto, al atravesar esta lente, se refractan y pintan, en el fondo interior de la membrana que llaman retina, una imagen del objeto en posición invertida."⁴⁸

Descartes da una explicación más amplia al respecto de la *Dióptrica*, cuando analizó la estructura del ojo -véase la figura uno- nos dice que:

⁴⁷.- Monelisa, Lina Pérez Marchand, *Dos etapas ideológicas del siglo XVIII en México, a través de los papeles de la inquisición*, pp.103,116. Sobre su aspecto cartesiano, Vid., Caso, Antonio, "Don Juan Benito Díaz de Gamarra, un filósofo mexicano, discípulo de Descartes," en *Revista de Literatura Mexicana*, año,1, n. 2, México, Oct-Dic., 1940, pp.197-213. Se puede ver en dos trabajos recientes que tratan la transición de la filosofía cartesiana a la física newtoniana. Cfr., Herrejón, Peredo Carlos, "Benito Díaz de Gamarra crítica sobre su física," en *Humanistas novohispanos de Michoacán*, pp. 103-117, y Rovira, G. María del Carmen, "El espíritu crítico y científico de Gamarra," en *Memorias del Primer Congreso Mexicano de Historia de la Ciencia y la Tecnología*, t. II, México, SMHCT, 1988, pp.590-596.

⁴⁸.- Díaz de Gamarra y Dávalos, Juan Benito, *Elementos de Filosofía Moderna*, v. I., p. 35.

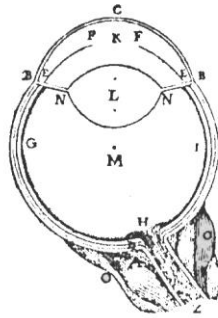


Figura 1.- La refracción de la luz en el ojo, en el libro la *Dióptrica* de Descartes.

"(...)K L M son tres especies de humores muy transparentes (...). La experiencia muestra que la situada en la parte central, L, llamada humor cristalino, causa una refracción casi equivalente a la producida por el vidrio o el cristal. Las otras dos, K y M, dan lugar a una refracción un poco menor, aproximadamente como la del agua (...) los objetos que observamos impriman en el fondo del ojo imágenes, en primer lugar, en que están invertidas, es decir, en posición contraria a la de los objetos..."⁴⁹

Más adelante Gamarra explicó sobre la imagen que percibe el ojo y es enviada al cerebro para tener la idea y percepción del objeto. En esta parte se apoya en Malebranche.

"Porque el ojo sólo recibe junto con la imagen cierto movimiento, por decirlo así, que comunica al cerebro; la mente, en cambio, estimulada ocasionalmente por tal movimiento, se forma la idea de la cosa vista (...). Así pues, casi en todas las sensaciones -se nota perfectamente Malebranche se confunden por lo menos cuatro cosas diversas, sin duda porque se verifican simultáneamente y como en un solo instante de tiempo.

Lo primero que se confunde es la acción del cuerpo externo esto es, en el calor, por ejemplo, el impulso y movimiento de las partículas del fuego hacia las fibras de la mano. Lo segundo es la pasión del órgano del sentido, esto es, la agitación que llega hasta el cerebro. Lo tercero es la sensación o percepción de la mente, esto es, aquello que cualquiera siente cuando se acerca al fuego.

⁴⁹.- Descartes, *Dióptrica*, pp. 78,84 y 91.

Lo cuarto es el juicio, por lo cual la mente juzga aquello que siente está en su mano y en el fuego."⁵⁰

Por carecer del libro de Malebranche,⁵¹ *De la Recherche de la Varité*, el cual trata de la óptica nos remitiremos a otra fuente, que analiza el mencionado texto. Malebranche insistió en el análisis de las construcciones mentales como una disciplina metodológica para alcanzar la verdad:

“Hay que tener en cuenta gran circunspección al elegir y usar recursos puede obtenerse de los sentidos y de la pasiones para hacerse atento a la verdad, porque nuestras pasiones y nuestros sentidos nos afectan demasiado vivamente...Pero no ocurre lo mismo en cuanto a los recursos que podemos obtener de la imaginación. Ellos vuelven el espíritu atento sin dividir inútilmente su capacidad, y ayudan así maravillosamente a percibir claramente y distintamente los objetos(...)”⁵²

Gamarra menciona que las lentes, convexas son análogas a los ojos que también son convexos y ambos nos determinan los objetos mayores o menores, dando como resultado que no sabemos de la magnitud de las cosas.

"Porque del modo como las lentes de cristal, si son segmentos de una esfera mayor o menor y por lo mismo más o menos convexos, entonces nos representan objetos mayores o menores: así nuestros ojos, si son más o menos convexos, manifestaran lo mismo (...) También la figura de los cuerpos grandes, si distan un largo espacio, apenas la determinaremos con certeza.

Pues una torre cuadrada que se mira de lejos, se ve sin ángulos.”⁵³

Como recordamos, esta analogía del ojo y la lente convexa, la mencionó Descartes en su *Dióptrica* a la vez que:

⁵⁰.- Díaz de Gamarra, Op.Cit., p.37.

⁵¹.- Nicolás de Malebranche (1638-1715), filósofo francés, nació y murió en París, seguidor de la filosofía cartesiana, miembro de la Congregación del Oratorio, algunas de sus obras fueron prohibidas por la iglesia, autor *De la Recherche de la Varité* en tres volúmenes (1674-1675), *Traité de la nature et de la grâce* (1680) y *Reflexion sur la prémotion phisique*, (1714).

⁵².- Ferraz, Fayos Antonio, *Teorías sobre la Naturaleza de la luz de Pitágoras a Newton*, p.286.

⁵³.- Gamarra, Op.Cit., p.63

"(...) observáis que las estrellas aunque parecen bastante pequeñas, sin embargo, su tamaño es mayor del que deberían tener en razón de su gran distancia. Y aunque no sean completamente redondas, no dejarán de aparecer como tales, de igual forma que también una torre cuadrada parece redonda cuando se ve de lejos, pues todos los cuerpos que no trazan sino muy pequeñas imágenes en el fondo del ojo, no pueden dar lugar a la reproducción de la figura de sus ángulos." ⁵⁴

Al respecto de la naturaleza de los colores, Gamarra aceptó la teoría newtoniana sobre los colores que están en la luz blanca y rechaza la teoría de los cartesianos.

Isaac Newton "(...) al demostrar con experimentos clarísimos que todos los colores están contenidos en la luz misma, cuyos rayos consta que están dotados por su propia naturaleza de éste o de aquel color. Por tanto ni se adhiere a los cartesianos, que defienden estar situados en la diferente textura y disposición de la superficie de los cuerpos; ni tampoco a los idealistas, que sostienen estar totalmente en el órgano visual, como si fueran meras ilusiones, y no haber nada fuera de la mente...Esto mismo se demuestra con un fácil experimento del célebre Newton. Si en un cuarto oscuro, por un orificio hecho en una ventana se reciben rayos de luz en un prisma cristalino, al atravesar aquéllos el cristal y el cuarto, no se ven coloreados; pero al chocar sobre un papel blanco puesto delante, al ser prolongado hasta la pared opuesta, se refractan y se afectan los ojos, de tal manera que excitan en nosotros las sensaciones de estos siete colores, a saber: violado, púrpura, azul, verde, amarillo, anaranjado y rojo, con las cuales aparece pintada la pared, dispuestos en este orden en que los enumeramos." ⁵⁵

Para tener un amplio análisis del estudio de la óptica novohispana haremos referencia de lo que dice Descartes al respecto:

"Todas las cualidades que percibimos en los objetos de la vista, pueden ser reducidas a las seis principales siguientes: la luz, el color, la situación, la distancia, el tamaño y la figura. Primeramente y en relación con la luz, el color y la situación que propiamente se relacionan del modo exclusivo con el sentido de la vista, es preciso pensar que nuestra alma es de tal naturaleza que es la fuerza de los movimientos, localizados en aquellos lugares del cerebro en donde se originan pequeños filamentos de los nervios ópticos, la que causa el sentimiento de la luz, y que es el modo en que producen estos movimientos el que causa el sentimiento del color." ⁵⁶

⁵⁴.- Descartes, *Dióptrica*, pp.109-110.

⁵⁵.- Gamarra, Op.Cit., p.64.

⁵⁶.- Descartes, Op.Cit., p.97.

La *Óptica* de Newton, libro I, parte II, dice que:

"Dejemos que el Sol brille en una habitación muy oscura a través de un agujero (...). Primero este haz (de luz...) pasa por un prisma (...). La luz blanca, tras pasar por el agujero ha de incidir sobre un papel blanco (...) proyectando sobre él los colores usuales del prisma (...) violeta, añil, azul, verde, amarillo, naranja y rojo (...)." ⁵⁷

Se observa que en el primer volumen de los *Elementa*, Gamarra aceptó la teoría newtoniana de los colores de la luz. Así mismo hace referencia al concepto de experimento, rompiendo con el método inductivo cartesiano. En esta etapa de transición de su pensamiento aceptó los postulados de ambos autores. Nuestro fraile filipense estuvo de acuerdo con el método inductivo-deductivo. La inducción crítica una teoría que no ha sido probada y por ello es metafísica, en lugar de probar que es falsa. La deducción son los enunciados verdaderos, que, a partir de los principios de la observación, de la experimentación y de la comprobación reafirman las teorías. Tal es el caso de la dinámica newtoniana.⁵⁸ Además Gamarra contó con un gabinete de física para realizar sus experimentos.

En el segundo volumen de los *Elementa*, menciona cuestiones de física experimental. Entre ellas abarca los postulados de electricidad, de Jallabert, Nollet y Franklin, el sistema del mundo de Copérnico, la mecánica y la óptica de Newton. El libro será aceptado en la Real Pontificia Universidad y en los colegios franciscanos y agustinos.

⁵⁷.- Newton, Isaac, *Óptica o Tratado de la Reflexiones, Refracciones Inflexiones y Colores de la Luz*, pp. 103 y 110.

⁵⁸.- Lakatos, Imre, *La metodología de los programas de investigación científica*, pp. 136, 258-265 y 272; Mondragón, Ballesteros Alfonso, *La Ciencia en la cultura de México*, p.23, y Popper, Karl R., *Conocimiento objetivo. Un enfoque evolucionista*, pp. 21, 34, 186 y 188-190.

Gamarra explicó la propagación en línea recta y la refracción de la luz, así como las demostraciones experimentales al respecto.⁵⁹

Newton en su *Óptica* dice:

"(...) que los rayos de luz son líneas que van del cuerpo luminado y que la refracción de dichos rayos es la incurvación o ruptura de dichas líneas al pasar de un medio a otro."⁶⁰

Más adelante Gamarra mencionó que la luz en el espacio, es propagada arbitrariamente, y que tarda de siete a ocho minutos para viajar del sol a la tierra.⁶¹ En los *Principios Matemáticos de la Filosofía Natural*, Newton explicó la refracción de la luz en el escolio de la proposición XCVI, Teorema L, dice que:

"(...) los fenómenos de los satélites de Júpiter, confirmados por las observaciones de diferentes astrónomos, que la luz es propagada en sucesión, y necesita de siete a ocho minutos para viajar desde el Sol a la Tierra. Además, los rayos de luz que se encuentran en nuestro aire... al pasar junto a los ángulos de cuerpos transparentes u opacos (...) se curvan alrededor de esos cuerpos como si fuesen atraídos hacia ellos; y aquellos rayos que en su paso se aproximan más a los cuerpos curvados, como si fuesen los más atraídos, cosa que yo mismo he observado cuidadosamente."⁶²

Y en su *Óptica* libro II, parte III, proposición XI, que lleva por título:

"La propagación de la luz desde los cuerpos luminosos exige tiempo, empleando unos siete u ocho minutos en pasar del Sol a la Tierra."⁶³

⁵⁹.- Díaz de Gamarra y Dávalos, Johan Benedicti, *Elementa Recentioris Philosophiae*, vol. Alternum, pp.201-203.

⁶⁰.- Newton, *Op.Cit.*, p. 10.

⁶¹.- Gamarra., *Op.Cit.*, p. 204.

⁶².- Newton, Isaac, *Principios Matemáticos de Filosofía Natural*, p.474.

⁶³.- Newton, *Op.Cit.*, pp. 243-244.

Gamarra explicó la propagación de la luz en onda.

" La propagación de la luz es explicada al parecer a través de un medio etereo, y con un movimiento vibratorio (...)." ⁶⁴

La citada definición nos hace recordar la explicación que dio Huygens influenciado por Descartes, sobre que la luz se propagaba a través por una vibración del éter.

"Pero además dentro de ese solido luminoso como el carbón o modo de metal candente en el fuego, este mismo movimiento es causado por la violenta agitación de las partículas de el metal o de el material; de los que estan encima de la superficie en contraste con la materia etérea. La agitación de las partículas producen la luz, las cuáles deberían estar mucho más en movimiento repetido que el de los cuerpos y el cuál causa el sonido."⁶⁵

Después del citado argumento, Gamarra aceptó que la luz se propaga en línea recta.⁶⁶ Para Gamarra la reflexión de la luz es el reflejo de la luz en la superficie de un cuerpo, y propuso el siguiente axioma:

"La luz al proyectarse en los cuerpos pulidos y opacos obligan la incidencia, en un ángulo de inclinación de radio directo, y el ángulo de reflexión son iguales." ⁶⁷

⁶⁴.- Vid. la cita en latín "Luminis propagatio explicanda videtur per aetherae, moru vibratorio (...)", Gamarra, Op.Cit., p.205.

⁶⁵.- Vid., cita., " But I also that in luminous solids such as charcoal or metal mode red-hot in the fire, this same movement is caused by the violent agitation of the particles of the metal or of the wood; those of them which are on the surface striking similarly against the etherea matter. The agitation, moreover, of the particles which engender the light ought tobe much more prompt and more rapid than is that of bodies which cause sound (...)." Huygens, Christian, *Treatise on Light*, p. 557.

⁶⁶.- Gamarra, Op.Cit., p. 208.

⁶⁷.-Vid. Cita, " Lumine in pulitam opaci corporis superficien oblique incidente, anguli inclinationis radii directi, reflexi sunt a equales." Ibid., p. 209.

Indiscutiblemente este axioma lo tomó de la *Óptica* de Newton, del axioma II, que dice:

"El ángulo de reflexión es igual al ángulo de incidencia." ⁶⁸

Posteriormente Gamarra explicó la refracción de la luz siguiendo los postulados newtonianos. La luz al pasar de un medio más raro a otro más denso - el aire, el agua y el vidrio - se refracta perpendicularmente.

"La luz que pasa de un medio más raro a otro más denso, a saber como el aire, el agua, el vidrio se refracta perpendicularmente: más en el agua o con frecuencia en el aire, la refracción recorre una línea perpendicular." ⁶⁹

Newton en su *Óptica*, explicó la refracción de un medio más raro a otro más denso en el axioma IV que dice:

"La refracción de un medio más raro a otro más denso tiene lugar hacia la perpendicular; es decir, el ángulo de refracción es menor que el de incidencia." ⁷⁰

Más adelante Gamarra nos dice que la óptica es la ciencia directa de la visión, es una ciencia físico-matemática, que nos enseña cuál es el mecanismo con que vemos un objeto. De la catóptrica dice que es la ciencia del reflejo de la visión, que el reflejo en superficies pulidas, es un principio universal y que el ángulo de reflexión es igual al ángulo de incidencia.⁷¹ Se refiere a la dióptrica como la ciencia de la

⁶⁸.- Newton, Op.Cit., p. 13.

⁶⁹.- Vid., cita: " Lumen oblique transiens ex medio rarioris in densius, ex aëre nempe in aquam, vel vitrum refringitur accedendo ad perpendicularem: at aut aqua in aërem commens, refringitur a perpendiculari linea recedendo.", en Gamarra, Op. Cit., p. 210.

⁷⁰.- Newton, Op.Cit., p. 13.

⁷¹.-Gamarra, Op.Cit., p. 211 y Cfr., Newton, Op.Cit., p. 13.

refracción de la visión, y asegura que un haz de luz se flexiona al pasar por un vidrio.⁷²

La *Óptica* de Newton expone en la definición II sobre la refrangibilidad de los rayos:

"(...) de la luz son líneas que van de un cuerpo luminoso al cuerpo iluminado y que la refracción de dichos rayos son la incurvación o ruptura de dichas líneas al pasar de un medio a otro." ⁷³

Gamarra expuso que la lente cóncava es útil para la miopía⁷⁴ y para observar los objetos distantes, la lente convexa es para las personas que tienen cansada la vista⁷⁵.

Al respecto, en la ya citada obra de Newton, se dice al respecto:

"Si, debido a la edad, los humores del ojo degeneran de modo que la córnea y la envoltura del Humor cristalino se aplana por contradicción, la luz no sufrirá una refracción suficiente, por lo que no habrá de converger en el fondo del ojo, sino un poco más allá, formando en él, como consecuencia, una representación confusa. Según el carácter indistintos que posea la representación, el objeto aparecera confuso.

Por esta razón, la visión de las personas de edad avanzada degenera, y por eso se puede corregir mediante el uso de anteojos. Los cristales convexos, efectivamente eliminan el efecto de achatamiento del ojo y, al aumentar la refracción, hacen que los rayos converjan antes, a fin de que acudan distintamente al fondo del ojo, mediante un grado convenientemente de convexidad en el cristal. En las personas cortas de vista, cuyos ojos son demasiado redondeados, ocurre todo lo contrario. Siendo ahora la refracción demasiado grande, los rayos convergen y se

⁷².- Gamarra, Op.Cit., p. 211.

⁷³.- Newton, Op.Cit., p. 10.

La flexión es la acción de doblar.

La inflexión es la torción de una cosa que estaba recta.

⁷⁴.- Miopía: defecto de la visión en que los rayos luminosos que pasan por el cristalino no se enfocan sino antes de llegar a ella, lo cual hace que se perciban con claridad únicamente los objetos muy próximos.

⁷⁵.-Gamarra, Op. cit., p.212.

unen en los ojos antes de alcanzar el fondo y, por lo tanto, la representación que allí forman y la visión que ésta causa resultan indistintas, a menos que el objeto se aproxime al ojo lo suficiente como para que el lugar en que se encuentran los rayos convergentes se traslade al fondo o a menos que el abombamiento del ojo desaparezca y la refracción disminuya mediante el uso de un cristal cóncavo de un grado adecuado de concavidad (...).⁷⁶

En la última parte del estudio de la óptica, Gamarra mencionó los diferentes tipos de telescopio que han sido construidos, el refractor creado por Jansen Zacharias en el siglo XVI, el de Galileo y el de Kepler que tenía una lente convexa. Newton escribió un artículo en la revista ya mencionada, en donde explicó su nuevo invento: el telescopio catadióptrico en febrero seis de 1671 y una parte dice:

"Este nuevo instrumento esta compuesto por dos lentes, un espejo metálico cóncavo (en lugar de un objetivo de cristal), el otro es sencillo: y también es una lente pequeña, plano-convexa."⁷⁷

Además el telescopio reflector gregoriano utiliza una lente cóncava parabólica central y perforada, y una lente cóncava elipsoidal⁷⁸.

Cabe mencionar que John Hadley perfeccionó el reflector newtoniano e ideó un método de prueba óptica. Este método lo presentó por primera vez a la Royal Society en enero de 1721 y mediante él pudo estimar la precisión con que el espejo concentraba la luz en un foco.⁷⁹

A partir de los *Elementa*, los alumnos de Gamarra escribieron las *Academias Filosóficas* en 1774. La parte del texto que nos interesa es la de su discípulo José

⁷⁶.-Newton, Op.cit., p.24.

⁷⁷.- Vid. Cita. "This new instrument is composed of the two Metallin speculum's the one Concave, (instead of an Object-Glass) the other Plain: and also of a small plano-convex Eye, Glass." Newton, Isaac, *Isaac Newton`s Papers y Letters en Natural Philosophy and Related Documents*, p.61.

⁷⁸.-King, Henry C., *The history of the telescope*, p.70.

⁷⁹.- Ibíd., p.77-78.

Vicente Cavadas y Jaso, dedicada a la óptica, en la que se notan los postulados newtonianos utilizados en la obra de Gamarra:

"La óptica es una ciencia, que nos enseña qual es el mecanismo con que vemos un objeto que de todos sus puntos enbía a nuestros ojos raios de luz (...). Miro un objeto distante con el telescopio, i lo percibo cono si estoviese a muy corta distancia. Si la edad debilita mi vista, me la restituie en cierto modo un anteojos convexo. Si la mala conformación de mis ojos no me permite distinguir los objetos distantes, el vidrio cóncavo remedia este defecto (...). Con el prisma en la mano, obligo por último a este astro a mostrarme los siete colores primitivos".⁸⁰

Es pertinente señalar que en relación al tema de los anteojos, los novohispanos en 1774 ya comentaban el tipo de lentes necesarios para cada defecto de la vista. Once años después Benjamín Franklin construyó las lentes bifocales, para observar de lejos y de cerca y utilizó las lentes convexas⁸¹.

La obra de Gamarra fue allende de nuestras fronteras. En efecto Agustín Caballero utilizó los *Elementa* en su obra, la *Philosophia Electiva* (1797). Con este texto inició un nuevo curso en la Real Colegio Seminario de San Carlos y San Ambrosio de la Habana en el que citó también a Galileo, Bacon, Descartes, Gassendi, Newton, y Gamarra⁸².

Así mismo bajo la influencia de la obra de Gamarra, ya el cubano Félix Varela publicó en 1808 sus *Lecciones de Filosofía*. Esta obra contiene nociones de física, electricidad y óptica.⁸³

⁸⁰.- Díaz de Gamarra y Dávalos, Juan Benito, *Academias filosóficas, et. al., Anuario del Instituto de Investigaciones Humanísticas*, t.I, n.I, México, Universidad Iberoamericana, 1973, pp.8-10. Hay una segunda edición facsímil en *Humanistas Novohispanos de Michoacán* Morelia, Universidad de San Nicolás de Hidalgo, 1982, pp.149-151.

⁸¹.- Cohen, Bernard I., *Benjamín Franklin su aportación a la tradición norteamericana*, pp.183-184.

⁸².-Rovira, María del Carmen, *Eclécticos portugueses del siglo XVIII y algunos de sus influencias en América*, pp.216-219.

⁸³.- Díaz, Molina Libertad, "La física en Cuba a finales del siglo XVIII y principios del siglo XIX", en *Quiipu*, v.VIII, n.1, México, SLHCT., ene-abr., 1991, pp.72-74.

Antes de finalizar con el presente capítulo señalaremos que Gamarra escribió en 1783 un manuscrito en latín que trata sobre física experimental. El manuscrito se conserva en el Archivo del Oratorio de San Felipe Neri en San Miguel de Allende, Guanajuato y lleva por título *De Vetusta Studiorum Ratione in Philosophicis Disciplinis Reformata*. En la introducción de este texto discute los defectos de la física escolástica, y el resto lo dedica a los siguientes temas: el vacío, la máquina neumática, los elementos, los nuevos descubrimientos de la luz, el fuego, la congelación y propiedades del agua y la enfermedad de los brutos.⁸⁴

CONCLUSIÓN

La diferencia entre Descartes y Newton en el estudio de la óptica física, radica en que el primero trató de demostrar con fines heurísticos, las propiedades del movimiento que pueden darse en el cosmos. Por el contrario, Newton a través de experimentos, axiomas y con la geometría dinámica, explicó la teoría corpuscular de la luz.

En el siglo XVII dominó la filosofía cartesiana que analizó el cosmos, tuvo muchos adeptos laicos y religiosos, estos últimos la retomaron, porque no contradecía los preceptos del catolicismo. Además, se enseñó en los diversos colegios de Europa y América.

Con la aparición, del libro de Newton, los *Principios Matemáticos de la Filosofía Natural* (1687), introduce una nueva metodología, para el estudio de la naturaleza. Su análisis será, la observación, la experimentación, el establecimiento de leyes y utilizó como herramienta el cálculo infinitesimal. Así rompió con las tautologías de sus predecesores que establecían hipótesis, tenían como base la matemática euclidiana, sin llegar a establecer una teoría.

⁸⁴.- La obra nos fue imposible consultarla porque se está realizando un inventario en el Archivo del Oratorio de San Miguel de Allende y está fuera de consulta. Agradezco éste dato proporcionado por el Lic. Abraham Rivera y al Dr. Bernabé Navarro, él no pudo consultarlo y vio la obra en el inventario que se lleva a cabo. Vid. Cfr., Ramírez, Esteban, "Bio-bibliografía del Dr. Juan Benito Díaz de Gamarra y Dávalos", en *Memoria y Revista de la Academia Nacional de Ciencias*, t.LIX, n.3-4, México, 1964, pp.325-329.

La física newtoniana penetró lentamente en Inglaterra y posteriormente en Europa continental y América conjuntamente con la filosofía de la Ilustración. En los países católicos como España y Francia, predominó la filosofía de Aristóteles y Descartes. Además, no contradecían los dogmas de la fe, al contrario de la dinámica newtoniana, con sus postulados derrotó la filosofía cartesiana en el siglo XVII.

El siglo de la Ilustración fue el desarrollo, la difusión y el análisis de la física newtoniana, para explicar el macrocosmos. En la Nueva España del siglo XVII, fray Diego Rodríguez, en su libro *Tractatus Proemialum Mathematices*, tiene la influencia de las teorías de Euclides y Platón y en su texto la *Doctrina General* se percibe, el hermetismo de Kepler. A finales del siglo XVII, Carlos de Sigüenza y Góngora conoció la filosofía de Descartes y la mencionó brevemente en su *Libra Astronómica*.

Los novohispanos fray Diego Rodríguez y Sigüenza y Góngora hicieron alarde de erudición científica para explicar los fenómenos celestes, pero Sigüenza y Góngora no conoció la obra de su contemporáneo Newton, aún así el novohispano en su *Libra*, tiene noción de la teoría gravitacional.

Al iniciar el siglo XVIII, en los colegios jesuitas, perduró la enseñanza de la filosofía cartesiana permanezca, conjuntamente con la aristotélica al llegar las ideas de la Ilustración al continente americano, los jesuitas estudian los postulados de Kepler, Gassendi, Newton, Bacon, entre otros.

Los jesuitas aceptaban varias teorías, para explicar el cosmos, por lo que son eclécticos, es decir, aceptaban diversas leyes y no las rechazaban. En 1767, los jesuitas son expulsados de los dominios de la corona española. Así los estudios de la difusión de la ciencia novohispana van a recaer en el Colegio de San Francisco de Sales de la Orden de San Miguel de Allende.

Su máximo representante en la divulgación científica fue Benito Díaz de Gamarra que explicó en su cátedra la filosofía de Descartes, de Wolff, de Barbadiño

y los enunciados científicos de la electricidad de Jallabert, Nollet y Franklin, la concepción del mundo de Copérnico y la dinámica de Newton. Además escribió un libro para fines pedagógicos: los *Elementa Recentioris Pholosophiae*.

Benito Díaz de Gamarra fue un innovador en su tiempo, dado que nunca se había enseñado la óptica de Newton en los colegios novohispanos. Gamarra difundió, explicó y analizó la física newtoniana en el Colegio de San Francisco de Sales.

CAPÍTULO 2

FRANCISCO DIMAS RANGEL Y SU DISCURSO FÍSICO:

UN HALLAZGO PARA EL ESTUDIO DE LA AURORA BOREAL DE 1789

“(...) mi intención es que sea una historia no sólo de la naturaleza libre... como los cuerpos celestes (y) los meteoros... Por lo que consigno en detalle todos los experimentos de las artes mecánicas... Pues arrastro a la luz muchas cosas que a ninguno que no ha procedido por un camino regular y seguro hacia el descubrimiento de causas se le hubiere ocurrido investigar.”

Francisco Bacon
Instauratio Magna ⁸⁵

UNA INTERPRETACIÓN CRÍTICA DE LA HISTORIA DE LA CIENCIA NOVOHISPANA DE LA ILUSTRACIÓN

Durante el siglo XVIII en la Nueva España hubo un desarrollo del conocimiento científico cuyo origen se halla tanto en el contexto local como en el internacional.⁸⁶ Un buen ejemplo del carácter compartido de la difusión, aceptación y aplicación de la ciencia es la revolución científica newtoniana, notable por sus numerosos adeptos en Inglaterra, Europa Continental y América.

En la Nueva España ilustrada, los seguidores y los no seguidores de Newton leyeron directamente sus principales obras como los *Principios* y la *Óptica*, para explicar de manera científica los fenómenos naturales. La física, la mecánica, la astronomía y la matemática newtonianas eran estudiadas en los colegios jesuitas, en la Real y Pontificia Universidad de México, en el Seminario de Minería y en la Real Academia de San Carlos. Esta actividad permitió la existencia de una comunidad científica novohispana en estos ramos, entre cuyos miembros

⁸⁵ Bacon, *Instauratio Magna*, p. 21.

⁸⁶ Trabulse, Elías, *Historia de la Ciencia en México*, v. 1, pp. 15-17.

destacaron Joaquín Velázquez de León, Ignacio Bartolache, Antonio de León y Gama, Diego de Guadalajara y Benito Díaz de Gamarra, entre otros.

Los intercambios de conocimientos entre científicos novohispanos forjaron una tradición científica, encaminada al estudio de la naturaleza mediante comunidades epistémicas que cultivaron, enseñaron y aplicaron los nuevos conocimientos.

Es indudable que, en materia de historia de la ciencia, los historiadores han logrado avances significativos al explicar y analizar la producción científica de nuestro pasado virreinal. Pero aún falta por estudiar e investigar el conocimiento científico newtoniano y antinewtoniano durante la etapa de la Ilustración novohispana.

Conviene señalar que en el análisis del desenvolvimiento de la ciencia newtoniana y antinewtoniana novohispana, se deben estudiar las fuentes primarias y analizar los libros científicos de la época. Es necesario buscar en los archivos la información que sustente el avance científico de los postulados científicos de la Nueva España del siglo XVIII.

En los últimos años, los estudios historiográficos sobre el desarrollo de la ciencia en México han logrado avances significativos en este campo del saber humano. Sin embargo, aún quedan etapas oscuras en la historia de la ciencia mexicana, principalmente para la época virreinal. El historiador de la ciencia mexicana debe indagar en las fuentes primarias la existencia de la difusión y aceptación de la ciencia de la Ilustración y cómo la captaron los novohispanos ilustrados en su contexto histórico, y, así explicar el desarrollo científico de la Nueva España del siglo XVIII.

Pero, al mismo tiempo, el historiador de la ciencia debe ser selectivo, es decir, escoger el tema de investigación y la metodología para interpretar el pasado. En nuestro caso nos involucramos en el estudio sobre Francisco Dimas

Rangel y su obra el *Discurso Físico sobre la Formación de las Auroras Boreales* editado en 1789.⁸⁷ Es una obra que estudia la aurora boreal de 1789, que no hace referencia a Newton y es el inicio de la discusión que sostuvieron Rangel y Alzate al criticar a León y Gama y al no aceptar a Newton, por lo que, los científicos del siglo dieciocho que rechazaron la ciencia newtoniana pueden ser considerados antinewtonianos, pero ¿qué es un antinewtoniano?⁸⁸

El antinewtoniano se opuso a la “ciencia newtoniana” porque los *Principia* de Newton, según se argumentaba, no pasaba de ser una obra abstracta, poco inteligible, oscura y misteriosa. Algunos críticos de la física newtoniana fueron Rudjer Boscovich, George Berkeley, John Brooke, John Hutchinson y Samuel Taylor, entre otros.⁸⁹

I. Bernard Cohen aborda, en este contexto, el rechazo de destacados cartesianos a la obra de Newton, debido a que éste dejaba fuera sus premisas metafísicas. Menciona al respecto que: “Las primeras críticas esgrimidas en el continente (europeo) contra la física newtoniana (las de Huygens, Leibnitz, Fontelle y un recensionista anónimo en el *Journal des Scavans*) giran todas ellas en torno a una cuestión metafísica, sin detenerse realmente en el tema de la física, de la mecánica racional (dinámica) o de la mecánica celeste. Este problema

⁸⁷ Vid., Rodríguez-Sala, María Luisa, “Aproximación a la Historia de la Historiografía de la Ciencia en la Nueva España (1521-1810)”, en *Bitácora-e, Revista Electrónica de Estudios Sociales, Históricos y Culturales de la Ciencia y la Tecnología*, n. 1, Mérida, Venezuela, Universidad de los Andes, 2007, p.5.

⁸⁸ En nuestro estudio daré una interpretación al suceso conforme a las fuentes analizadas, para presentar una “nueva historia”, con una visión crítica, para explicar a la aurora boreal conforme a las teorías científicas de la época ilustrada novohispana. Vid., Pappe, Silvia, “La escritura de lo histórico”, en *Historiografía Crítica. Una Reflexión Teórica*, México, Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, 2001, pp. 91-97.

⁸⁹ Vid., Cantor, Geoffrey, “Anti-Newton”, in John Fauvel- Robin Wilson, (edited), *Let Newton Be!*, Great Britain, Oxford University, 1990, pp. 203-221 y Gandt, Francois de, *Force and Geometry in Newton’s Principia*, p. 272.

de la metafísica era el de si se puede admitir en el dominio de la ciencia algo que no sea materia y movimiento. En concreto, el problema radica en establecer si es posible aceptar la atracción, una fuerza que hace que los cuerpos actúen mutuamente unos sobre otros ‘a distancia’, una distancia que puede ser de cientos de millones de millas”. Cohen asienta que el desacuerdo con el sistema newtoniano, e incluso su rechazo, se basaba en una genuina preocupación acerca de si un cuerpo podía real y verdaderamente ‘atraer’ a otro cuerpo a través de inmensas distancias de varios de cientos de millones de millas”.⁹⁰

Los antinewtonianos en la Nueva España del siglo XVIII se localizan, fundamentalmente, entre los jesuitas, por ejemplo, Francisco Xavier Clavijero en su obra pedagógica, el *Cursus Philosophicus*, elaborada entre 1763-1766. En la parte titulada la “phísica particularis” explicó los principios y propiedades de los cuerpos. Clavijero critica a Ptolomeo, así como a Copérnico y acepta la hipótesis geocéntrica de Brahe; concibe a Galileo como defensor de la tesis heliostática en la comprensión del Sistema Solar y explica la teoría gravitacional de Newton.⁹¹

Si bien, los jesuitas, a partir de la segunda mitad del siglo ilustrado fueron los introductores de la enseñanza de la nueva física, la newtoniana, pero lo hicieron con el afán de criticarla y rechazarla. Es en este punto en el cual se establece un consenso entre los jesuitas, es el momento cuando se produce una interlocución entre ellos y también cuando se llega a un acuerdo; conforme a nuestras fuentes primarias en sus obras pedagógicas aceptan a Brahe y Descartes. Los jesuitas son antinewtonianos por que rechazan los postulados de Newton y aceptan la filosofía cartesiana.⁹² Es el caso de Francisco Xavier Alegre,

⁹⁰ Cohen, Bernard I., *La Revolución Newtoniana y las Transformaciones de las Ideas Científicas*, p. 82. Cfr. Chandrasekar, Subrahmanyan, *Newton's Principia for the common reader*, pp. 1-14; y D.T. Whiteside, *The Mathematical Papers of Isaac Newton*, v. VI, 1684-1691, pp. 10-29.

⁹¹ Clavijero, Francisco Javier, *Física Particular*, pp.62, 76-78, 97-101.

⁹² Navarro, Bernabé, *Cultura Mexicana Moderna en el siglo XVIII*, México, Facultad de Filosofía y Letras-UNAM, 1983, pp. 66-129, del mismo autor *Introducción a la Filosofía Moderna en México*, México, El Colegio de México, 1948 pp. 146-178. Feijóo es seguidor

quien enseñó filosofía en la isla caribeña de Cuba y posiblemente también en la ciudad de México, fue autor de un *Cursus Philosophicus* y expuso la teoría gravitacional, pero de manera lacónica. Los escritos jesuitas, elaborados en latín, estaban impregnados de eclecticismo, es decir, el empleo de varias teorías para explicar el cosmos; eran los textos que utilizaban los profesores jesuitas en la enseñanza de la filosofía. Entre los más destacados están los de Salvador Dávila, quien disertó sobre las teorías de Leibnitz, Newton y Descartes. Agustín Castro expuso a Descartes y Newton; el jesuita Vallarta enseñó filosofía en Puebla en 1749, su obra *Juliani epistolae Ponciad Christianum Philadelphum de Cunniculis Philosophics epistolae*, publicado en Toscana en 1779, fue un ataque a la teología cristiana, además, argumentó sobre la metafísica cartesiana, así como sobre la filosofía de Gassendi, Copérnico y la física de Newton, que contradecían las sagradas escrituras, pero principalmente esta última, la cual considera que las partículas de la materia son el principio de la estructura de los seres y de los objetos, es la teoría más peligrosa junto a su sistema del mundo por lo que fue considerada como una doctrina hereje, ya que, Newton explicó sobre el origen del mundo.

En la Nueva España del siglo XVIII después de que los jesuitas novohispanos fueron expulsados en 1767, Benito Díaz de Gamarra de la orden filipense, con su método ecléctico enseñó la ciencia moderna en el Colegio de San Francisco de Sales. En su obra pedagógica los *Elementa* de 1774, manifestó un rechazo a la óptica, mecánica y sistema del mundo cartesianos, para aceptar a Newton en óptica y física, como lo han analizado Carlos Herrejón Peredo,⁹³ María

de la filosofía cartesiana y rechaza la dinámica celeste newtoniana y el heliocentrismo de Copérnico, pero es difusor de la ciencia newtoniana. Vid. Benito Geronymo Feijóo Montenegro, *Theatro Crítico Universal*, t. III, pp. 145-149. Además el libro de Benito Jerónimo Feijóo y Montenegro, *Cartas Eruditas y Curiosas*, t. IV, pp. 294-308. Los cartesianos novohispanos han sido poco estudiados y no aceptan las concepciones científicas de Newton.

⁹³ Herrejón Peredo, Carlos, "Benito Díaz de Gamarra. Crítica sobre su física", en *Humanistas novohispanos de Michoacán*, Morelia, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 1982, pp. 103-117.

del Carmen G. Rovira⁹⁴ y Elías Trabulse⁹⁵. No obstante, su eclecticismo, Gamarra se adhirió a la óptica y física newtoniana en sus *Elementa* siguió la mecánica newtoniana.

La “diversidad cultural” en el contexto histórico fue diverso. Interpretar la difusión y aceptación a través de una región como la Nueva España es un problema en teoría del conocimiento. Un problema particular es el contexto sociocultural dominado por la ideología de la Iglesia Católica hispana, cuya ortodoxia fue vigilada por la Inquisición.⁹⁶ Por ejemplo El papa Clemente XII, emite un decreto el 13 de abril de 1739, en donde menciona:

“ (El) Newtonianismo, por las demás obras, el dialogo sobre la luz, el color y la atracción” ingresan al *Índice de Libros Prohibidos*, impreso en Malinas.⁹⁷

La Iglesia lucha por conservar la organización del saber científico católico contra la ciencia newtoniana que viene del exterior de sus fronteras, de Inglaterra. Esto significa que la religión y la razón se desarrollan juntas, una se opone a la otra y se refleja al

⁹⁴ Rovira, María del Carmen G., “El espíritu crítico y científico de Gamarra”, en *Memorias del Primer Congreso Mexicano de Historia de la Ciencia y la Tecnología*, t. II, México, SMHCT, 1988, pp. 590-596.

⁹⁵ Trabulse, Elías, “Díaz de Gamarra y sus Academias Filosóficas”, en *Humanidades*, t. I, n. 1, México, Anuario del Instituto de Investigaciones Humanísticas-Universidad Iberoamericana, 1973, pp. 235-249.

⁹⁶ En la Biblioteca Armando Olivares de la Universidad de Guanajuato se localizó un *Índice de Libros Prohibidos* editado en Madrid en 1640; menciona a Copérnico y su obra *De Revolutionibus*, a Kepler y sus siguientes libros, *Disertatio Nuncio Syderio*, *De Stella Nova*, *Astronomia par Optica*, *Nove Steriometria*, *Harmonocis Mundi*, *Astronomia Nova*, *Epitome Astronomiae Copernicae*, *De Cometis*, *Mercurius in Sole*, *Revolutionu Copernici*, *Dioptricae*, *Tabulae Rudolphiae* y *Chilias Logarithmorum*. (Se conserva la escritura latina del referido libro). Vid., *Librorum Novissimus Prohibitorum et Exporgandorum Index*, pp. 627-628 y 801;

⁹⁷ *Índice General de los Libros Prohibidos*, pp. 6 y 239. Esta obra fue localizada en la Biblioteca del Convento de san Francisco, en la Antigua Guatemala.

momento que el papa emite el edicto para colocar en el *Índice de Libros Prohibidos* a la física newtoniana.⁹⁸

Reconstruir una parte olvidada en la historia de la ciencia mexicana, Newton en la Nueva España del siglo XVIII requiere un esfuerzo especial, hace falta, entre otros aspectos, buscar y analizar la extensión de la revolución científica newtoniana en suelo novohispano.⁹⁹ Sin duda, que el aporte de Newton significó un cambio epistemológico con respecto a Descartes, tanto en óptica, matemática, dinámica celeste como en la física. Captar la difusión, aceptación y el desarrollo de la física newtoniana con los eclécticos y “newtonianos” novohispanos, permite conocer una parte del proceso de la formación cultural científica¹⁰⁰ de nuestra etapa ilustrada. Contamos con valiosos esfuerzos en este campo, pero, aquí, solamente mencionaré algunos historiadores que trabajan el siglo XVIII novohispano, debido a que, sus respectivas obras, han orientado mis pesquisas para indagar en este pasado histórico mexicano. Los resultados son excelentes, aquellos estudios me han ayudado a profundizar en mis propios trabajos a partir de que estudian la difusión, institucionalización y profesionalización del conocimiento científico novohispano ilustrado, el cual, cuenta con una rica e importante producción científica¹⁰¹

⁹⁸ Espinosa Sánchez, Juan Manuel, “Newton y el Santo Oficio 1724-1742”, ponencia presentada en el Seminario Departamental de Humanidades el 26 de septiembre de 2006 en la Universidad de Quintana Roo sede Chetumal, pp.28. El estudio es inédito.

⁹⁹ Elías Trabulse menciona, que entre los años de 1750 a 1810. “Los estudios científicos amplían enormemente sus horizontes. Una nueva taxonomía se adopta en los terrenos de la botánica y de la zoología; asimismo, acogen las concepciones newtonianas al aceptarse como indubitable la existencia cósmica de la gravitación.” Vid. su libro *Arte y Ciencia en la Historia de México*, p. 41 y del mismo autor, “Tradición y ruptura en la ciencia mexicana”, en Juan José Saldaña (editor), *Science and Cultural Diversity*, v.I, México, UNAM-Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia y la Tecnología, 2003, p. 39.

¹⁰⁰ Pérez Tamayo, Ruy, “¿Qué es primero, el experimento o la Teoría?”, en *Artículos de Divulgación. Obras*, v.21, México El Colegio Nacional, 2005, p.59.

¹⁰¹ Gortari, Elí de, *La Ciencia en la Historia de México*, p.13.

La ciencia novohispana del período de la Ilustración ha sido objeto de varios tipos de estudios relacionados con historia de la ciencia del cual se desprende un sin fin de análisis de los diferentes personajes de la época, Alzate, Gamarra, Velázquez de León, entre otros. De ellos, los historiadores nos han explicado sus influencias filosóficas y científicas, contamos con interesantes relatos de sus vidas, y, con valiosa información acerca de sus bibliotecas personales, sólo por mencionar algunos de los temas hasta ahora estudiados. En este campo las investigaciones son amplias, por lo cual, proporcionar una información más detallada de la producción historiográfica no corresponde al objetivo de este trabajo, pero ayudan a ubicar a los novohispanos seguidores de la física newtoniana. En tanto que, acerca del tema central que concierne a esta aportación, los historiadores de la ciencia que han abordado con profundidad la temática de la aurora boreal de 1789 en la Nueva España son Roberto Moreno de los Arcos y Elías Trabulse.¹⁰²

El primero de ellos, en su obra *Ensayos de Historia de la Ciencia y la Tecnología en México* en su respectivo estudio dedicado a Antonio de León y Gama menciona la interlocución científica que sostuvo con Francisco Dimas Rangel y con José Antonio Alzate,¹⁰³ en torno a la aurora boreal aparecida en la ciudad de México en la noche del 14 de noviembre de 1789. Por su parte, Elías Trabulse en su libro *la Historia de la Ciencia en México*, volumen III, reproduce la *Disertación Física sobre la Aurora Boreal* de León y Gama y la *Carta sobre las Auroras Boreales* de José Francisco Dimas Rangel.¹⁰⁴ Ambos historiadores de la

¹⁰² Juan Manuel Espinosa Sánchez, "En busca de la ciencia perdida: Francisco Dimas Rangel y su Discurso sobre la Formación de la aurora boreal de 1789", *Memorias del Coloquio Latinoamericano Historia y Estudios Sociales sobre Ciencia y la Tecnología, celebrado* del 23 al 27 de octubre de 2007, en la ciudad de Puebla, Publicado la Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia y la Tecnología, México, pp. 1313-1326.

¹⁰³ Moreno de los Arcos, Roberto, el Cap. "Antonio de León y Gama (1735-1802)," *Ensayos de Historia de la Ciencia y la Tecnología en México*, México, Instituto de Investigaciones Bibliográficas-UNAM 1986, pp. 73-110.

¹⁰⁴ Trabulse, Elías, *Historia de la Ciencia en México*, v. III, pp. 238-274.

ciencia en el momento de redactar sus respectivos trabajos no pudieron localizar en México la obra de Rangel relacionada con el referido fenómeno celeste y ninguno de ellos estudia la influencia científica de nuestros respectivos autores al analizar la aurora boreal de 1789.

FRANCISCO RANGEL Y SU LIBRO DISCURSO FÍSICO SOBRE LA FORMACIÓN DE LAS AURORAS BOREALES

En el presente escrito insertaremos la parte que hace falta del dialogo científico sobre el referido fenómeno celeste. Francisco Dimas Rangel¹⁰⁵ en 1789 elaboró el *Discurso Físico sobre la Formación de las Auroras Boreales*; la primera edición de esta obra se localizó en la Biblioteca del Congreso de la Unión en Washington con la siguiente clasificación: QC 972. R19.¹⁰⁶ Sólo existen dos copias en México una la tiene Yolanda Lazo y la otra está en poder del autor de este trabajo. Una segunda edición de esta obra se imprimió en 1790 y se localizó en la Bancroft Library Berkeley, en la Universidad de California, sin embargo, el investigador que la localizó, el doctor Pascual Buxó no anotó la ficha bibliográfica necesaria para su localización por cualquier otro interesado.¹⁰⁷

¹⁰⁵ Francisco Dimas Rangel, nació en Valladolid en la Nueva España, desconocemos su fecha de nacimiento, fue maestro relojero, construyó el reloj de la Iglesia Metropolitana, participó en las tertulias que organizaba el virrey Flores, al lado de Alzate y León y Gama.

Sobre sus obras científicas escribió en 1787 las *Advertencias para el buen uso de los relojes de faltriquera y para hacer juicio de su bondad*, en 1789 elaboró un *Discurso físico sobre la formación de las auroras boreales*, en 1791 una "Carta de D. Francisco Rangel al Autor de la Gazeta de Literatura, que contiene varias reflexiones tocante al sistema de D. Antonio de León y Gama, al pie de ellas ciertas Notas de un Anónimo.", publicada en la *Gaceta de Literatura*.

Sobre su vida se puede consultar a Beristain de Souza, José Mariano, *Biblioteca Hispano Americana Septentrional*, v.I, p.9 y Cavo, Andrés, *Suplemento a la Historia de los tres siglos de México durante el gobierno español*, v.III, p.83.

¹⁰⁶ Buxó, José Pascual, *Impresos Novohispanos en las Bibliotecas Públicas de los Estados Unidos de América (1543-1800)*, p.269.

¹⁰⁷ *Ibid.*, p. 271.

Por lo que respecta la obra de Rangel el *Discurso Físico*, se revisó en microfilm el 6 de mayo de 1999 del cual daremos a conocer algunas partes del texto científico alusivo al referido fenómeno natural.¹⁰⁸

Rangel inició su *Discurso Físico* con la redacción de siguiente párrafo:

“Con motivo de la Aurora Boreal que observamos a 14 de Noviembre del presente año de 1789, me puse a registrar algunos libros que tratan de esta materia, pues aunque ya había leído algo.... me previno la idea de escribir un papel á este asunto, y habiendo comenzado mi obra, salió la primera noticia á 19 del mismo mes en la Gazeta de Literatura, num. 5 pero su observación, y no se me frustraba el intento la concluir, al tiempo que salió la segunda noticia a 1 de Diciembre, la qual quedó pendiente en la Gazeta de México num. 44 (...) el que salga extemporáneo mi discurso, resolví darlo á la prensa,”¹⁰⁹

Rangel en su respectivo trabajo hace mención, del día en que se suscito la aparición de la aurora boreal y antes de escribir su ensayo científico también menciona que tuvo que leer a varios autores que estudiaron el citado fenómeno celeste. Además, nos proporciona la noticia que Alzate en la *Gaceta de Literatura*¹¹⁰ fue el primero en

¹⁰⁸ Publicación facsimilar, de la obra de Francisco Dimas Rangel, *Discurso Físico sobre la Formación de las Auroras Boreales*, en Tellez Nieto, Heréndira y Juan Manuel Espinosa Sánchez, “La astronomía teórica novohispana: Francisco Dimas Rangel y la aurora boreal de 1789”, en la *Revista Relaciones*, v. XXX, n. 117, del Colegio de Michoacán, Invierno del 2009, pp. 183-210. Estudio crítico y filológico del citado Documento, de Francisco Dimas Rangel.

¹⁰⁹ Rangel, Joseph Francisco Dimas, *Discurso Físico sobre la Formación de las Auroras Boreales*, p.1.

¹¹⁰ Alzate y Ramírez, José Antonio de, "Noticia del Meteoro observado en esta ciudad en la Noche del dia 14", en *Gazeta de Literatura* t.I, n.6, México, 19 de Noviembre de 1789, pp.41-42.

La gaceta de literatura de México círculo del 15 de enero de 1788 al 22 de octubre de 1795, la gaceta fue un espacio para la polémica, de las ideas y de los resultados científicos, además de asuntos de la ciencia, de historia, comercio, jurisprudencia y geografía. Vid., Saladino, García Alberto, "La difusión científica en el siglo XVIII:

publicar su observación y posteriormente fue León y Gama quien escribió sobre el fenómeno en su primera parte de su estudio astronómico de la aurora en la *Gaceta de México*.¹¹¹ Por lo tanto, el siguiente escrito que salió de la imprenta fue el *Discurso Físico* de Rangel mismo que insertamos para los lectores.

A lo largo del presente escrito Rangel hace mención de la diversidad de autores que consultó para poder redactar su *Discurso Físico*, al respecto menciona: Maupertius, y su libro la *Historia de Viaje a la Laponia*, posteriormente, sólo hace mención de los escritores que tratan sobre asuntos relacionados con las apariciones de auroras boreales en Europa Mairan, Bufon, Berger, Casini, Euler, Paulian, Mussembroek, Sigaud de la Fond, Lalande, al abate Para y Maquer.¹¹²

Más adelante Rangel expuso su propia teoría y explicó la constitución de la aurora boreal con las siguientes palabras:

“Es cosa bien sabida de los Físicos modernos, que entre las substancias aëriiformes conocidas no hay otra de menos gravedad específica que el gas inflamable. Se da este nombre a una especie de aire muy sutil (...). Para la inflamación de este gas, se requiere la concurrencia, o contacto del aire atmosférico (...) para incendiarse.”¹¹³

Rangel, apoyado por las teorías del Abate Para y Lalande, explicó que el agente que desencadenó la aparición de la luz del citado fenómeno natural: *el agente que inflamó el gas hidrógeno fue la electricidad. Dado que dicho gas es muy ligero, puede subir a la atmósfera, mezclarse con el aire, provocando una*

homenaje a la *Gaceta de Literatura de México*", en *Ciencia y Desarrollo*, vol. XIV, n.84, México, Conacyt, Ene.-Feb., 1989, pp.93-99.

¹¹¹ Manuel Antonio Valdés, fue impresor del gobierno en 1783 obtuvo la licencia del Virrey Matías de Gálvez y confirmada por Carlos IV, en febrero de 1785, para publicar una gaceta con noticias de la Nueva España. Vid., Ruíz, Castañeda María del Carmen, "La Tercera Gaceta de la Nueva España. Gaceta de México (1784-1809)", en *Boletín del Instituto de Investigaciones Bibliográficas*, n.6, México, I.I.B.-UNAM., Jul.- Dic., 1971, pp.137-150.

¹¹² Ibid., p. I-VII.

¹¹³ Ibid., pp. IV-V.

*chispa eléctrica. Se enciende el gas y el resultado es la luminosidad observada en las auroras boreales.*¹¹⁴

Pero, a lo largo de la obra, Rangel utiliza el término gravedad, como la nota textual anterior, sin hacer mención de Newton. En el siglo XVIII en Europa no “existen newtonianos puros”. Los pensadores son eclécticos al aceptar la matemática y mecánica cartesiana y al aplicar la física, mecánica, óptica, dinámica celeste y matemática, con los postulados newtonianos en la explicación del cosmos. Se trata de los científicos europeos como Clairaut, Boscovich, Voltaire, Maupertius y Euler, entre otros.¹¹⁵

En el caso específico de Rangel utiliza su trabajo para resolver un problema que se presentó en la naturaleza y para explicar el color rojo de la aurora boreal, mediante una exposición cognitiva de la química¹¹⁶. No hay duda de que de la lectura de su documento podemos concluir que no fue un seguidor directo de Newton, porque nunca cita sus *Principia*. Pero, se apoya con autores europeos, quienes, en su momento, defienden los axiomas newtonianos de la mecánica, como Maupertius, Euler, Paulian, Mussembroek y Lalande. Así, desde esta perspectiva de análisis, se puede considerar a Rangel en su *Discurso Físico* como

¹¹⁴ Ibid., p. VII.

¹¹⁵ Cfr. Cohen, Bernad I., *Franklin and Newton. An Inquiry into Speculative Newtonian Experimental Science and Franklin Work and Electricity as an Example Theorof*, pp. 120-139; Guerlac, Henry, *Newton on the Continent*, pp. 41-73 y Gandt, Op. Cit., pp. 271-272.

¹¹⁶ La *Disertación Física* de Rangel, es un texto histórico que nos presenta una parte del pasado científico del siglo XVIII de la Ilustración novohispana, con una riqueza invaluable para los historiadores de la ciencia colonial. Para lucitar, en mi caso el desarrollo de la ciencia, la aceptación o rechazo de la física newtoniana en la Nueva España del siglo XVIII. Cfr., Betancourt Martínez, Fernando, “Significación e Historia: El problema del límite en el documento histórico,” en *Estudios de Historia Moderna y Contemporánea de México*, v. 21, México, Instituto de Investigaciones Históricas-UNAM, 2001, p.2, (la paginación es nuestra). Documento 265 en <http://www.iih.unam.mx/moderna/ehmc21/265.htm> (consultado el 12 de septiembre de 2007).

un seguidor indirecto de Newton, a través del uso de obras europeas alternas de autores que siguieron la mecánica newtoniana.

Los Textos Científicos Novohispanos relacionados con la Aurora Boreal de 1789

El rescate del trabajo de Rangel permite realizar un análisis sobre la aparición de la aurora boreal de 1789 y construir íntegramente la vinculación científica sobre el tema que sostuvieron Alzate, Rangel y León y Gama.

Alzate menciona hace referencia al fenómeno celeste en una *Noticia del Meteoro observado en esta Ciudad en la Noche del día 14* en la *Gaceta de Literatura*, que apareció el día 19 de noviembre de 1789, en ella nos dice:

“Serían las 8 y media de la noche, cuando mi mozo advirtió se registraba en el cielo una luz particular por la parte del norte, al punto subí a mi pequeño observatorio y registré una parte del círculo formada de una luz roja obscura. La persuasión en que estaba que las auroras boreales sólo son observables en las partes septentrionales o meridionales del globo, me tenía perplejo. A primera vista parecía que en la villa de Guadalupe había algún incendio (...) Para dar una idea del modo con que estaba formada, diré que era un segmento de círculo, cuya saeta que se dirigía del punto del norte en el horizonte para la estrella polar, era de 12 grados y la cuerda que subtendía al arco de 38 grados... lo digno de notarse es que al paso que se iba desapareciendo el color rojo, le sucedía otro blanquecino (...).”¹¹⁷

Posteriormente Antonio de León y Gama escribió el *Discurso sobre la luz septentrional, que se vio en esta Ciudad el día 14 de Noviembre de 1789 entre 8 y 9 de la noche*, aparecido en la *Gaceta de México* del impresor Manuel Antonio Valdés, dice:

¹¹⁷ Alzate y Ramírez, José Antonio de, "Noticia del Meteoro observado en esta ciudad en la Noche del día 14," en *Gazeta de Literatura*, t.1., n.6., México, 19 de Noviembre de 1789, pp. 41-42.

“Esta Luz (que no es otra cosa que una Aurora Boreal, observada freqüentemente en muchos lugares Septentrionales de la europa) comenzó á parecer, según se há podido averiguar, á las 7 1/2, tomando su principio por el rumbo de N.E. detras de los cerros de la Villa de Nrâ. Srâ. de Guadalupe, por unos rayos blanquizcos... hasta las 8 1/2... se veía en el horizonte la luz, que formaba la base, de un color entre rojo y amarillo, de cuyos extremos se percibía una porción de circunferencia mas iluminada que el resto del segmento de círculo que representaba de color rosado obscuro por *un humo denso con que parecía estar mezclada la luz.*”¹¹⁸

León y Gama se inclina por la ley de la gravitación¹¹⁹ la cuál incide para la formación de la aurora boreal y crítica a Alzate:

“ (...) en la Atmósfera Solar, de donde se forma la Luz Zodiacal cuyas partículas luminosas, no estando más distantes de la tierra que sesenta mil leguas, descienden á ella en virtud de las leyes de la gravitación mutua de los cuerpos, y forman las Auroras Boreales...Entre tanto esperamos, que el Autor de las Gazetas de Literatura llene algunas de ellas con este asunto propio de su título, dandonos, baxo de las mismas demostraciones, un nuevo descubrimiento, que nos satisfaga, y convenza de la naturaleza admirable de este fenómeno.”¹²⁰

De inmediato Alzate contestó en contra posición y se inclinó momentáneamente por el fluido eléctrico como la causa de la aparición de la aurora, sabía de antemano que León y Gama era el autor del artículo sobre la aurora.

¹¹⁸ León y Gama, Antonio de, "Discurso sobre la luz septentrional que se vio en esta Ciudad el día 14 de Noviembre de 1789 entre 8 y 9 de la noche," en *Gazeta de México*, t.III, n.44, México, 1789, pp.432-433.

¹¹⁹ Cfr., Newton, *Principios*, pp.744-745; y Vid., Newton, Isaac, *El Sistema del Mundo*, p.81.

¹²⁰ León y Gama, Antonio de, "Continuación del Discurso sobre la Aurora Boreal." en *Gazeta de México*, t. III, n.45, México, 22 de Diciembre de 1789, p.101.

... “como ligeramente supone el Autor Anónimo para impugnar mi observación, que las Auroras se mantienen quietas en la parte septentrional hasta su total desaparición... ¿Será falta de memoria, ó sobra de ocupaciones lo que hace que mi antagonista tropieze muy a menudo? asentó, como ya se vio, que las Auroras eran permanentes, ... ? Que en seis páginas que comprende el Discurso del reciente Astrónomo o se hallen tantos errores! ... Poco sabe de Óptica quien dice disminuyo la visión... Se espera á que el Señor inventor de sistemas explique (el) fenómeno tan particular (...) la respuesta ha sido la confesión de mi ignorancia sobre la naturaleza y causa del fenómeno. Me inclinaría á creer se verifica alguna mayor analogía con los efectos del fluido eléctrico, que con los del magnético, pero suspendo mi juicio sin afirmar ni negar (...).”¹²¹

León y Gama respondió con un libro, que es una de las grandes aportaciones astronómicas de la ciencia novohispana y lleva por título *Disertación Física sobre la Materia y Formación de las Auroras Boreales* publicado en 1790.¹²²

Newton en su *Óptica* libro1, proposición II, titulada: *La luz del Sol consta de rayos de diferente refrangibilidad* hizo que un haz de luz natural atravesara el prisma y observó:

¹²¹ Alzate y Ramírez, Antonio de "Carta del Autor de la Gazeta de literatura al Anónimo que imprimió en las de México NN. 44 y 45 un Discurso sobre la Aurora Boreal," en *Gazeta de Literatura*, t.1, n.3, México 8 de marzo de 1790, pp.101-104.

¹²² A partir de ella León y Gama hace alarde de su erudición sobre la física newtoniana la cuál aplicó y desarrollo, para explicar la aurora boreal. En la *Gaceta de México*, del 10 de agosto de 1790 apareció la siguiente noticia:

"Se ha impreso en la oficina de esta, y se expende al precio de tres reales una Disertación Física que trató de la que apareció el mes de Noviembre de el año anterior, á la que acompaña una estampa."

El método usado por León y Gama para analizar sus axiomas es el matemático y el experimental. Es decir, que la explicación de los fenómenos celestes no debe hacerse a través de hipótesis y tautologías. Vid., *Gazeta de México*, t. IV, n.15, México, 10 de Agosto de 1790, p.148.

“(…) una imagen o espectro PT era de colores, presentado el rojo en el extremo menos refractado, T, el violeta es el mas refractado, P, y amarillos, verde y azul en los lugares intermedios, en consonancia con la primera proposición, que dice que la luces que difieren en color también difieren en refrangibilidad.)¹²³

En esta obra de León y Gama se percibe la influencia de Newton, cuando expone que la variedad de colores se produce cuando la luz blanca se proyecta sobre un prisma. Posteriormente León y Gama extrapola este principio al macrocosmos al referir que la luz blanca se altera al penetrar en las partículas heterogéneas y vapores de la atmósfera. De tal forma que estas constituyen un obstáculo *para los rayos menos refrangibles, formando diversos refringentes que modifican la luz y causan los colores.*¹²⁴

Antonio de León y Gama a lo largo de su discurso de la aurora boreal demostró su erudición científica, aplicando y desarrollando los postulados de Newton a lo largo de su obra. León y Gama utilizó el lenguaje de los *Principia*, por ejemplo los términos de la teoría gravitacional, fuerza, masa, tiempo, espacio e inercia; manejó también la *Óptica* de Newton para explicar el color de la aurora boreal, haciendo una analogía con la variedad de colores de la luz blanca al proyectarse sobre un prisma. Este hecho lo traslada al macrocosmos para analizar la variedad de colores de la aurora.

Posteriormente, Antonio de Alzate escribió la *Novedad Literaria...*¹²⁵ con el fin de exponer su propia opinión y de paso criticar la *Disertación* de León y Gama:

... “ que la luna, conmoviendo en cierto modo al Ether, lo agita, pone en movimiento, ocasiona en él una especie de vibración,

¹²³ Newton, Isaac, *Óptica. o Tratado de las Reflexiones, Refracciones, Inflexiones y Colores de la Luz*, pp. 32, 37.

¹²⁴ León y Gama, Antonio de, *Disertación Física sobre la Materia y formación de las Auroras Boreales*, p. 31.

¹²⁵ Alzate, Antonio de, "Novedad Literaria. Disertación (nombrada) Física, sobre la materia y formación de las auroras boreales... por D. Antonio de León y Gama &c," en *Gazetas de Literatura de México*, t.1., n.24, México, 16 de agosto de 1790, p.196.

y hé aquí á nuestra aurora nacida de un estrujon... Si se nota en ella un color de fuego, ó algún otro, esto depende, de que pasando los rayos de la luz por diferentes lugares de la atmósfera, los vapores mas o menos gruesos que son un obstáculo que absuerve aquellos rayos menos refrangibles, formando diversos medios refringentes que modifican la luz, y causan los colores &c... En buena filosofía, ¿no es cierto que una causa constante debe producir un efecto constante, como lo vemos prácticamente en las mareas, ejemplo de que se vale el Sr. de Gama para apoyar su sistema? Traslado al autor. Lo que debo advertir únicamente es, que todo esto se halla fundado en demostraciones físicas y matemáticas, según dice el mismo autor. Sistema por sistema, es preferible el publicado por Don Francisco Rangel.¹²⁶

A su vez Francisco Dimas Rangel escribió una carta a Alzate en donde se manifestó en contra de la obra de León y Gama.¹²⁷

Por su parte Rangel en su carta dirigida a la *Gaceta de Literatura* rebatió las ideas de León y Gama conforme a la aparición de la aurora boreal en el cielo. Rangel tomó esta idea del texto de Lavoisier, pero no es así,¹²⁸ ya que *Tratado Elemental de Química*, se publicó en 1789,¹²⁹ y en la nota tres de la carta de Rangel en donde Alzate escribió lo siguiente:

¹²⁶.- *Ibid.*, p. 196.

¹²⁷ Rangel, Francisco, "Carta de D. Francisco Rangel al Autor de la Gazeta de Literatura, que contiene varias reflexiones tocante al sistema de D. Antonio de León y Gama, y al pie de ellas ciertas Notas de un Anónimo," en *Gazetas de Literatura*, t.II, n.15, México 22 de marzo de 1791, pp.117-122.

¹²⁹ Sobre la introducción de la química moderna de Lavoisier en el Real Jardín Botánico de la Nueva España y de la polémica entre Alzate y Cervantes, Vid., Aceves, Patricia, *La Difusión de la química moderna en el Real Jardín Botánico de la Ciudad de México, 187p.*, un análisis más detallado lo da la misma autora en su artículo, " La difusión de la ciencia en la Nueva España polémica entorno a la nomenclatura de Linneo y Lavoisier", en *Quipu*, v. IV, n.3, México, SLHCT, Sep.-Dic., 1987, pp.357-385.

Recientemente apareció una edición facsimilar de la polémica entre Alzate y Cervantes, en Moreno, Roberto, *Linneo en México. La controversia sobre el sistema*

“No será fuera de propósito a mis lectores la extraña y feliz contingencia de que el autor de este sistema hubiera publicado el mismo de que Lavoisier, uno de los mayores químicos del día, acababa de dar una idea en París en su Tratado elemental de química... sobre la aurora boreal, impreso en 1789. Es muy posible, dice Lavoisier, y aun es muy probable, que se hayan formado desde el principio del mundo y se formen diariamente gases que no pueden mezclarse sino con dificultad con el aire de la atmósfera, y que se separen de él. Si estos gases son más ligeros, deben juntarse en las regiones más elevadas y formar capas que naden sobre el aire atmosférico. Los fenómenos que acompañan a los meteoros ígneos se mueven a creer que hay en lo más alto de la atmósfera una capa de un fluido inflamable, y que en el punto del contacto de estas dos capas de aire, es en donde se forman los fenómenos de la aurora boreal y de otros meteoros ígneos... Tal vez no faltará alguno que repunte al caballero Rangel por plagiarlo, pero para convencerse de lo contrario no se necesita más que ver la fecha de su papel que fue el año de 89 con la publicación de la obra de Lavoisier. A más de esto, la primera obra de Lavoisier que se sabe haber llegado a ésta, es la de don Juan Eugenio Satelices Pablo, que no obstante llegó a sus manos muchos meses después de publicado el papel de nuestro autor.”¹³⁰

La idea de Rangel es innovadora en la ciencia novohispana y análoga a la de Lavoisier en Europa. El otro punto a cuestión se derivó de la materia constitutiva de la aurora boreal, León y Gama proponía que la luna era el agente que hace vibrar al éter, Rangel consideraba que era un gas inflamable.

Rangel mencionó que *la materia de que se forma este meteoro es el gas inflamable* y en cuanto a la existencia del éter opinó que:

binario sexual. 1788-1789, 279p, y Zamudio, Varela Graciela, “Institucionalización de la enseñanza y la Investigación botánica en México (1787-1821)”, pp.56-60.

¹³⁰ Rangel, “Carta de D. Francisco Rangel” pp.118-119.

“(…) si es muy verosímil que hay en los espacios celestes y se halla mezclada cierta materia tenuísima que llamamos Ether (…) es indubitable también, que hay en lo interior de la tierra ciertas sustancias aeriformes que denominamos gazes y que por su excesiva ligereza se elevan a alturas sumamente considerables en la atmósfera.”¹³¹

Rangel recurrió a otros autores para dar rigor académico a su tesis, invocó a Blanchart, Boyle, Buffon, Macquer y Lavoisier, del cuál aparentemente citó su tratado, en la parte que trato de la formación de la atmósfera terrestre:

“Si estos (gases) son mas ligeros deben reunirse en las regiones elevadas, y formar allí capas que naden sobre el ayre atmosférico. Los fenómenos que acompañan a los meteoros igneos, me hacen creer que existe también en lo alto de la atmósfera una capa de fluido inflamable, y que en el punto de contacto de estas dos capas de ayre es donde suceden los fenómenos de la aurora boreal y otros meteoros igneos.”¹³²

Además suponía que una chispa eléctrica encendía el gas dando como resultado la luminosidad observada en las auroras boreales:

“Los gazes (…) encontrados en el fluido electrico, como quiera que son por su naturaleza muy inflamables, se encienden y encendidos tiñan el ayre de aquel color rojo que manifiestan las auroras.”¹³³

Posteriormente en la *Gaceta de México* del 12 de abril de 1791, da noticia sobre " la impugnación de un sistema publicado sobre la Aurora Boreal."¹³⁴ León y Gama no respondió al escrito de Rangel.

¹³¹ Ibid., p.124.

¹³² Lavoisier, Antoine, *Tratado Elemental de Chimica*, v.I, pp. 22-23 y Cfr., "Carta de D. Francisco Rangel...", Op.Cit., p.124.

¹³³ Ibid., p.127

¹³⁴.- *Gazeta de México*, t. IV, n.31, México, 12 de abril de 1791, p. 300.

Nuestros autores estudiados llegaron por distintas vías a explicar el color rojo que se forma en la aurora, el cuál se debe a la ionización de las capas altas de la atmósfera cuando en ella actúa una descarga eléctrica causada por partículas procedentes del Sol. El problema a explicar científicamente reside en la pigmentación de la aurora boreal en el firmamento, pero cuando se enfrentan dos diferentes teorías científicas no es posible lograr el consenso. Así, en una parte de la comunidad científica novohispana, Alzate y Rangel se dejan guiar por la química, en tanto que León y Gama parte de la mecánica y óptica newtonianas.¹³⁵ Cada uno de estos autores busca explicar, de forma satisfactoria, la realidad a la que se enfrentan, el citado fenómeno natural, mediante la aplicación de las distintas leyes científicas a las que se aferran y obtener y esclarecer así una comprensión científica,¹³⁶ el color sepia de la aurora boreal observada en la Nueva España, en 1789.

Las actuaciones de los autores que se ocuparon de la explicación de la aurora boreal se inscriben en los que Elías Trabulse ha considerado la presencia de una comunidad científica al interior de la cual se explica la labor científica. Este autor menciona: *No existe obra de ciencia que surgida de cualquier comunidad científica pueda desconectarse del conjunto de ideas que prevalecían en ese momento en el ámbito intelectual local.*¹³⁷

Reflexión Final

Al abordar el desarrollo de la ciencia durante el siglo XVIII a través del análisis del diálogo entre diversos miembros de la comunidad científica que entonces existía nos planteamos la interrogante: ¿En el marco de las teorías científicas que los miembros de la comunidad científica novohispana del último tercio del siglo XVIII conocían, puede haber inconmensurabilidad o desacuerdo cuando esos hombres

¹³⁵ Espinosa Sánchez, Juan Manuel y Patricia Aceves, "Un Científico Newtoniano en la Nueva España del último tercio del Siglo XVIII: Antonio de León y Gama", en Celina Lértora Mendoza (Compiladora), *Newton en América*, Buenos-Aires, Argentina, Fepai, 1995, p.17-25.

¹³⁶ Pérez Tamayo, Ruy, *Sísifo y Penélope, Invenciones y Asombros varios sobre la Ciencia en México y en el Mundo Entero*, p. 283.

¹³⁷ Trabulse, "Introducción", en Op. Cit., v.I, p. 27.

de ciencia buscan explicar un fenómeno natural? La respuesta es sí y está basada en el estudio de la aurora boreal que se observó en la Ciudad de México en el año de 1789; este suceso dio lugar a un diálogo escrito entre las partes oponentes, para explicar a la naturaleza y el análisis interpretativo de ese diálogo es lo que ha permitido responder a la pregunta central.

A partir de la interpretación epistemológica de los textos científicos impresos hallados en los diversos acervos, buscamos probar la presencia de la inconmensurabilidad durante esta etapa de ilustrada novohispana. El resultado analítico nos lleva a afirmar que no localizamos un consenso para explicar el fenómeno natural de la aurora boreal; por lo tanto, está presente la inconmensurabilidad. Lo está al haber entrado en pugna dos teorías para explicar la aurora boreal, la que se basó en Lavoisier y Mussembroek y la que partió de Newton. Alzate y Rangel rechazan la mecánica newtoniana y definen claramente su postura al seguir los conocimientos químicos como la explicación del origen de la aurora boreal, por lo que, en esta parte de su obra, pueden ser considerados antinewtonianos. Mientras que León y Gama se muestra explícito defensor de la mecánica y óptica newtonianas, las cuales adopta en la explicación de la aparición del citado fenómeno celeste, y, sin duda, debe ser considerado newtoniano.¹³⁸

En este diálogo científico el rescate de la *Disertación Física* de Rangel es importante, ya que cronológicamente representa la tercera obra que estudia la aurora boreal de 1789. Como hemos mencionado arriba, lamentablemente hasta la fecha no se ha podido localizar un ejemplar de esta obra en México, por lo que es importante su difusión, tanto para su conocimiento, como para demostrar el

¹³⁸ Espinosa Sánchez, Juan Manuel, "Newton y la física de la luz, en la Nueva España del siglo XVIII: Antonio de León y Gama y su estudio de la aurora boreal de 1789", *Memorias del X Congreso Mexicano de Historia de la Ciencia y de la Tecnología* celebrado en los días 18 al 20 de octubre de 2006, en la ciudad de México, SMHCyT, pp.73-80. Para estudios de la biblioteca de León y Gama, donde se ha localizado diversos libros de Newton se puede consultar: A.G.N., *Inquisición*, v. 947, f.6r.-15r; y Moreno, Roberto, *Ensayos de Bibliografía mexicana*, pp.167-196.

desarrollo científico de la ciencia ilustrada mexicana. Rangel, desde el principio de su análisis sobre el fenómeno boreal, fijó su postura referente a la aparición de la aurora boreal; para él, se origina cuando una chispa eléctrica inflama el gas hidrógeno, y, como se sabe, esta es la explicación científicamente vigente.

CAPÍTULO 3

LA ÓPTICA EN EL REAL SEMINARIO DE MINERÍA

"Nace en el hombre el ansia de saber el percibir grandes fenómenos que llaman su atención. Pero para que ese anhelo persista, es menester que se desarrolle un interés más profundo que lo conduzca el gradual conocimiento de los objetos."

Johann W. Goethe
Esbozo de una Teoría de los Colores

LA PROBLEMÁTICA DE LA MINERÍA NOVOHISPANA EN EL SIGLO XVIII

Los reales de minas jugaban un papel importante en la economía novohispana. El real de minas enviaba la plata a la capital del virreinato, donde pagaba el impuesto de cuño. El metal era enviado en barras y posteriormente acuñado, ahí se retenía el impuesto. El dinero acuñado por los mineros era para comprar mercancías y traer productos manufacturados.

El comercio interno de la colonia dependía de una red de comunicación. Así, el real de minas se convirtió en un centro de urbanización y de especialización económica.¹³⁹ Las técnicas de extracción de la plata durante los siglos XVI, XVII y XVIII, eran deficientes, principalmente por la falta de dinero, mano de obra, el elevado costo del mercurio aunado a la constante inundación y derrumbes de las minas. Así como la falta de ventilación e iluminación adecuada hacia más difícil la explotación del apreciado metal, además otros metales eran desperdiciados por ignorancia.¹⁴⁰

¹³⁹.- Castrejón, Diaz Jaime, *El Sur en la época colonial*, pp.30-31; Hadley, Phillip L., *Minería y sociedad en el centro minero de Santa Eulalia Chihuahua (1709-1750)*, p.123; y Pérez, Herrero Pedro, " El México Borbónico: Un éxito fracasado." *et. al.*, *Interpretaciones del siglo XVIII Mexicano: El Impacto de las reformas borbónicas*, p.136.

¹⁴⁰.- Montejano y Aguiñaga, Rafael, *El Real de Minas de la Purísima Concepción de los Catorce, San Luis Potosí*, pp.13-17, Bakewell, P.J., *Minería y Sociedad en el*

La minería novohispana, desde sus inicios, tuvo un difícil problema que resolver: la extracción de la plata. Esta se hacía con métodos rudimentarios, desde construir un tiro perpendicular perforado directamente desde la superficie hasta la veta, y en la cual, la pólvora sólo se empleo en pocas ocasiones.

En los siglos XVI y XVII,¹⁴¹ los tiros para extraer el metal no eran profundos, como las minas del siglo XVIII, en Real del Monte la profundidad era de 375 varas¹⁴² en 1790,¹⁴³ la de Zacatecas con 360 varas en 1797, la de Bolaños con 272 varas en 1790, la de Valencia con 635 varas en 1810.¹⁴⁴

Los mineros novohispanos empleaban el zapapico de hierro para extraer el mineral de la veta y en el siglo XVIII se utilizó con más frecuencia la pólvora¹⁴⁵ lo que fue un avance técnico en la perforación de tiros y galerías.

México Colonial Zacatecas 1546-1700, pp. 185-195, Al respecto un excelente estudio es el de López, Miramontes Alvaro, *Las Minas de Nueva España en 1753*, p.106

¹⁴¹.- En las minas del cerro de Potosí (San Luis Potosí), el arquitecto Alonso Arias construyó un tiro de 106 varas en línea recta, entre 1614 y 1617, por lo que fue una de las grandes obras de ingeniería de la época. Cfr., Bora, Woodrow, "Un gobierno provincial de frontera en San Luis Potosí (1610-1620)", en *Historia Mexicana*, v. XIII., n.4, México, El Colegio de México, Abr.-Jun., 1964, pp. 532-550.

¹⁴².- La medida de longitud de una vara equivale a 838 milímetros.

¹⁴³.- Humboldt, Alejandro de, *Ensayo Político de la Nueva España*, pp.361-362.

¹⁴⁴.- Brading, D.A., *Mineros y comerciantes en el México borbónico (1763-1810)*, p.183; Brading, D.A., "La minería de la plata en el siglo XVIII: el caso de Bolaños", en *Historia Mexicana*, v. XVIII, n.3, México, El Colegio de México, Ener.- Marz., 1969, pp.317-333.

¹⁴⁵.- En la minería americana la pólvora se utilizó por primera vez en las minas de Huancavelica en el Perú, en el primer tercio del siglo XVII, para la apertura del

El mineral extraído se colocaba en recipientes de cuero, los tenateros lo llevaban a hombros hasta la base del tiro vertical. En las minas más profundas se empleó el malacate¹⁴⁶ para subir el mineral por el tiro hasta la superficie. Además el malacate fue utilizado para resolver los problemas de desagüe, este método era costoso, dado que tenían que dar forraje y mantenimiento a los animales de tiro, como renovar constantemente el cuero y el cordel del recipiente que eran caros y duraban poco. Por lo que muchos mineros preferían abandonar sus minas y no arriesgar su fortuna.

Otros problemas técnicos en la minería novohispana eran la ventilación y la iluminación. La ventilación empleaba conductos llamados lumbrera que eran pozos que se perforaban hasta la superficie.¹⁴⁷ La lumbrera tiene dos funciones técnicas: dar respiración y permitir que ardan las luces en el interior de la mina. Así, la mina no presentara el bochorno que es el exceso del calor que apaga las luces dentro de la mina por falta de ventilación y evita los efluvios que despiden los operarios con la fatiga, y el vapor que proviene de la calidad del terreno.¹⁴⁸ El otro problema técnico

socavón de Belén y en las minas del Potosí a finales del siglo XVII. Vid., Mira, Guillermo, "Plata y tecnología en la América española del siglo XVIII. Una aproximación a los cambios productivos bajo la ilustración", *et. al.*, *Ciencia Colonial en América*, p.259. La corona española fomento la industria novohispana con dos fábricas en la segunda mitad del siglo XVIII. Una instalada en Santa Mónica para la afinación de cobre y la de Santa Fe para la fabricación de explosivos, por lo que el estado regia el control de la pólvora. Vid., Miranda, José, *Humboldt y México*, p.63.

¹⁴⁶.- Es un mecanismo formado por una polea que va tirado por grupos de cuatro o más acémilas o caballos.

¹⁴⁷.- Semo, Enrique, *Historia del capitalismo en México*, p.41.

¹⁴⁸.- López, Op.Cit., p.102.

fue la iluminación, en el interior de las minas. Se empleó la vela, que era extraída del sebo de la res.¹⁴⁹

En el presente trabajo no explicaremos los problemas técnicos de amalgamación del mineral¹⁵⁰ y de la máquina de vapor. Los novohispanos del siglo XVIII, se preocuparon por mejorar las condiciones de las minas, uno de ellos fue Francisco Xavier Gamboa¹⁵¹ elaboró los *Comentarios a las Ordenanzas de Minas*

¹⁴⁹.- Hadley, Op. Cit., p.124; y conversación oral con el lic. Abraham Rivera. En las minas inglesas se solucionó el problema de la iluminación entre los años de 1813-1815, con la invención de la lámpara creada por Humphy Davy, George y el Dr. Clanny, Vid., Ashton, T.S., *La Revolución industrial 1760-1830*, pp.79-80.

¹⁵⁰.- El método más desarrollado fue el de patio y se empleó a partir del siglo XVI, en el distrito de Real del Monte y Pachuca por Bartolomé de Medina. Vid., Randall, R.W., *Real del Monte: Una empresa minera británica en México*, pp.32-35.

¹⁵¹.-Francisco Xavier Gamboa, nació el 17 de diciembre de 1717, en Guadalajara, Nueva Galicia, ingresó en el Colegio de San Juan Bautista al fallecer su padre Antonio de Gamboa oidor de la Audiencia de Nueva Galicia, en 1773 estudio en el Colegio de San Ildefonso en México su protector fue José de la Mesía y Cerda.

En el colegio jesuita Gamboa estudio filosofía y jurisprudencia, recibió los grados de bachiller de artes, letras y cánones, posteriormente sustento un acto académico de jurisprudencia que le valió el grado de licenciado en derecho. La catedral de México, lo seleccionó como su abogado, en 1743 el tribunal de la Inquisición lo designó abogado de presos.

Además era Comisario de la Santa Cruzada y Cancelario de la Academia de San Carlos. Para 1761 escribió los *Comentarios a las Ordenanzas de Minas*, en donde expuso la carencia que padecía las minas novohispanas, y abordó la ingeniería de minas y metalurgia.

Carlos III, lo nombró alcalde del crimen de la Audiencia de México el día 11 de abril de 1764, además ocupó el cargo de Consultor del Santo Oficio, se incorporó en 1765 a la Sociedad Económica de Amigos del País. El 30 de noviembre de 1769, por orden de Carlos III, Gamboa viajó por segunda vez a España, para ocupar un puesto administrativo, fue oidor en la Audiencia de Barcelona de 1770 a 1773, año que regreso a la Nueva España.

En 1781, Gamboa recibió el cargo de regente de la Audiencia de Santo Domingo, regresó a México con el cargo de regente de la Audiencia de México el 17 de noviembre de 1787. Gamboa falleció el 4 de junio de 1794.

en 1761 expuso los aspectos jurídicos de la minería, además estudió la parte científica y técnica, y señaló que la principal causa de la deplorable situación de la minería era la incapacidad técnica de los peritos.¹⁵²

En 1774, Joaquín Velázquez de León y Juan Lucas de Lassaga escribieron una *Representación*, donde plantearon la necesidad de crear un Tribunal de Minería y fundar un Colegio o Seminario Metálico.¹⁵³ La organización del gremio minero, debía estar gobernado por representaciones locales y con un tribunal central en la ciudad de México. El tribunal debía administrar el banco de fomento como una escuela técnica, recibiendo un real por cada marco de plata producido, contando con esta fuente de ingresos, podría reunirse el capital para la minería novohispana.¹⁵⁴

En 1776, el virrey Bucareli reunió a seis delegados, de los reales de minas más importantes para establecer el Tribunal de Minería, fueron Velázquez de León delegado de Sultepec, fue el primer director general, encargado de la experimentación y capacitación técnica. Lassaga, representante de Bolaños, fue elegido administrador general. Los tres diputados generales fueron: Julián del Hierro, de Temascaltepec, Marcelo de Anza de Zacatecas, Tomás de Liceaga, de Guanajuato y Aniceto del Barrio, delegado de Taxco fue nombrado gerente administrativo.¹⁵⁵

Vid., Trabulse, Elías, *Francisco Xavier Gamboa: Un Político Criollo en la Ilustración Mexicana (1717-1794)*, 169p.

¹⁵².- Gamboa, Francisco Xavier de, *Comentarios a las ordenanzas de minas dedicados al católico rey, nuestro señor don Carlos III*, pp.229 y 247.

¹⁵³.- A.G.N.M., *Minería*, v.II, exp.5, f.359r-442v.

¹⁵⁴.- A.G.N.M., *Minería*, v.II, Exp.5, f.379r-395v.

¹⁵⁵.- Brading, Op.Cit., p.225; y Howe, Walter, *The Mining guild of New Spain and its*

El Tribunal de Minería publicó un nuevo Código de Minas en 1783, su objetivo era fomentar la producción de la plata: los derechos de patente sobre los descubrimientos, el contrato de los aviadores, la remuneración de la mano de obra y la medición interior de las minas.

En 1784, el Tribunal estableció el banco con una inversión de 1 204 903 pesos. El virrey intervino para impedir mayores inversiones. En 1786, Velázquez de León y Lassaga fallecieron,¹⁵⁶ el virrey nombró como sustitutos de manera interina a Antonio Bassoco y Antonio Barroso. Carlos III nombró a Fausto de Elhuyar como director del Tribunal y del Colegio de Minería. Fausto de Elhuyar¹⁵⁷ llegó a la Nueva España en 1788, acompañado de científicos alemanes que ocuparían las plazas de profesores del Seminario de Minería.

Tribunal General 1770-1821, pp.46-59.

¹⁵⁶.- A.G.N.M., *Correspondencia Virreyes*, v.15, f.372r.-374v.

¹⁵⁷.- Fausto de Elhuyar nació en Logroño en 1755 y falleció en 1833, químico y metalurgista, junto con su hermano Juan José descubrieron el wolfrano, en el laboratorio de química del Real Seminario de Vergara en 1783, su descubrimiento fue publicado por la Real Sociedad Vascongada de los Amigos del País, se tradujo en Suecia y Alemania en 1784, la Royal Society de Londres lo traduce al inglés y lo publica en Tolosa.

En 1784 es miembro de la Sociedad de Minas de Alemania, miembro del Instituto de Berlín, Socio de la Warneriana de Edimburgo.

Además viajó a Hungría dónde estudio el método de amalgamación que descubrió Born.

Para el año de 1786 es nombrado Director General del Real Cuerpo de Minería de México, por orden de Carlos III, llegó a la Nueva España en 1788 tomó posesión de su cargo el 13 de septiembre del mismo año.

Autor de la *Explotación de Minas de España, Teoría de la Amalgamación*, entre otras. En las minas del Real del Monte instaló unas bombas de su invención. Vid., Amaiz y Freg, Arturo, "D. Fausto de Elhuyar y de Zubice", en *Revista de Historia de América*, n.36, México, Agosto 1939, pp. 75-96, y Rodríguez, Bornaetexea Adolfo, "Los hermanos Elhuyar. El aislamiento del wolfrano y sus relaciones secretas con la corona española", en *Elementos*, v.I, n.6, Puebla, Universidad Autónoma de Puebla, Ener.-Mar. 1986, pp.31-41.

El 12 de enero de 1790 Elhuyar presentó al Real Tribunal de Minería un plan de estudios. Con algunas modificaciones de acuerdo con el plan original se enseñaría en el primer año matemáticas, álgebra, geometría elemental, trigonometría plana y secciones cónicas.

Para el segundo año geometría práctica, subterránea, dinámica e hidrodinámica, en el tercer año, química, mineralogía y metalurgia y en el cuarto año física subterránea.

El Real Seminario de Minería, fue inaugurado en 1792 por el virrey Revillagigedo.¹⁵⁸

FRANCISCO BATALLER Y EL REAL SEMINARIO DE MINERÍA

Antonio de León y Gama solicitó en diciembre de 1791, la cátedra de mecánica, aerometría y pirotecnica en el Colegio de Minería según el nombramiento verbal que le hizo Velázquez de León.

Fausto de Elhuyar informó en diciembre del mismo año al virrey que para formar un juicio de la capacidad de León y Gama debía presentar éste último unas lecciones que dice tener escritas, quince días después Elhuyar manifestó a Revillagigedo que los documentos que presentó León y Gama eran insuficientes

¹⁵⁸.-A.G.N.M., *Correspondencia Virreyes*, v.162, f.138. Sobre la fundación del Real Seminario de Minería hay una amplia bibliografía: Izquierdo, Joaquín J., "Las ciencias modernas en la primera etapa del Seminario de Minería de México", en *Memorias de la Academia Mexicana de la Historia*, v. XXIII, n.3, México, Jul.-Sep., 1964, pp.248-270; del mismo autor *La Primera Casa de las Ciencias en México. El Real Seminario de Minerías (1792-1811)*, 211p; Ramírez, Santiago, *Datos para la Historia del Colegio de Minería*, 496p; Rubio, Mañe Ignacio, "La fundación del Real Seminario de Minería de la Nueva España, según los documentos que custodia el Archivo General de la Nación", en *Memorias del Primer Coloquio Mexicano de Historia de la Ciencia*, t.II, México, SMHCT, 1964, pp. 239-272; Becerra, López José Luis, *La Organización de los Estudios en la Nueva España*, pp.331-339 y Luque, Alcaide Elisa, *La Educación en la Nueva España en el Siglo XVIII*, pp.364-385.

para que fungiera como catedrático del Colegio de Minería. En marzo de 1792, Elhuyar manifestó que León y Gama no remitió las Lecciones de Matemáticas y Mecánica.

La cátedra de física del Seminario de Minería fue concedida a: Francisco Antonio Bataller,¹⁵⁹ que pretendió el puesto vacante de director de Minería cuando falleció Velázquez de León en 1786, y presentó un ocurso de química:¹⁶⁰

"Muy señor mio Don Francisco Antonio Bataller y Rios, hijo del Alcalde del Crimen de esta Real Audiencia don Miguel Bataller, me ha presentado un memorial solicitando, que en atención a su aptitud y meritos constantes de los documentos que acompaña a su intancia, lo recomienda a Su Magestad para que se le tenga presente al tiempo de hazerze la elección de Director del Colegio de Minería de esta Nueva España vacante por fallecimiento de don Joaquín Velázquez de León de que hé dado cuenta al Rey. Bajo estos supuestos talentos del referido Don Francisco Bataller pues tiene las calidades de Minero practico y experimentado en Minería de estos reynos, é instruido en Mathematicas física experimental, química Docimactica y metarlugia circunstancia mui apreciables, que en la mayor parte se acreditan por las

¹⁵⁹.- Francisco Antonio Bataller nació en Granada (España), el 20 de agosto de 1751, obtuvo la prima tonsura de eclesiástico en 1774, estudio tres años en el convento de Santo Tomas, posteriormente en 1771 a 1777 curso en el Colegio de Reales Estudios de San Isidro de Madrid en donde aprendió las lenguas hebrea, latina, griega y árabe, además del estudio de gramática latina y española también aprendió la física, la matemática comprendiendo está la aritmética, la geometría, la trigonometría y el cálculo infinitesimal.

En 1771 fue catedrático de matemáticas del Colegio de Reales Estudios de San Isidro, Bataller en el año de 1777 viajó a la Nueva España, donde se ocupó de trabajos mineros.

¹⁶⁰.- Moreno, Roberto, *Ensayos de Historia y Tecnología en México*, p.112

certificaciones, que ha producido, y se insertan en el adjunto testimonio. Espero que sirviendose Vuestra Excelencia hacerlo presente al Rey interponga su autorizado, influjo, a fin de que si se huviese determinado la eleccion de sujeto para dicho empleo se le coloque en otro de la misma carrera (...) será sin duda util este Profesor en cuya colocación me intereso eficazmente.¹⁶¹

La solicitud fue remitida a Carlos III quien respondió que el nuevo director era Fausto de Elhuyar. Sin embargo, Bataller fue designado catedrático de física en 1791, como se expresa en un oficio de Bataller dirigido a Elhuyar y diputados del Real Tribunal de Minería donde agradece su nombramiento al virrey Revillagigedo con fecha del 23 de diciembre de 1791.

"Con oficio de Vuestra Señoria de[] 28 de Noviembre de 1791, se sirve participarme lo siguiente `Por decreto de[] 29 de octubre ultimo conforme à lo pedido por el Señor Fiscal de [la] Real Hacienda en el expediente formado sobre profesores del Colegio Metalico, se sirvio el excelentissimo señor Virrey deferir, a la solicitud de este Tribunal sobre nombrar a Usted para el segunda clase de las quatro que compone dicho Colegio dispensandolo de la exposición y examen que para este caso dispone la ordenanza mientras que Su Magestad cuya Soberanía se da Cuenta con los testimonios correspondientes se digna de aprobar este nombramiento'. En cuya inteligencia estoy pronto ahora y en qualquier tiempo á las ordenes de Vuestra Señoria en lo que gustare mandarme. Doy a Vuestra Señoria las rendidas gracias por el singular favor y confianza que le he merecido en otras ocaciones y en esta especialmente, con un perpetuo reconocimiento."¹⁶²

¹⁶¹.-Ibid., pp.115-122, y A.G.N.M., *Correspondencia Virreyes*, v.15, f.403r.-404r.

¹⁶².- A.H.P.M., *Fondo Antigo*, caja V., exp. 52, doc. 17, f.1r.

Una vez nombrado catedrático de física, el rey de España y el Tribunal de Minería aprobó su nombramiento en 1793. El Tribunal de Minería solicitó a Elhuyar en 1790, una lista de instrumentos de física para su uso y enseñanza en el colegio. Elhuyar realizó una lista de instrumentos para formar el gabinete de física y se basó en la obra de Sigaud de la Fond *Elementos de Física* por lo que respecta a instrumentos de óptica pidió, un microscopio, prismas, lentes y vidrios.¹⁶³

El 2 de enero de 1792, se iniciaron los cursos en el Real Seminario de Minería, Elhuyar además pidió varios ejemplares de la obra de Sigaud de la Fond *Elementos de Física Teórica y Experimental*.¹⁶⁴

En 1793¹⁶⁵ se abrió el curso de física a cargo del profesor Bataller, y se construyen aparatos para la clase a cargo del carpintero Pedro de la Chausse y el

¹⁶³.- Minería, Informes 1789-1800, p.17

¹⁶⁴.- Ibid.- pp.48-49. Al implementarse las reformas borbónicas en la Nueva España, el estado trató de aumentar su poder mediante el fomento de la riqueza nacional (la minería), y el bienestar individual (técnicos mineros), con la creación del Real Seminario de Minería, que fue un proyecto de los novohispanos que cooperaron con el estado y éste la implantó con profesores europeos. Vid. Cfr., Miranda, José, *Las Ideas y las instituciones políticas, mexicanas. Primera parte 1521-1820*, p.146; y Alzate y Ramírez, José Antonio, *Descubrimientos del carbón mineral y petróleo en México*, pp.7-8, 12-14, 24-35 y 47-50.

¹⁶⁵.- Antes que comenzaran los cursos de física en el Seminario de Minería, la física experimental era impartida por los colegios religiosos. Se hacían actos públicos como fue el caso del Colegio de San Francisco de Sales en 1774, siendo profesor de filosofía Benito Díaz de Gamarra.

En 1790, en el Real Colegio de San Ignacio, en Querétaro. Se realizó un acto público, dedicado al virrey Revillagigedo, en español y pronunció un discurso Pedro Septien alumno del Real Seminario de San Francisco, sobre la utilidad de la física en las ciencias.

El examen lo realizaron: José Antonio Cabeza de Baca, sobre la figura de la Tierra; Nicolás Enríquez, sobre óptica "dio razón de la luz, su origen, la causa de los

herrero Antonio Vecino y se compraron otros instrumentos a Diego de Guadalajara y se mando pedir el libro de Mussembroek, la *Física Experimental*.¹⁶⁶

Al terminar los cursos en 1793, de física y matemáticas los alumnos presentaron examen sobre dinámica.¹⁶⁷ Para 1794, Bataller compró espejos, vidrios de cristal, un *Tratado de Geometría Subterránea y Tratados de Física*. Al finalizar los cursos de física en diciembre, los alumnos presentaron examen sobre dinámica e hidrodinámica.¹⁶⁸

En 1795, Bataller empezó a escribir, un libro de texto para la enseñanza de la física, y en ese año se impartió los cursos de hidrostática, aerometría, estática, dinámica y óptica. Se realizaron actos públicos en octubre sobre las materias correspondientes, además de las propiedades generales de los cuerpos.¹⁶⁹ Al finalizar, el curso de física en el año de 1796, los alumnos presentaron examen sobre las propiedades de los cuerpos, aerometría, estática, dinámica, hidrostática y óptica.¹⁷⁰

colores, las leyes inmutables de su propagación fuera del ojo, el modo con que en este se pintan las imágenes, las leyes de la reflexión en los espejos planos, cóncavos y cilíndricos, las leyes de la refracción, y el modo con que obran en las lentes, Microscopios, Telescopios, Polomoscopios, Linterna mágica, y el órgano de la vista." Mariano Barbero, sobre hidrostática; José Estanislao Septien. sobre pneumática; Pedro Septien, sobre mecánica y Mariano Joaquín Tagle, sobre electricidad. Vid., *Gazeta de México*, t.IV, n.15, México, Imp. de Felipe Zúñiga y Ontiveros, 20 de Julio de 1790, p.143.

¹⁶⁶.- Ramos, Lara María de la Paz, "Difusión e Institucionalización de la Mecánica Newtoniana en México en el Siglo XVIII", p.33

¹⁶⁷.- Minería, Op. Cit., p.109.

¹⁶⁸.- Ibid., p.119.

¹⁶⁹.- Ibid., p.119.

¹⁷⁰.- Ibid., p.138.

En el mes de octubre de 1797, se realizaron actos públicos de física, los alumnos disertaron sobre propiedades generales de los cuerpos, dinámica, estática, hidráulica, hidrostática, aerometría, electricidad, magnetismo, meteorología, astronomía, sistemas planetarios, óptica y propiedades generales del calor.¹⁷¹

Para 1798, se abren los cursos de óptica, electricidad, astronomía y cálculo infinitesimal.¹⁷² Los alumnos presentaron examen de física, sobre propiedades generales de los cuerpos, aerometría, dinámica, estática e hidráulica.¹⁷³ De nueva cuenta en 1799 se hizo una lista de instrumentos para la clase de física basados en el texto de Sigaud de la Fond, dónde se piden instrumentos ópticos para probar la reflexión de la luz.¹⁷⁴

Bataller falleció el 25 de abril de 1800, su hermano Miguel Bataller notificó a Elhuyar:

"Hoy à las siete de la mañana fallecio mi hermano Francisco Antonio y lo comunico a Vuestra Señoria para su inteligencia y gobierno." ¹⁷⁵

Posteriormente nos narra Elhuyar las exequias de Bataller:

¹⁷¹.- Ibid., p.144.

¹⁷².- Izquierdo, José Joaquín, *La Primera Casa de las Ciencias en México (1792-1811)*, p.42.

¹⁷³.- Minería, Op.Cit., p.188.

¹⁷⁴.- Ramos, Op.Cit., pp.123-125

¹⁷⁵.-A.H.P.M., *Fondo Antiguo*, caja III., exp. 106, doc.4, f. 2r.

"Como será por el difunto oficio del señor Don Miguel Bataller ha fallecido en la mañana de este día su hermano Don Francisco Antonio Catedrático de Física de este Real Seminario. Esta novedad me pone en la precisión de consultar a Vuestra Señoría sobre los honores que de parte de este seminario deben hacerse en las exequias de su cadáver (...) En aquella ocasión a invitación de lo que practican otros Colegios y Cuerpos concurrió el duelo y entierro todo el Seminario completo del Director, Rectores, Catedráticos, Maestros y Colegiales, los primeros de luto enteró y estos últimos con su uniforme y medias y corbatín negros, recibí en segundo lugar del Doliente principal de la Casa a donde se fue a buscar desde el Colegio y acompañándole a la Iglesia se volvió en el propio orden a dejar en su habitación." ¹⁷⁶

Francisco Bataller escribió los *Principios de Física Matemática y Experimental*, fechado en 1802.

Su obra está contenida en cuatro tomos:

- 1.- De las propiedades generales de los cuerpos.
- 2.- De la mecánica de los sólidos.
- 3.- De la hidrodinámica.
- 4.- De la óptica.

¹⁷⁶.- A.H.P.M., *Fondo Antiquo*, caja III, exp.106, doc. 4, f. 3r.- 3v.

Cabe mencionar que el sucesor de Bataller fue Salvador Sein quien presentó un examen de oposición sobre matemáticas en 1801 y ocupó la cátedra de manera interina.¹⁷⁷

LA ÓPTICA EN EL REAL SEMINARIO DE MINERÍA

A partir de 1798 Bataller transmitió, extendió y aplicó su conocimiento para que sus alumnos aprendieran las teorías de la luz: la corpuscular y la ondulatoria. El catedrático recibió un sueldo de dos mil pesos anuales y el Real Tribunal de Minería le proporcionó dinero para adquirir instrumentos de física, libros e incluso para pagar el sueldo de un escribano para que terminara su libro de texto.

En el texto de Bataller hay cuestiones de cristalografía que son importante en la minería, así como el estudio del telescopio que es fundamental para la observación astronómica y desarrollar mapas cartográficos. Bataller era físico, químico y minero, en 1791 se encontraba en el Real de Minas de Tlalpujahuá y sin duda conoció las deficiencias técnicas que imperaban en las minas.¹⁷⁸

En su tratado de óptica consultó la *Óptica* de Newton, la *Dióptrica* de Descartes, el *Tratado de la luz y Dióptrica* de Marat, los *Elementos de Geometría* de Thomas Simpson, una Memoria presentada por Euler en la Academia de Berlín en 1747. Asimismo, mencionó a Mussembroek, Maupertuis, Brisson, Bosovich, el abate de Rochon, Du Fay, D' Alembert, Cleareaut, Gravessande, Dollond, Keill, Kircher, Aristóteles, Römer, Short, Smith, Savit, Snellius, Tahirmausen, Jarin, Malebranche y Zahuis.

¹⁷⁷.- A.H.P.M., *Fondo Antiguo*, caja III, exp. 106, doc. 28, f.23r.- 27r.

¹⁷⁸.- Rodríguez-Sala, María Luisa, *Científicos y Actividad Científica en la Zona Fronteriza del Norte de México: Algunos Aspectos de su Institucionalización*, pp.37-43.

En la segunda mitad del siglo XVIII, en Europa la teoría corpuscular de la luz estaba en pugna con la teoría ondulatoria desarrollada por Huygens y retomada por Euler. Este mismo debate se manifiesta en el texto de nuestro catedrático. Para explicar los colores Bataller - véase la figura tres - hace referencia a que la luz blanca al pasar sobre un prisma se descompone en varios colores:

"Experimento 2. Si estos rayos de luz despues que hán pasado por un prisma, se hacen pasar por otro, ó por muchos más; de qualquier modo que se coloquen, con tal que los rayos ultimos no sean paralelos á los primeros siempre se normá la misma variedad de colores que el primero.

De este experimento que se ha variado de distintas maneras deduxo Newton que la luz de cada especie de rayos era homogenea e inalterable." ¹⁷⁹

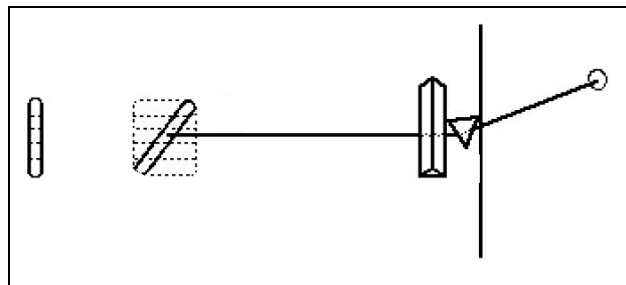


Figura 2.- La refracción de la luz, en el libro de la *Óptica* de Newton.

En la *Óptica* de Newton, libro I, parte II, proposición II, teorema II, la cual hace referencia - véase la figura dos - que la luz del Sol consta de rayos de diferente refrangibilidad, dice:

¹⁷⁹.- Bataller, Francisco Antonio, *Principios de Física Matemática y Experimental*, pp.46-47.

" (...) coloqué un segundo prisma inmediatamente después del primero, formando una cruz con él, para que refractase de nuevo el haz de luz solar proveniente del primer prisma. El primer prisma refractaba la luz hacia arriba, y el segundo, lateralmente. Descubrir que la anchura de la imagen no aumentaba por la refracción del segundo prisma, si bien la parte superior, que en el primer prisma sufría la mayor refracción que su parte inferior que aparecía roja y amarilla, sin ninguna dilatación a lo ancho de la imagen (...) el Sol F el agujero de la ventana, ABC el primer prisma DH el segundo prisma, Y la imagen redonda del Sol producida por un haz directo de luz cuando se apartan los prismas, PT la imagen oblonga del Sol que proyecta la luz cuando pasa por el primer prisma solamente, al eliminar el segundo, y pt la imagen producida por las refracciones cruzadas de ambos prismas (...) el azul y violeta se refractaban más que el rojo y amarillo, siendo, por tanto, más refrangible (...). Puesto que dichas tangentes continúan siendo líneas rectas, cada uno de los círculos que el primer prisma se refractaba más o menos también se refracta (...) con la misma proporción en el segundo prisma (...) es evidente que los rayos (...) continúan siempre siendo homogéneos y uniformes entre sí por lo que respecta al grado de refrangibilidad (...)." ¹⁸⁰

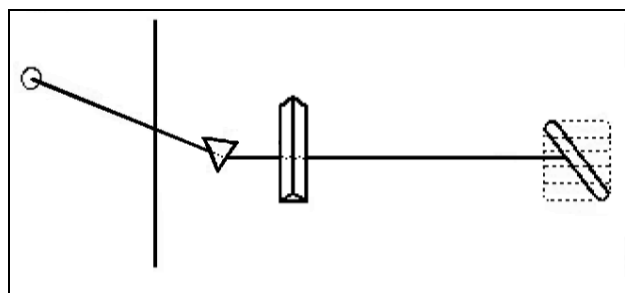


Figura 3.- La refracción de la luz, en el manuscrito *Principios de Física*, de Bataller.

¹⁸⁰.- Newton, Op.Cit., pp. 38-45.

El dibujo de Bataller, para explicar la refrangibilidad de la luz, la cual es, homogénea e inalterable lo retomo de la *Óptica* de Newton.

Bataller explicó la refracción con los postulados de Newton. Dice en la proposición dos:

" Quando un rayo luminoso pasa de un intermedio mas raro a otro mas denso en dirección obliqua a una superficie plana que divide los intermedios se parta de su primera dirección acercandose á la perpendicular." ¹⁸¹

Newton en su *Óptica* libro I, parte I, axioma IV, dice que:

"La refracción de un medio más raro a otro más denso tiene lugar hacia la perpendicular; es decir, el ángulo de refracción es menor que el de incidencia." ¹⁸²

De igual manera explicó Bataller la reflexión en la proposición uno:

"Si un rayo de luz cae sobre un espejo, plano se reflexa formando el angulo de reflexion igual al de incidencia." ¹⁸³

La *Óptica* de Newton libro I, parte I, axioma I, dice:

"Los ángulos de reflexión y refracción, están en el mismo plano que el ángulo de incidencia." ¹⁸⁴

¹⁸¹.- Bataller, Op.Cit., p.90

¹⁸².- Newton, Op.Cit., p. 13.

¹⁸³.- Bataller, Op.Cit., p. 262.

¹⁸⁴.- Newton, Op.Cit., p. 11.

A la vez, el catedrático de minería expuso la controversia en torno a la teoría newtoniana y ondulatoria, al cuestionar la propagación de la luz a la vez cuestionó el axioma de Newton:

"se reduce a suponer que la propagación de la luz se hace por una emisión de partículas que salen del cuerpo luminoso, es decir, á la manera que los cuerpos olorosos despiden varias partículas que llegan al olfato, así el cuerpo luminoso arroja de sí las partículas de la luz (...) para que esta emisión o traspaso de la luz se verifique en los cuerpos transparentes, es necesario que sus poros se hallen enfilados ó en, linea recta hacia todas direcciones." ¹⁸⁵

Con respecto a la teoría ondulatoria, la cuál prefirió, Bataller señaló que:

" Huygens y Malebranche (...) suponen que la propagación de la luz se hace por un movimiento ondulatorio, ó de vibración del Eter, esto es, suponen que hay una materia mas sutil que el ayre que llena todo el universo á la cual llaman el Eter, y que vibrándose los cuerpos luminosos causan en él un movimiento ondulatorio (...). Esta opinión se halla adoptada ultimamente por Eulero, y apoyada con varias razones que producen una excelente Teoría que há dado sobre esta materia." ¹⁸⁶

El Colegio de Minería adquirió telescopios reflectores y refractores. Los alumnos utilizaron ambos instrumentos para estudiar la bóveda celeste. Esta práctica sirvió como complemento al curso de astronomía instaurado en 1798. ¹⁸⁷ En la tarea

¹⁸⁵.- Bataller, Op.Cit., pp. 22-24, Vid., Newton, Op.Cit., p. 40.

¹⁸⁶.- Bataller, Op.Cit., pp.25-26, Vid., Huygens, Cristian, *Treatise on Light*, pp. 558-560, y Euler, Leonhard, *Reflexiones sobre el espacio la fuerza y la materia*, p.95.

¹⁸⁷.- Moreno, Corral Marco A., "Telescopios utilizados en México (Siglos XVII, XVIII y

ayudó Diego de Guadalajara, quien construyó las lentes necesarias para la observación.

Bataller se interesó en el problema de la aberración que mostraban los telescopios, al respecto dice lo siguiente:

"Newton hizo ver que aun quando se corrigiese la aberración de esfericidad segaría muy poco sino se corrigiese la de refrangivilidad de que seguramente pende el defecto de que se observa en los telescopios astronómicos como se dirá en su lugar (...). Por él mismo trabajó mucho para conseguirla, y aun que le pareció imposible, dio sin embargo un medio que fue el de hacer unas lentes compuestas de vidrio y de agua."¹⁸⁸

Mas adelante Bataller se inclinó a favor de las ventajas del telescopio acromático construido por Euler:

"Eulero (...) le ocurrió la idea de que haciendo unas lentes compuestas de vidrio de diferente densidad, se podrían corregir las aberraciones, por lo que les dió el nombre de objetivos ó lentes acrómaticas (...). Ha parecido conveniente hacer aquí esta disgresión para que los principiantes se impongan mejor en esta materia tan difícil, y así continuaremos dando un resumen de los más interesante de estos trabajos conforme al método de Eulero (...)." ¹⁸⁹

XIX)", en *Elementos*, v.I, n.6, Puebla, Universidad Autónoma de Puebla, Ener.- Mar. 1986, pp.23-30.

¹⁸⁸.- Bataller, Op.Cit., pp. 204-205, y Vid., Newton, Op. Cit., libro I, parte I, proposición VIII, problema II, pp. 98-102, en donde el autor describe el telescopio reflector.

¹⁸⁹.- Bataller, Op.Cit., pp. 206-209

Posteriormente, Bataller demostró matemáticamente que se puede corregir la aberración:

"...(la) refracción en el fint glass ó cristal de pedernal respecto á los rayos rojos es $n: N= 100:1585$ la de los medios $n: m'= 1000: 1600$, y la de los violados $n:N'=1000:1615$, Luego habiendo hecho $1= N-n$, y $q N-n$, sera $q=585$, y $q=615$.

Sustituyendo por ultimo estos valores de P,

$$Q-q$$

Q, p y q en la expresión $B= \text{-----} \times A$, sacare-

$$p-P^2$$

mos que $B= \text{---} A$. Quiere decir que siendo el 3

valor de B negativo, la segunda lente L, cuyo medio es B, ha de ser concava, y asi mismo la razon de B:A ha de ser la de 3:2 para que quede corregida la aberracion de refrangibilidad.

Luego en los valores hallados antes de Z'y de Z" se habrá de mudar el signo B y quedará

$$-nAB$$

$$Z' = \text{-----}$$

$$qq HA - 2PHB + nAB$$

$$-nHAB$$

y $Z'' = \text{-----}$. Es de advertir

$$2qHA - 2pHB + nAB$$

1. Que estos mismos valores se sacarán si desde luego se supone que la primera lente es convexa de vidrio comun, y la segunda de cristal fino, y en esta suposicion se executara un calculo semejante (...). 2. Que si la primera lente se supone concava de cristal, y la segunda convexa de vidrio comun, el calculo viene en substancia á ser el mismo, y la distancia focal no varia nada. 3. Que si en lugar de la razon de refracción de los rayos rojos, y de los violados se sustituye la de los medios haciendo $P' = m - n$, y $q' = m' - n$, se sacará la distancia focal correspondiente á

$$-nHAB$$

estos $Z''' = \frac{-nHAB}{2q'HAB - 2p'HB + nAB}$, cuyo

$$2q'HAB - 2p'HB + nAB$$

valor resulta ser igual al del Z' , y del Z'' .¹⁹⁰

En el capítulo tercero titulado " De la Catoptrica" ó Reflexión de la luz, Bataller demostró su experiencia como minero al explicar la reflexión de la luz en cuerpos opacos o pulidos nos dice:

"Quando la luz dá en los cuerpos opacos se reflexa en ellos ó parece lo que llamamos reflexion que es un retroceso semejante al que observamos en los cuerpos elasticos quando chocan contra un plano dotado de elasticidad. Há enseñado la experiencia que la luz se refleja en las superficies de los cuerpos en mucho cantidad á proporcion de su mayor pulimento, y de la mayor cantidad de poros: asi vemos que la superficie del agua y algunas piedras como el azabache forman una especie de espejos naturales."¹⁹¹

¹⁹⁰.- Bataller, Op.Cit., pp.214-216.

¹⁹¹.- Ibid., pp. 260-261. El azabache, es una variedad de lignito negro, duro y

Bataller presentó una proposición sobre la reflexión, empleando como método la experimentación.

"Si un rayo de los que cae sobre un espejo plano se reflexa formando el ángulo de reflexión igual al de incidencia.

En la circunferencia de un semicírculo graduado de latón ó de madera AHB se hará una ranura ahb por la qual pueda correr una platina S de latón con una abertura circular muy pequeña Z. Cerca del centro se pondrá un espejo plano de metales de modo que la superficie exterior mn coincida exactamente con el diámetro AB (...). Hecho esto, si en el punto D se supone un alfiler ó un punzón de cuero, ese se verá dentro del espejo rs en d siempre que el arco DH sea igual al arco HE y se mire por la apertura z de la platina S (...). De estas definiciones y del experimento anterior se infiere que el ángulo ACD será igual al ángulo BCE por ser complemento á los dos ángulos rectos ACH y HCB; y así la igualdad del ángulo de reflexión con el de incidencia se puede tomar indiferentemente, o bien con respecto á los ángulos segundos."¹⁹²

compacto susceptible de pulimento; se utiliza para hacer esculturas, dijes y objetos de adorno.

El lignito es carbón fósil que no produce coque cuando se calcina; es de color pardo oscuro, sus propiedades físicas son de un tipo intermedio entre la turba y carbón bituminoso, se utiliza como combustible, aun que da relativamente poco calor y mucho humo. El azabache, susceptible de pulimento, es de una de sus variedades.

¹⁹².- Ibid., pp.262-265.

De este modo al concluir el siglo XVIII novohispano, los alumnos del Colegio de Minería tenían un excelente maestro como Bataller, y contaban con un gabinete de física en donde había instrumentos de Ramsden, Adams, Leonor y Berthoud.¹⁹³

CONCLUSIÓN

La minería novohispana tuvo grandes problemas científicos y técnicos, para explotar la plata, ante esta situación el novohispano Federico Gamboa escribió, los Comentarios a las Ordenanzas de Minas (1761), planteó la situación minera era deplorable, por falta de técnicos.

Joaquín Velázquez de León y Juan Lucas de Lessaga elaboraron la *Representación* (1774), donde plantearon la necesidad de organizar a la minería con un Tribunal y un Colegio de Minería, pero ambos fallecieron y en 1786, Carlos III nombró a Fausto de Elhuyar como director de ambas instituciones mineras.

El Real Seminario de Minería abrió sus puertas en 1792, su finalidad era proporcionar técnicos para el laborío de las minas. La cátedra de física se impartió en 1793, con Francisco Bataller y es a partir del año de 1795, cuando empezó a escribir su libro *Principios de Física y Matemática Experimental*, para fines pedagógicos.

Su obra consta de cuatro tomos y quedó inconclusa al sorprenderlo la muerte en 1800. El cuarto volumen dedicado a la óptica nos narra el desarrollo de esta disciplina científica. En la segunda mitad del siglo XVIII, la óptica corpuscular establecida por Newton era desplazada por la teoría ondulatoria de Euler. La teoría corpuscular afirmó que la propagación de la luz era en línea recta, al contrario de la ondulatoria que mencionó que se propagaba en forma de onda.

Al respecto, Bataller no fue ajeno de lo que sucedía en Europa con los nuevos planteamientos teóricos de la óptica y lo refleja en su texto, al aceptar la teoría

¹⁹³.- Humboldt, Alejandro de, Op.Cit., p.99

ondulatoria propuesta por Euler. Por primera vez en la historia de la ciencia novohispana, la enseñanza de la óptica será impartida en un colegio de laicos: el Real Seminario de Minería.

El catedrático Bataller contó con el apoyo económico de los mineros, para difundir el estudio de la óptica, para adquirir material óptico y para escribir su obra. Esto se explica por el interés, que adquirió el estudio de la física para la difusión de la ciencia y el mejoramiento de las minas novohispanas.

Bataller en el volumen de óptica de su autoría aplicó la matemática, para explicar la refracción y reflexión de la luz. Asimismo, a lo largo de su obra, hace un análisis de las teorías ópticas, ondulatoria y corpuscular. Con una explicación matemática, experimental y con dibujos.

El pensamiento científico de Bataller, está entre dos estructuras científicas, por un lado, acepta la teoría corpuscular de la luz para ciertos fenómenos ópticos y por otro la rechaza para dar cabida a la teoría ondulatoria, es decir, acepta ambas para explicar la naturaleza del fenómeno óptico.

CAPÍTULO 4
"LA FÍSICA DE LA LUZ"
DE JUAN WENCESLAO BARQUERA:
LA ÓPTICA NEWTONIANA EN LOS INICIOS
DEL SIGLO XIX NOVOHISPANO

"Aprender, conocer, son absorciones físicas, estrechamientos, relaciones carnales entre el ser y la materia (...). El camino hacia el saber no es acumular ciencia como algunos acumulan riquezas; es reconocer la propia realidad de uno en el mundo y juzgarla; es renovar en sí mismo el misterio de la creación."

Herbert Le Porrier
El Médico de Córdoba

LA ASTRONOMÍA NOVOHISPANA A FINALES DEL SIGLO XVIII

En el presente capítulo analizaremos los trabajos de óptica novohispana a finales del siglo XVIII, con el propósito de mostrar que los científicos novohispanos asimilaron, difundieron y aplicaron la física experimental en sus obras. Este fue el caso de Antonio de León y Gama quien aplicó la física newtoniana en su *Disertación física sobre la formación de las auroras boreales* (1790), cuatro años antes de que se impartieran las teorías de Newton en la cátedra de física del Real Seminario de Minería. Relacionado con lo anterior mencionaremos también los trabajos ópticos de Antonio de Alzate y Francisco Dimas Rangel, quienes extornaron públicamente sus desacuerdos en materia de astronomía, con respecto de los conceptos de León y Gama sobre la aparición de la aurora boreal de 1789.

En la segunda mitad del siglo XVIII, los novohispanos estudiaron tres fenómenos celestes.¹⁹⁴ Del primero de ellos fue el tránsito de Venus por el disco solar en 1769, y fue observado por la expedición franco-española en la península de Baja California.

¹⁹⁴.- Maldonado-Koerdell, Manuel, "Observaciones astronómicas en México a finales del siglo XVIII", en *Anuario del Observatorio Astronómico Nacional*, México, I.A.M.-UNAM, 1969, pp. 257-268.

A partir del señalado evento astronómico, la corona española invitó a la Real Academia de Ciencias de París, para colaborar en una expedición conjunta. La Academia designó al astrónomo Jean Chappe d' Auteroche¹⁹⁵ quien había observado el citado fenómeno en 1761, en Siberia.

Chappe se hizo acompañar de Jean Pauly geógrafo e ingeniero del rey de Francia, de Alexander Jean Noel dibujante y de Dubois constructor de instrumentos astronómicos. La expedición francesa fue la primera en ingresar a la Nueva España.

Los astrónomos y militares españoles fueron Vicente Doz y Salvador Medina.¹⁹⁶ La expedición francesa partió de París el 18 de noviembre de 1768 y permaneció un mes en Cádiz, después de setenta y siete días de navegación llegó al puerto de Veracruz.

El 26 de marzo de 1769, el virrey Carlos Francisco de Croix recibió a los expedicionarios en la ciudad de México, y los alojó en la casa de los jesuitas. Posteriormente, salieron de México el 30 de marzo, pasaron por Querétaro con dirección al puerto de San Blas, para embarcarse a California donde desembarcaron en San José.

Joaquín Velázquez de León¹⁹⁷ quien se hallaba en California cumpliendo una comisión junto con el visitador José de Gálvez,¹⁹⁸ buscando minerales,¹⁹⁹ ofreció su

¹⁹⁵.- Jean Chappe d' Auteroche, astrónomo francés, observó el tránsito de Venus por el disco del Sol en Siberia el 6 de junio de 1761 y posteriormente en California el 3 de junio de 1769, falleció en San Lucas a causa de una epidemia su libro *Voyage su California* se publicó en París en 1772.

¹⁹⁶.- *Historia de la Astronomía en México*, Comp. Marco Arturo Moreno Corral, pp.163-165.

¹⁹⁷.-Joaquín Velázquez de León, nació el 12 de junio de 1732 en la hacienda minera de Acebodacia, en Sultepec estudió en el colegio Tridentino la carrera de leyes. El 24 de marzo de 1754, ingresó al colegio de Santa María de Todos los Santos ahí cultivo el estudio de la matemática. En 1765 impartió el curso de astrología en la Real y Pontificia Universidad, de 1765 a 1768 se dedicó a la minería y se asoció con Juan Lucas de Lassaga; para 1769 observó en California el tránsito de Venus por el disco solar, en 1774 escribió la *Representación* en que proponía un Tribunal de

ayuda a la expedición franco-española, para la observación del tránsito de Venus. Acordaron, que Chappe haría la observación en San José y el novohispano la haría en Real de Santa Ana.



Minería, el 4 de mayo, fue nombrado director del cuerpo de minería, entre 1773-1775 escribió la *Descripción Histórica, topográfica del valle las lagunas y ciudad de México*, falleció el 6 de marzo de 1786. Un amplio trabajo sobre la vida y obra de Velázquez de León es el de Moreno, Roberto, *Joaquín Velázquez de León y sus trabajos científicos sobre el valle de México. (1773-1775)*, 407p.

¹⁹⁸.-José de Gálvez nació el 2 de enero de 1720 en la villa de "Macharaviaya" en Vélez-Málaga, educado en el seminario de San Sebastian de Málaga, estudió en la Universidad de Salamanca. En 1750 es gobernador de "Zamboanga Mindanao" en las islas Filipinas, fue nombrado Visitador General de la Nueva España, el 20 de febrero de 1765, regresó a España en 1772. Gálvez fue miembro de la Junta General de Comercio de Moneda y Minas en enero de 1774, por influencia de Floridablanca en 1785, fue nombrado Márquez de Sonora, falleció el 17 de junio de 1787 en Aranjuez. Sobre su vida y obra se puede consultar el libro de Priestley, Herbert Ingram, *José de Gálvez Visitor-General of New Spain (1765-1771)*, 449p.

¹⁹⁹.-Velázquez de León, además de buscar minerales realizó experimentos de temperatura, para lo cuál utilizó un termómetro Fahrenheit en Santa Ana, comparando sus resultados con los datos que obtuvo en la ciudad de México. Cfr., Velázquez de León, Joaquín, *Descripción de la Antigua California: 1768*, pp.12-13 y 23. Agradezco al M. en C. Marco A. Moreno por facilitarme tan valioso material.

Chappe instaló el observatorio en un granero, quitando el techo de lado del sur.²⁰⁰ El 3 de junio de 1769, Chappe observó el fenómeno con un telescopio acromático de tres pies, provisto de un micrómetro teniendo como resultado:

Ingreso	0 h 17' 27"
Egreso	5 h 54' 50" 3/10
Duración del tránsito	5 h 37' 23" 2/10
Paralaje de Venus	0 h 0' 8" 1/2 ²⁰¹

En cambio, la comisión española utilizó un telescopio acromático, con un micrómetro y un péndulo y obtuvo diferentes resultados:

Ingreso	0 h 17' 25"
Egreso	5 h 54' 44" 1/2
Duración del tránsito no sacaron	Paralaje de Venus 0 h 0' 8" 1/4 ²⁰²

²⁰⁰.- Flores, Salinas Berta, "El paso de Venus", en *Historia Mexicana*, vol. IX, N.4, México, abr.-jun., 1960, pp.582-585.

²⁰¹.- Trabulse, Elías, *Historia de la Ciencia en México*, vol.III, pp.464-466, y Nunis, Doyce B.J., *The 1769 Transit of Venus the Baja California Observations of Jean-Baptiste Chappe d'Auteroche, Vicente de Doz y Joaquín Velázquez Cárdenas de León*, pp.69.

²⁰².- Nunis., Op.Cit., p.68.

Chappe uso el método de Lalande para calcular la distancia del sol a la tierra en 96, 162, 840 millas, mientras Doz y Medina emplearon el de Pingre y obtuvieron como resultado una distancia de 98, 480, 020 millas.²⁰³

Velázquez de León, construyó sus propias lentes para observar el fenómeno siendo sus resultados:

Inmersión Inicial	11 h 57' 45"
Inmersión Total	12 h 16' 10"
Emersión Inicial	5 h 53' 36"
Emersión Total	6 h 11' 59" ²⁰⁴

Como podemos ver cada uno de los astrónomos obtuvo diferentes resultados diferencia que se originó por la calidad de los instrumentos y el método empleado por cada uno. Lo mismo les ocurrió a quienes estudiaron el fenómeno en América y Europa.

El citado fenómeno fue observado en la ciudad de México por Antonio de Alzate²⁰⁵ y José Ignacio Bartolache²⁰⁶ su obra se perdió y sólo conocemos el título

²⁰³.-Ibid., p.69.

²⁰⁴.- Ibid., p.69, y "Carta en elogio del sr. D. Joaquín Velázquez de León, colegial que fue del insigne mayor y mas antiguo Colegio de Santa María de Todos los Santos de esta ciudad de México, abogado de la real audiencia de ella, e individuo de su ilustre colegio, catedrático de matemáticas en la Real y Pontificia Universidad, del consejo de S.M., su alcalde de corte honorario y director del importante cuerpo de minería de este reino, escribió a un dependiente suyo D. Antonio de León y Gama", en *El Museo mexicano o miscelánea pintoresca de amenidades curiosas e instructivas*, vol. IV, México, Ignacio Cumplido, 1844, p.544, fechada el 6 de octubre de 1786.

²⁰⁵.-Antonio de Alzate nació en Ozumba, Chalco en 1737, estudió teología en la Real y Pontificia Universidad, en 1767, presentó un proyecto para desaguar la laguna de Texcoco, preparó un Atlas eclesiástico del Arzobispado de México escribió diversas

de su escrito mediante una lámina que insertó Alzate en su *Diario Literario* la cual tiene grabada una ilustración con el lema "Suplemento a la famosa observación del tránsito de Venus por el disco del Sol hecho de encargo de la Muy Noble Imperial, ciudad de México por D. J. Ig. Bartolache y D. J. Ant. Alzate el 3 de junio de 1769."

207

José Mateos Chirinos regidor del Ayuntamiento de la ciudad de México invitó a Bartolache para que junto con Alzate estudiaran el paso de Venus por el disco solar. Bartolache aceptó el cargo y se comunicó con Alzate para que ambos hicieran

obras de diferente temática, como una *Memoria* en 1777 que presento al Real Tribunal de Minería, una *Advertencia sobre el mejor método para ensayar metales de azogue* en 1780 sobre sus trabajos: *Observación del paso de mercurio por el disco del sol en 1769; Eclipse de luna del 12 de diciembre de 1769, Observaciones de los satélites de júpiter en 1770; Observación del eclipse total de sol en 1778*, fue socio del Real Jardín Botánico de Madrid y de la Academia de Ciencias de París en 1771, falleció el 2 de abril de 1779 en la ciudad de México, sus restos fueron inhumados en la iglesia de la Merced. Vid., Valdés Manuel Antonio, "Elogio histórico de Alzate", en *Gazeta de México*, t.IX, n.28, México 4 de marzo de 1799, pp. 219-223; Moreno, Roberto, *Un eclesiástico criollo frente al estado Borbón*, 61p. y Hernández, Luna Juan, *José Antonio Alzate. Estudio biográfico y selección*, 89p.

²⁰⁶.-José Ignacio Bartolache nació en Guanajuato el 30 de marzo de 1739, estudió en San Ildefonso, teología en el colegio Pontificio Seminario, posteriormente obtuvo en 1766 el título de bachiller en Medicina, fue profesor de la cátedra de astrología de la Universidad, realizó observaciones astronómicas junto con Alzate en 1769, y con Velázquez de León y León y Gama en 1771, autor del *Mercurio Volante (1772-1773)*, *Instrucción que puede servir para que se cure a los enfermos de viruelas (1779)*, y de las *Lecciones Matemáticas (1769)*, falleció el 10 de junio de 1790. Sobre su vida y obra Vid., Fernández del Castillo, Francisco, "La inquieta vida del doctor Bartolache" en *El Médico*, México, Marzo y Abril de 1957, pp.49-56 y pp.54-62., y del mismo autor "El doctor don José Ignacio Bartolache, médico, escritor e innovador", en *Memorias del primer coloquio mexicano de historia de la ciencia y la tecnología*, vol.II, México, SMHCT, 1964, pp. 207-220. Ibarra, Herrerías María de Lourdes, "José Ignacio Bartolache. La Ilustración en la Nueva España", México, Universidad Iberoamericana, 1976, 200p, (tesis), y Moreno, Roberto, "El médico José Ignacio Bartolache 1739-1790", *et.nal.*, *Ensayos de historia de la ciencia y la tecnología en México*, pp.49-71.

²⁰⁷.- Trabulse, Elías, *Historia de la ciencia en México*, vol., I, p. 161.

la observación en la azotea de las casas del Ayuntamiento, por ser el edificio de más altura de la ciudad.²⁰⁸

El matemático, astrónomo y editor Felipe de Zúñiga y Ontiveros observó el tránsito de Venus, pero su obra está extraviada. La comunidad científica europea y americana concedieron gran importancia al hecho de estudiar y analizar este fenómeno natural para de esa manera deducir el paralaje del Sol y determinar la distancia de la Tierra y el Sol, además de explicar el sistema newtoniano del mundo y las leyes planetarias de Kepler.

Edmund Halley indicó los métodos y lugares adecuados para observar el fenómeno en 1761. Sin embargo este fenómeno no fue observado en América. Las comunidades científicas europeas enviaron expediciones a Siberia, China, Sumatra, Tartaria, Kamchatka y fue visto en Europa, los resultados obtenidos fueron malos debido a la atmósfera que rodea Venus y a la irradiación de la luz, por lo que se prepararon para la del año de 1769. En este año, los astrónomos calcularon que el lugar adecuado para tener una mejor observación sería Nueva España.²⁰⁹

²⁰⁸.- A.H.A.M., *Historia General*, (2254), t.I, exp.10,f.2 y Moreno, Op.Cit., pp.54-55.

²⁰⁹ El 5 de junio de 2012, en México fue observado el tránsito de Venus por el disco solar y comenzó a las 17: 05 y además se vio en el hemisferio norte de la Tierra, en el continente de América desde Canadá hasta el norte de Sudamérica 'este fenómeno se presenta en intervalos de ocho años, seguido de 105.5 años y a los ocho años siguiente se presenta de nueva cuenta para esperar 121.5 años antes de que vuelva a ocurrir.'

El último tránsito se vio el 8 de junio del 2004 y el próximo evento de esta naturaleza será visto hasta el 11 de diciembre de 2117 y el 8 de diciembre de 2175, única oportunidad para los científicos del mundo en estudiar este fenómeno celeste al iniciar el siglo XXI. Para ello la Nasa realizó estudios del calor y presión atmosférica de Venus, asimismo dio la oportunidad de afinar el método de buscar exoplanetas y calibrar los instrumentos ópticos que estudian el cosmos. La comunidad universitaria de la Universidad de Quintana Roo, académicos y estudiantes observaron este fenómeno natural en la tarde del 5 de junio del presente año de 2012, con telescopios al interior de la Unidad Académica de Chetumal del claustro universitario. Los telescopios utilizados fueron un Binar

Así las cosas, la Royal Society de Londres solicitó autorización a Carlos III, rey de España para enviar un astrónomo inglés que lo observara en la Nueva España. La autorización fue negada por cuestiones políticas.²¹⁰

En América el paso de Venus por el disco solar fue visto completo. Además de la expedición franco-española y de los astrónomos novohispanos. El fenómeno fue visto y estudiado por el astrónomo inglés Bradley y por el doctor Solander que era discípulo de Linneo. Ambos se embarcaron en una fragata al mando del capitán Cook y zarparon del puerto de Plimouth, pasaron por el Cabo de Hornos sin permiso del rey de España y lo observaron en la isla de Haití.

Desconocemos si fue observado por los astrónomos de América del Sur, por lo que respecta a Norteamérica fue visto por los miembros de la Royal Society, Dymond y William Wales en el fuerte del príncipe de Gales; Churchill River en la colonia inglesa de "Canadá"; Thomas Wright en Quebec. John Leeds en Talbot County Mariland, Owen Biddle y Joel Bailey en Lewiston Pennsylvania; John Winthrop en Cambridge, Massachusetts; Benjamin West y un grupo de asociaciones en Providencie, Rhode Island.²¹¹ Los resultados obtenidos de esta segunda

reflector sky watcher, con un poder de aumento de 525X y una apertura del espejo principal de D=76mm y una longitud focal de D=76mm, construido en China. Además de otro telescopio modelo Celestron AstroMaster 76, reflector, diámetro 76mm, distancia focal 700mm, oculares 20mm, 10mm (35x-70x), con buscador de punto rojo prelineado, con montura ecuatorial y salida ecuatorial de 1. 25", fabricado en EUA. Vid., Espinosa Sánchez, Juan Manuel, "Hacia una Historia Científica: El Tránsito de Venus por el disco solar", en el Periódico *Por Esto*, sección Cultural, n. 7041, Chetumal, Quintana Roo, domingo 17 de junio de 2012, pp.2-3 y Espinosa Sánchez, Juan Manuel, (coordinador), *Miscelánea Histórica de México y del Mundo 2011-2013*, Morelia, Michoacán, enero de 2014, pp. 140-146.

²¹⁰ Los ingleses como James Cook en los mares del Sur observó el respectivo fenómeno natural, el paso de Venus por el disco solar en 1769, en la nave Endeavor viajando a Nueva Zelanda llegando el 6 de octubre del mismo año, véase a Olga Tokarczuk, *Los Errantes*, México, Anagrama, 2019, p. 259-260.

²¹¹.- Nunis, Op.Cit., pp.70-71; Jiménez, Francisco, "Pasos de Mercurio y Venus por el disco del Sol observados en México y California en 1769", en *Boletín de la Sociedad de Geografía y Estadística de la República Mexicana*, 2da. época, t. IV, México, Imp.

observación fueron más exactos y los astrónomos decidieron adoptar la medida para el paralaje del Sol en 8"5.²¹²

El segundo fenómeno celeste estudiado por los novohispanos fue el eclipse total de sol en 1778. Antonio de León y Gama a los treinta y seis años fue el primer americano en pronosticarlo y juntamente con Joaquín Velázquez de León estudió el fenómeno. Como resultado, León y Gama redactó la *Descripción Orthographica Universal del Eclipse de Sol de junio de 1778*, cuya impresión fue costeadada por Velázquez de León.

En ella León y Gama elaboró un mapa para representar las fases del eclipse de Sol y situó los lugares que cubrió el tránsito de la sombra y la penumbra de la luna en la superficie de la Tierra. Los sitios fueron: Alemania, Cuba, las colonias inglesas de Norteamérica, España, Francia, Inglaterra, Italia, Laponia, Noruega, Nueva España y el océano Atlántico.

El resultado obtenido por León y Gama fue de 8h 29' 18" y el de Velázquez de León en 8h 28' 21", con este cálculo la longitud del Valle de México fue corregida por Velázquez de León en 6h 45' 49" al occidente de París.²¹³

Cabe mencionar que los telescopios que emplearon los astrónomos de la expedición franco-española, fueron comprados por Velázquez de León al ingeniero Pauly en California por 3,058 pesos.²¹⁴

Antonio de Alzate estudió el mismo fenómeno y para ello construyó sus propias lentes y escribió la *Observación sobre el eclipse total de Sol del año 1778*.

del Gobierno, 1872, pp.94-105; e *Historia de la Astronomía en México.*, p.163.

²¹².- Jiménez, Op.Cit., p.99; y Abetti, Giorgio, *Historia de la Astronomía*, pp.181-182.

²¹³.- León y Gama, Antonio de, *Descripción Ortographica Universal del Eclipse de Sol*, p.XIX; y Trabulse, Elías, *El Círculo Roto*, p.153.

²¹⁴.- Moreno, Roberto, "Los instrumentos científicos del abate Chappe D' Autoroche", en *Anales de la Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia y la Tecnología*, n.4, México, SMHCT, 1974, p. 312.

²¹⁵ Alzate menciona en su obra al astrónomo Herschell, al físico Beccaria y el meteorólogo Saussure, y llegó a la siguiente conclusión: "que no se observó ninguna luz en la parte obscurisida de la Luna ni con el telescopio, ni a la simple vista: no se podía distinguir del cuerpo de la luna más de aquella parte que no estaba eclipsada..." ²¹⁶

LA ÓPTICA NEWTONIANA EN LA NUEVA ESPAÑA EN 1808

El presente escrito está encaminado al estudio de la física newtoniana a principios del siglo XIX en la Nueva España. El desarrollo y la difusión de la dinámica newtoniana en la Nueva España tiene sus raíces en los colegios jesuitas, posteriormente, con la comunidad científica de finales del siglo XVIII y en los colegios laicos establecidos por la corona española.

En la primera década del siglo XIX se continuó cultivando el estudio de la óptica, tal fue el caso de Juan Wenceslao Barquera, quien publicó el periódico: el *Semanario Económico*, entre 1808 y 1810.

El respectivo trabajo tiene como propósito analizar el artículo "La Física de la Luz " elaborado por Barquera y publicado en 1809, en el mencionado *Semanario*. Barquera a diferencia de los científicos ilustrados de la Nueva España concibe la dinámica newtoniana, para explicar la importancia de la luz solar en las plantas.

La metodología será de la historia de la ciencia social: ¿Qué razón tenía un periódico científico? ¿Qué logros tuvo en sus lectores? ¿Qué beneficios tuvo en la sociedad en que circulo?, son las preguntas, en las cuales daremos respuesta, dado que el periódico fue para la difusión de la ciencia y la sociedad fuera más culta para

²¹⁵.- Alzate y Ramírez, José Antonio de, *Obras I Periódicas*, pp. 105-117.

²¹⁶.- Trabulse, Elías, *Historia de la Ciencia en México*, vol. III, p. 482.

que esta tuviera una explicación científica de la naturaleza, con las teorías "modernas" de Europa.

En Europa los estudios científicos de Goethe acerca de la naturaleza de la luz, es interesante su libro el *Esbozo de una Teoría de los Colores* elaborado entre 1810 y 1820, dado que él analizó la importancia de la luz solar, en la botánica. Además de hacer una crítica a los estudios en óptica de Newton.

Barquera estuvo al tanto de los avances de la ciencia europea, ello es una muestra del tipo de investigaciones realizadas y dadas a conocer en la imprenta. La difusión del desarrollo científico logrado en la Nueva España, antes del inicio de la guerra de independencia de 1810, fue amplia en la vida cultural novohispana.

En el último tercio del siglo XVIII y principios del XIX, en la Nueva España la ciencia newtoniana fue estudiada por diversos hombres de ciencia. La física newtoniana fue difundida en el colegio de San Francisco de Sales, en la cátedra de filosofía cuyo profesor fue el filipense Benito Díaz de Gamarra, el cual elaboró un libro de texto publicado en 1774, y llevo por título *Elementa Recentioris Philosophiae*, en el volumen alternum expuso la mecánica y óptica newtoniana.

La aurora boreal²¹⁷ de 1789, apareció en la noche del 14 de noviembre, se veía en el horizonte del lado norte, la luz que formaba un color rojo y amarillo, por lo que hizo creer a la población que era un fuego, la cual a refugiarse a la villa de Guadalupe.²¹⁸

²¹⁷.-El término aurora proviene del latín aurora; de aura, brillo, resplandor. La aurora boreal y la aurora austral, se observan en cada uno de los polos geomagnéticos de esos respectivos hemisferios a alturas que varían entre 50 y 1,000km. Afectan formas de cortinajes y flecos de colores, y se cree que resultan de la colisión de partículas emanadas del Sol, con gases de la atmósfera generalmente se observan en época en que aparecen manchas solares.

²¹⁸.-Cavo, Andrés, *Suplemento a la Historia de los tres siglos de México durante el gobierno español*, v.III, p.91.

El análisis de la naturaleza fue importante para los novohispanos, Antonio de León y Gama²¹⁹ en su *Disertación Física de la Aurora Boreal* escrita en 1790, explicó el fenómeno de la aurora boreal mediante la física newtoniana, además empleó el lenguaje newtoniano, es decir, inercia, masa, tiempo, espacio, teoría gravitacional y los experimentos de la refrangibilidad de la luz.²²⁰

²¹⁹.- Antonio de León y Gama, nació en la ciudad de México, en 1735 estudio gramática, jurisprudencia, filosofía escolástica en la Real y Pontificia Universidad, matemáticas posiblemente en el colegio Tridentino de Todos los Santos cuyo catedrático fue Joaquín Velázquez de León.

Desde 1756 trabajo como oficial Mayor de la cámara de Palacio de la Real Audiencia. El virrey Manuel Antonio Flores le encomendó observaciones astronómicas entre 1788-1789. Además el virrey conde de Revillagigedo, lo distinguió para colaborar con la expedición de Alejandro Malaspina, en 1791. Con este fin se reunió el 12 de abril, con Malaspina, el ingeniero Miguel Constanzó, el maestro de matemáticas de la Real Academia de San Carlos Diego de Guadalajara y Tello y con el teniente de fragata Francisco Antonio Mourelle. En el observatorio de León y Gama para observar una estrella ocultada por la luna.

En 1791, solicitó la cátedra de mecánica, aerometría y pirotecnia, al Real Seminario de Minería, su solicitud fue rechazada por Elhuyar. Sus obras principales son: *Descripción Ortographica Universal del eclipse total de Sol de 1778*; *Sobre la cuadratura del círculo* en 1785; *Disertación Física sobre la Materia y Formación de las Auroras Boreales*, en 1790, *Descripción Histórica y Cronológica de las dos piedras*, en 1792, falleció el 12 de septiembre de 1802, y sus restos fueron inhumados en la iglesia de la Profesa de la ciudad de México. Vid., Valdés, Manuel Antonio, "Elogio Histórico de Don Antonio de León y Gama", en *Gazeta de México*, vol. XI, n.20, 8 de octubre de 1802, pp.154-164. Aún no hay una amplia biografía de León y Gama, dado que desconocemos varios pasajes de su vida, pero un excelente estudio es el de Moreno, Roberto, "Antonio de León y Gama (1735-1802)." *et.nal., Ensayos de Historia de la Ciencia y la Tecnología en México*, p.73-110. Sobre, la visita de Malaspina al observatorio de León y Gama. Vid., los trabajos de González, Claveran Virginia, *La Expedición Científica de Malaspina en la Nueva España (1789-1794)*, pp.330; *Malaspina en Acapulco*, p.79 y "Observaciones celestes en el México de 1791", en *Historia Mexicana*, v. XXXV, n.2 (138), México, El Colegio de México, Oct.-Dic., 1985, pp.197-218.

²²⁰ Cohen, Bernard. I., *La Revolución en la Ciencia*, p.28. Cohen hace referencia que "La revolución newtoniana su objetivo era crear un nuevo sistema de mecánica racional que permitiera explicar y predecir los fenómenos observados en la Tierra y en el cielo. Sus postulados eran los conceptos de masa, espacio, tiempo, fuerza, e inercia y abarcaba el concepto de la gravitación universal. Los newtonianos eran

El análisis de la confrontación de las tesis de ambos autores muestra que León y Gama explicó la aparición de la aurora boreal haciendo una adaptación de algunos postulados newtonianos. Por su parte Rangel se inspiró parcialmente en Mussembroek, y desarrolló a partir de sus propias ideas un cuerpo teórico que coincidió con el sistema que expuso Antonie Lavoisier en su *Tratado elemental de Química*.

La contradicción entre el sistema de Rangel y el de León y Gama se centro en los axiomas propuestos por cada uno. Al respecto Rangel afirmó que las auroras boreales se forman dentro de la atmósfera mientras que su contrincante las localiza en la parte superior de ella. León y Gama en su *Disertación* planteó el postulado de que la "aurora boreal tiene su asiento superior en la atmósfera de la tierra" primero calculó la altura de la atmósfera empleando los métodos de Bouguer y de Luc en sus mediciones en el barómetro, y para explicar el peso del aire se apoyó en las teorías de Newton.

En 1793, se abre la cátedra de física en el Real Seminario de Minería, y fue profesor Francisco Antonio Bataller que elaboro un texto titulado los *Principios Matemáticos de la Física Experimental*, el cuarto tomo dedicado a la óptica, en donde expuso la teoría corpuscular y la ondulatoria propuesta por Euler.

En la Nueva España a finales del siglo XVIII existió una comunidad científica que difundió, asimiló y aplicó los últimos avances de la óptica en el estudio de los problemas de su realidad material y social. Esta comunidad se manifestó en la presencia de un grupo de individuos con formación académica en los últimos adelantos de la ciencia y con conocimientos necesarios para realizar proyectos de investigación en los que aplicaron las teorías, métodos y técnicas más comunes en el estudio de los fenómenos ópticos.

consientes de la necesidad de la revolución en toda una serie de disciplinas: la química, la óptica, la calorimetría y la fisiología."

Como consecuencia de ello los miembros de dicha comunidad discutieron los paradigmas en boga, trabajaron en torno a temas similares, leyeron los mismos autores, compitieron por la prioridad de sus descubrimientos y aún externaron sus celos y rivalidades profesionales a través de las publicaciones científicas. Todo esto facilitó el intercambio de opiniones y de información, que a su vez hizo posible la generación de líneas de investigación. De este modo, a nivel local se asimilaron los nuevos conocimientos a los ya existentes y sobre esta base se produjeron nuevos conocimientos.

La investigación científica novohispana logró avances significativos en el proceso de explicación y análisis de la naturaleza teniendo como precedente la física de Newton. El presente trabajo pretende analizar el artículo de Juan Wenceslao Barquera "La Física de la Luz" publicado en el *Semanario Económico*, en 1809.

DATOS BIOGRÁFICOS

Juan María Wenceslao Sánchez de la Barquera nació, el 22 de abril de 1779 en Querétaro, Intendencia de Michoacán, fue periodista, escritor y político, estudió latín en el colegio de San Javier en Querétaro, filosofía en el colegio de San Buenaventura de Tlatelolco (en la ciudad de México), jurisprudencia y teología en el colegio de San Ildefonso y derecho en la Real y Pontificia Universidad de México, entre 1803 y 1809.²²¹

Durante los años de la guerra de Independencia de México, Barquera perteneció a la sociedad secreta de los Guadalupe (1808-1817), la labor de dicha sociedad era transmitir informes del gobierno virreinal a los principales jefes insurgentes, su red era amplia además de ser miembros de la administración virreinal, clérigos, militares, y gente del pueblo.²²²

^{221.-} Agradezco a la Maestra, María Luisa Rodríguez-Sala-Gomezgil, por proporcionarme la bibliografía Barquera en mecanuscrito.

Al concluir la independencia de México, en 1821 Barquera fue miembro de la Sociedad Económica de Amigos del País, promovida por el emperador de México Iturbide.²²³ A la entrada del ejército Trigarante en México (1821) tuvo a su cargo la redacción de la *Gaceta Oficial* y desempeño varios cargos públicos fue ministro del Tribunal de Justicia del Departamento de México, ministro del Tribunal de Guerra y Marina y senador.

Barquera falleció el 24 de febrero de 1840, el periódico el *Equilibrio* nos informa sobre su necrología:

"Ha fallecido el 24 del corriente el ciudadano Lic. Juan Wenceslao Barquera (...) Después de hecha la independencia bajo el sistema federal, fue siempre considerado, ocupándolo ya en el cuerpo legislativo, ya en la magistratura ya en el gobierno (...) y unidos á sus amigos ruega á Dios por el descanso de su alma." ²²⁴

Sus trabajos fueron de diversos temas, así lo demuestran el título de sus obras, como las *Reflexiones Filosóficas sobre los últimos sucesos de la Francia sobre el heroísmo español y sobre la lealtad de los Americanos*, en 1808; *Refutación que hace un español americano de la Proclama de José Bonaparte*, en 1809; *Diario de México* de 1806-1810, el *Semanario Económico* de 1808-1810; el *Mentor*

^{222.-} Villar, Ernesto de la, *Los Guadalupes y la Independencia*, pp.XXII-LXXVII y Guedea, Guillermina, *En Busca de un Gobierno Alterno: Guadalupes en México*.

^{223.-} Shafer, Jones Robert, *The Economic Societies in the Spanish World (1763-1821)*, pp. 357-358, y Villar, Ernesto de la, "Las Sociedades Económicas Amigos del País y Juan Wenceslao Barquera", en *Estudios de Historia Moderna y Contemporánea de México*, v.14., México, Instituto de Investigaciones Históricas-UNAM, 1991, pp.11-36.

^{224.-} *El Equilibrio*, [México], Imp. M. Quiroga, 29 de febrero de 1840, p.[1]. Es un recorte de periódico sin paginación.

México, en 1811; el *Correo de los Niños*, en 1812 y *Lecciones de política, derecho público para instrucción del mexicano* en 1822, entre otros.²²⁵

EL PERIÓDICO SEMANARIO ECONÓMICO

La ciencia novohispana fue difundida a través de diversos periódicos en el siglo XVIII 226 arraigándose en la sociedad novohispana la lectura de los periódicos con temática científica.

Así en la primera década del siglo XIX, aparecen nuevamente periódicos con temas sobre la ciencia. Por el tipo de lenguaje, iba encaminado a lectores cultos, con una elevada preparación científica, ello es muestra por el discurso teórico y experimental escrito para explicar la naturaleza. En 1808 apareció el *Semanario Económico de Noticias Curiosas y Eruditas Sobre la Agricultura y demás Artes y Oficios etc.*, de Wenceslao Barquera, del cual se publicó 108 números.²²⁷

El primer número apareció con el título *Prospecto del Semanario Económico*, el objetivo era de promover la ciencia y la técnica, a los jóvenes y demás personas interesadas en ellas, como informa en su primera página:

"Las naciones cultas que así lo conocen, se valen de papeles periódicos para llamar la atención de los jóvenes y ociosos y por este medio les excitan la aplicación y la industria, y los hacen florecer en las artes, ciencias y oficios.

Con este único objeto nos hemos propuesto formar éste semanario y extractar en él todas las noticias que contiene los mejores autores de la Europa, y que más á propósito para que cada uno en sus respectivas profesiones, logre instruirse (...). "²²⁸

²²⁵- Beristáin de Souza, José Mariano, *Biblioteca Hispano-Americana Septentrional*, v.1, p.150.

²²⁶- Tavera, Alfaro Xavier, "Periodismo Dieciochesco", en *Historia Mexicana*, v. II, n.1, México, Colegio de México, Jul.-Sep., 1952, pp.110-115.

²²⁷- Trabulse, Elías, *Historia de la Ciencia en México*, v.1, p.74

Su contenido es diverso desde artículos de meteorología, física, química y tecnología. *El Semanario Económico* apareció el 1 de diciembre de 1808 y la suscripción fue de cinco reales al mes en la capital de la Nueva España, y se les entregaba por adelantado en el Portal de Mercaderes en dónde estaba ubicado el expendio del periódico y se les enviaba a la casa de los suscriptores, los ejemplares, en las Intendencias del virreinato, fue de dos meses por adelantado y medio real por cada mes y se les enviaba por correo.²²⁹

El *Semanario Económico* fue solicitado en el interior del virreinato de la Nueva España, así lo demuestran la diversidad de correspondencia de suscriptores enviadas a Barquera y Joaquín Villaverde y Llano administrador de la imprenta de su tía política María de Jáuregui.²³⁰

La cartas fueron enviadas de Sombrerete (Zacatecas), Guadalajara, Oaxaca, León, San Miguel de Allende, Veracruz, y del virreinato de Guatemala, en esta última con fecha del 18 de abril de 1809 menciona el suscriptor Ingacio Beteta:

"(que) por tener el honor de contribuir por mi presente ó facilitar á este Reyno la lectura de un papel tan interesante, según el Prospecto, como el que usted ofrece desde luego puede usted contar con mis arbitrios."²³¹

Por otra parte, la edición del periódico era costosa, en el mes de mayo de 1809, el precio de la impresión fue de noventa y ocho pesos, además de unos volantes para dar aviso a sus suscriptores el termino de la suscripción, con un saldo

²²⁸- Archivo Histórico de la Biblioteca Nacional de Antropología e Historia., *Tercera Serie de Papeles Sueltos*, f.1r., la foliación es nuestra.

²²⁹- Archivo General de la Nación de México,[en adelante A.G.N.M.], *Historia*, v.399, f. 278v.

²³⁰- A.G.N.M., *Historia*, v.399, f.289r.

²³¹- A.G.N.M., *Historia*, v.399, f. 300r.

de cinco pesos haciendo un total de ciento tres pesos, que tenía que liquidar Barquera a la imprenta.²³²

" LA FÍSICA DE LA LUZ"

Barquera publicó en su *Semanario Económico*, un artículo titulado la "Física de la Luz" en donde menciona que la luz tiene un ángulo de reflexión y es igual al de incidencia, para lo cual empleo un ejemplo:

" Esta propiedad se palpa poniendo una aguja pequeña entre los radios recogidos en el espejo ustorio, donde se mantiene suspensa en continua evolución, o rotación sobre una punta. Este fluido de la luz, es igualmente pesado porque si se introduce en pequeña ráfaga por el agujero de una puerta, y se le presenta la hoja de un cuchillo, el rayo se aparta de una línea derecha, y se inclina hacia el cuerpo, lo que prueba que obedece a la ley de atracción."²³³

Sin duda esta definición la tomó Barquera de la *Óptica* de Newton, libro 1, parte 1, axioma II, que dice: "El ángulo de reflexión es igual al ángulo de incidencia."²³⁴

En el ejemplo Barquera empleó el término atracción para explicar la reflexión de la luz. Newton lo expuso de igual manera, dado que utilizó el éter como hipótesis en donde se transmitía la luz, por lo que tuvo que recurrir a la mecánica y mediante la atracción magnética que es una forma de fuerza explicó la reflexión de la luz y

²³²- A.G.N.M., *Historia*, v. 309, f.306r.

²³³- Barquera, Wenceslao, " La Física de la Luz", en *Semanario Económico*, p. 234

²³⁴- Newton, Isaac, *Optica o Tratado de las Reflexiones Refracciones Inflexiones y Colores de la Luz*, p.13.

llegó a la conclusión de la naturaleza de atracción a la distancia²³⁵ la cual desarrolló ampliamente en su *Óptica*, libro III, parte 1, cuestión 31, en dónde dice:

" En efecto, es bien sabido que los cuerpos actúan unos sobre otros por las atracciones de la gravedad, magnetismo y electricidad (...). Lo que denomino atracción puede realizarse mediante un impulso o cualesquiera otros medios que me resultan desconocidos. Aquí, empleo esa palabra tan sólo para señalar en general cualquier fuerza por la que los cuerpos tiendan unos hacia otros, sea cual sea su causa, pues hemos de aprender de los fenómenos de la naturaleza qué cuerpos atraen a otros (...)." ²³⁶

Posteriormente Barquera hizo referencia de la descomposición de la luz blanca al atravesar un prisma:

" El gran Newton ha conseguido descomponer la luz solar en siete rayos primitivos, que se palpan exactamente en las refracciones del prisma a saber: el rojo, anaranjado, amarillo, verde, azul, púrpura y violeta (...)." ²³⁷

Newton en su *Óptica* hizo referencia de la descomposición de la luz, en el libro 1, parte 1, proposición II, teorema II, titulada: "La luz del Sol consta de rayos de diferente refrangibilidad" y en experimento número siete dice que:

" Tras dos agujeros próximos practicados en el postigo, uno en cada agujero, para que proyectasen sobre la pared... dos imágenes coloreadas y oblongas del Sol (...). Todo ello muestra que las luces de diversos colores son cada vez más refrangibles, según el siguiente orden de colores: rojo, naranja, amarillo, verde, azul, añil y violeta profundo (...)." ²³⁸

La refrangibilidad de la luz fue un descubrimiento fundamental en la óptica, dado que los colores que están mezclados en la luz blanca están al pasar de un medio a otro de distinta densidad se separen.

²³⁵- Westfall, Richard. S., *The Construction of Modern Science Mechanisms and Mechanics*, pp.61, 142-157.

²³⁶- Newton, Op.Cit., p. 325.

²³⁷- Barquera, Op.Cit., p.234.

²³⁸- Newton, Op.Cit., pp.32, 50-52.

A partir de la primera publicación de la *Óptica* en 1704, la influencia de esta obra resalta en los siglos posteriores al considerar los avances técnicos que derivaron sus trabajos a través de la aplicación del método científico.²³⁹

Cabe señalar que el citado artículo de Barquera explicó la forma de como la luz solar influye en la vegetación:

" Es constante que no hay vegetación sin luz, y que amortiguan las plantas gozan de este fluido. Cuando los vegetales en una estufa no reciben la luz más que por un lado, se inclinan hacia él, como para dar a entender la necesidad que tiene de su influencia y sin ella no nos presentan más que un color triste y solo (...). No solamente deben los vegetales su olor, su gusto, la combustibilidad, la maduración, y el principio resinoso con otras tantas propiedades que dependen de la luz (...). La propiedad más admirable de la luz sobre el vegetal, es que expuesto al Sol o mucha luz, transpira aire vital, como hemos dicho al tratar del aire. Sin embargo, no se ha podido probar hasta ahora que la luz sirve de alimento a las plantas, pues a lo más se puede considerar como un estímulo o agente que descompone los principios nutritivos y separa el gas oxígeno que proviene de la descomposición del agua; o ácido carbónico." ²⁴⁰

Barquera ya plantea lo que conocemos como fotosíntesis, es decir, un proceso metabólico que se ubica dentro de las formas de nutrición que presentan los seres vivos.

La fotosíntesis es la transformación de energía luminosa en energía química. Para que se efectuó la fotosíntesis se requiere de dióxido de carbono, que proporciona el carbono y el oxígeno para la síntesis de glucosa. El agua que proporciona el hidrógeno para la formación de la glucosa. El oxígeno del agua es el que se obtiene como un producto final secundario.

²³⁹- Bassols, Batalla Narciso, "La obra de Newton y sus repercusiones en el mundo actual", en *Ciencia y Desarrollo*, v. XV, n.85, México, Conacy., Mar.- Abr., 1989, pp.51-62.

²⁴⁰- Barquera, *Op.Cit.*, p.243.

La luz sólo se utilizan los rayos rojos y azules del espectro visible, la luz tiene como función excitar las moléculas de clorofila, también participa en la ruptura de las moléculas de agua. La energía luminosa del Sol será transformada en energía química almacenada en los enlaces de glucosa, que es el producto final del proceso. El pigmento verde es la clorofila que tiene como función absorber la energía luminosa.²⁴¹

CONCLUSIÓN

A principios del siglo XIX en la Nueva España, todavía hay rasgos de la difusión de la óptica newtoniana a través del periodismo.

Barquera concibe la reflexión de la luz y de su composición de esta al pasar a través de un prisma además de manejar el concepto de atracción, que es

²⁴¹- Goethe entre los años de 1810-1820 mencionó que el influjo de la luz en las plantas:

" Pueden considerarse los colores de los cuerpos orgánicos en un plano general como un proceso químico superior (...) las semillas bulbos, raíces y todo cuanto se halla fuera del alcance de la luz o rodeado en forma inmediata de la tierra son, en general blancos (...). Al influir la luz en su color, influye al mismo tiempo en su forma... pone inmediatamente a las plantas en un estado de actividad; aparecen verdes, y la metamorfosis se opera sin interrupción alguna la fecundación (...). "Vid. Goethe, Johann W., *Esbozo de una Teoría de los Colores*, pp.568-569.

Barquera y Goethe ambos hablan sobre el proceso de la fotosíntesis, la que se realiza en la luz y en la oscuridad, por lo tanto Barquera es un conocedor de los estudios científicos europeos contemporáneos.

fundamental en la ciencia newtoniana, pero Barquera también estudio el influjo de la luz en los vegetales.

El estudio de Barquera es importante dado que no sólo da un análisis de la óptica de Newton sino un estudio de la luz en la vida de las plantas. Goethe fue en Europa del siglo XIX el crítico de la física newtoniana y también realizó estudios sobre, la importancia de la luz solar para las plantas, es decir, Barquera estuvo al tanto de las investigaciones científicas contemporáneas del viejo continente y las difundió a la sociedad novohispana, para que esta se cultivara.

La física newtoniana fue estudiada en la segunda mitad del siglo XVIII novohispano a partir de las obras de Newton y sus difusores como Voltaire, Nollet, Mussembroek, entre otros. Por lo tanto, los novohispanos desarrollaron la física newtoniana, para explicar los fenómenos naturales, paralelamente con los científicos europeos.

APÉNDICE

LA CULTURA DE LA MUERTE EN LA NUEVA ESPAÑA. UN ESTUDIO DE CASO: CARLOS DE SIGÜENZA Y GÓNGORA (1700)

“Tócale al historiador referir los sucesos desnudamente y vístalos al lector de ponderaciones si de ello gusta.”

Carlos de Sigüenza y Góngora
Paraíso Occidental

INTRODUCCIÓN

El “Testamento” de Carlos de Sigüenza y Góngora se localizó en el Archivo General de Notarías, al buscar el nombre del notario Gabriel de Mendieta. Una vez localizado se pide el volumen 2554, en donde tiene información del año de 1700, fecha de la muerte de Sigüenza. Se hace un estudio comparativo juntamente con otro documento hallado en el Archivo General de la Nación y lleva por título “Cotejo del Testamento”, del propio Sigüenza. En ellos se tomaron dos variables, una apegada a la ciencia en el momento que le practicaron la necropsia y la otra cuando es fiel devoto de la virgen de Guadalupe. Ciencia y religión en la época del barroco novohispano en donde se observa un ferviente hombre católico y hombre con una racionalidad científica, ante la muerte. Sigüenza y Góngora falleció en el año de 1700 e inhumado en la iglesia de los jesuitas de San Pedro y San Pablo.

TESTAMENTO Y COTEJO DEL TESTAMENTO DE SIGÜENZA Y GÓNGORA

En abril de 1994, localice un documento de Carlos de Sigüenza y Góngora, en el Archivo General de la Nación, en el ramo de *Bienes Nacionales* con el título de “Testamento”, al buscar físicamente el documento se halló el testamento del padre de Sigüenza. Además, había otro manuscrito que tenía el título siguiente: “Cotejo del Testamento”, escrito original sobre Carlos de Sigüenza después de haber fallecido.

Ante este hallazgo revisé el documento del “Cotejo del Testamento” con tres perspectivas:

- 1.- Hacer uso de la paleografía y transcribir del documento, “Cotejo del Testamento”.
- 2.-Realizar un análisis crítico, del documento arriba mencionado.
- 3.- Con el método comparativo, hice otro enfoque del “Cotejo del Testamento” y del “Testamento” de Carlos de Sigüenza publicado por Francisco Pérez de Salazar en el año de 1928, entre el resultado obtenido del estudio de ambos documentos se logro identificar una variable. En ambos papeles aparece el nombre de Gabriel de Mendieta Revollo notario público, que dio fe del “Testamento” y del “Cotejo del Testamento”, ambos escritos relacionados con Sigüenza y Góngora. Fue una pista importante, para la localización del “Testamento” en documento con la rúbrica del propio Carlos de Sigüenza y Góngora.

El “Testamento” de Sigüenza está localizado en el Archivo General de Notarías de la ciudad de México con la siguiente clasificación: nombre del notario Gabriel de Mendieta Revollo, número de la notaría 385, volumen 2554, años 1628-1738, fojas 464- 485. El documento está en buen estado de conservación, es decir, libre de la humedad, polvo y hongos, pero esta mutilado y le falta una foja.

El manuscrito localizado en el archivo de Notarías el “Testamento” de Sigüenza da inicio con las siguientes palabras:

“Testamento del bachiller Don Carlos de Sigüenza y Góngora en doce de agosto de 1700, de un traslado al dicho Don Carlos, en papel delgado segundo.”²⁴²

En el impreso de la edición de Pérez de Salazar de 1928 no aparece esta indicación, por lo que hay dos papeles: el “Testamento” original que quedo en manos del propio Sigüenza. Del cual está desaparecido o posiblemente sea el impreso en la edición de Pérez de Salazar y una copia de este “Testamento”, de

²⁴² Archivo General de Notarías de la ciudad de México (en adelante AGNot), Gabriel de Mendieta Revollo, núm., de notaría 385, vol. 2554, años 1682-1738, f.464.

Sigüenza que quedo en posesión del notario Gabriel de Mendieta y físicamente esta en el Archivo General de Notarías de la ciudad de México.

Lo cierto, que el mismo Carlos de Sigüenza y Góngora nos dejó un legado de la cultura novohispana de su época, que es su “Testamento”. En el Sigüenza se preparó para el momento final de su vida²⁴³ indudablemente Sigüenza tenía un estado de salud enfermo, al sufrir fuertes dolores en el “riñón derecho”, enfermedad que no tenía cura en la época que vivió Sigüenza y solicitó hacer su Testamento en presencia del notario Gabriel de Mendieta, para dar fe de la legalidad del documento, un escribano de la notaría del cual desconocemos su nombre y redactó el escrito y cuatro testigos, los cuales uno era familiar del propio Sigüenza, ellos fueron José de Vargas, Manuel de Ortega “maestro de cirugía”, el sacerdote Carlos López de Sigüenza de la orden de la merced y Juan Torres quienes firmaron el documento conjuntamente con Sigüenza y el notario Mendieta.²⁴⁴ El lugar donde se llevó a efecto la firma del papel y fue en el aposento de Sigüenza en el hospital Amor de Dios de la ciudad de México, el día 9 de agosto de 1700.²⁴⁵

¿Para qué, sirve un testamento en la época que vivió Sigüenza? El testamento es una práctica de vida de la sociedad asociada con la muerte, los cristianos practicaron su religión católica, para no cometer pecados, hacer penitencia y caridades; con el fin de “ir al cielo”. Además, debían testar antes de fallecer, confesar sus pecados, recibir la hostia, los santos oleos y después de la muerte las exequias del difunto. La legalidad del testamento en la Nueva España era llevada por el juzgado de testamentos, capellanías y obras pías del Arzobispado

²⁴³ Roger, Chartier, *Sociedad y Escritura en la Edad Moderna. La Cultura como apropiación*, pp. 37-71. Chartier indica los puntos importantes del testamento como son los sufragios, misas, oraciones, limosnas y ayunos. Es una “práctica de la vida cristiana en el pensamiento de la muerte.”

²⁴⁴ AGNot, Gabriel de Mendieta Revollo, núm., de not., 385, vol. 2554, años 1682-1738, f.485.

²⁴⁵ *Ibid.*, fs. 464 y 485. Cfr., Pérez de Salazar, Francisco, *Carlos de Sigüenza y Góngora, Obras*, pp. 161 y 192.

de México. El testamento se “regía conforme al derecho canónico y dependían del capítulo catedralicio y de (los) obispos”.²⁴⁶

El propio Sigüenza realizó su “Testamento”, en el momento más crítico de su enfermedad, es decir, unos días antes de su deceso. Antes de su muerte tenía que confesarse y arrepentirse de sus pecados mediante un acto de contricción, así como de recibir la “eucaristía y la extrema unción”, que era poner aceite consagrado en la frente del enfermo en forma de cruz y al momento de fallecer, el sacerdote purifica alrededor de su cama con incienso y agua bendita acompañado de salmos penitenciales y el clérigo decía un “ars moriendi”, que son las virtudes religiosas de la persona difunta.²⁴⁷

Sigüenza, en su “Testamento” mencionó varias donaciones de las cuales sólo haré referencias de dos de ellas, que analizaré en páginas más adelante del presente trabajo. Pero, hay que tener en cuenta que la donación testamentaria es conocida en el México colonial como obra pía y son la salvación del alma; además las “disposiciones testamentarias tenían que ser llevadas a efecto por los albaceas del difunto”.²⁴⁸

En el “Testamento” de Sigüenza, los historiadores pueden hacer el análisis de la vida religiosa de la época colonial. Un documento personal como el “Testamento” de Sigüenza contiene datos importantes, para construir el pasado histórico de su época, sobre la cultura de la muerte en la religión católica novohispana.

En presente trabajo sólo daré un par de ejemplos relacionados entre el “Testamento” de Sigüenza y su entorno histórico: antes de morir Sigüenza invocó a la Virgen María como su “abogada” y su hijo Jesucristo como intermediario, para pedir y suplicar el perdón de los pecados, para salvar el “alma” de Sigüenza y el primer punto de su “Testamento” se encomienda a Dios y una vez fallecido pide a

²⁴⁶ Wobeser, Gisela Von, *La Vida Eterna y Preocupaciones Terrenales. Las Capellanías de Misas en la Nueva España, 1700-1821*, pp.23 y 101.

²⁴⁷ Rubial, Antonio, *Los Libros del Deseo*, pp. 82, 487-489.

²⁴⁸ Gisela Wobeser, Op. Cit., 1999, p. 105.

sus albaceas sea inhumado en la iglesia del colegio jesuita de San Pedro y San Pablo de la ciudad de México.²⁴⁹

Mientras en el “Cotejo del Testamento” de Sigüenza con fecha del 8 de julio de 1702, menciona a las personas que fueron las albaceas. El prebendo de la catedral Agustín de Cavañas, el presbítero Antonio Robles y su sobrino y heredero Gabriel López de Sigüenza.²⁵⁰

¿Qué función o papel tenían los albaceas? El testador nombra tres o cuatro personas mediante su testamento a los albaceas y su finalidad era distribuir “la carga de trabajo y responsabilidad”, así como vigilarse mutuamente entre los mismos albaceas, para cumplir las cláusulas testamentarias. Por lo general eran designados familiares, hermanos, sobrinos, amigos y “socios de trabajo [...] Los albaceas debían ceñirse de manera estricta a los mandamientos del testador”.²⁵¹

Carlos de Sigüenza y Góngora expiró el domingo 22 de agosto de 1700, en la “octava de la Asunción de Nuestra Señora”, la noticia la dio, uno de sus albaceas, el presbítero Antonio Robles en su *Diario de Sucesos Notables* del año de 1700, en su sección necrológica, Robles informa el óbito de Sigüenza.²⁵² En la América-Hispánica, la costumbre funeraria consistió en arreglar el cadáver para el velorio con tres variables, amortajar, vestir con sus “mejores galas”, colocarle el hábito de la orden de su preferencia y envolver el cuerpo sin vida del individuo en un petate. Para Sigüenza, el ataúd era de madera²⁵³ y tenían dos formas, la de un triángulo y rombo truncado. El material, para su elaboración era de pino o cedro, con forro o sin forro, según “la posibilidad económica de la familia”.

²⁴⁹ AGNot, Gabriel de Mendieta, núm., de not., 385, vol. 2554, años 1682-1738, f. 465.

²⁵⁰ Archivo General de la Nación de México, (en adelante A.G.N.M.), Bienes Nacionales, caja 927, leg. 468, exp., 32, f. 1r. y 6v. (la foliación es nuestra).

²⁵¹ Gisela Wobeser, *op. cit.*, 1999, p. 76

²⁵² Marín, Rubén, *La Medicina en México (Lascas Históricas)*, p. 21.

²⁵³ En el siglo XIX, en Inglaterra aparecen los primeros féretros de metal. Cfr., Ashton, T. S., *La Revolución Industrial 1760-1830*, pp. 55-58 y 81-82.

Una vez colocado el cadáver, se inició el pago de los “derechos parroquiales”, para efectuar el entierro en la iglesia, sus fosas estaban en el piso, cerca del altar y el cura encargado de la parroquia hacía el registro en un libro “mediante una numeración”, esto se conoce como la fe de defunción la fosa era variable con “paredes de tierra”; los “muros de tabique y piso de mampostería con mezcla”, y la fosa era “tapada con lajas”.²⁵⁴ Una vez colocado el ataúd en la fosa, el cadáver “era rodeado con cal” y se sellaba la fosa. En su “Testamento”, Sigüenza pidió, que al momento de fallecer se le practicara la necropsia, para saber las causas de su muerte y los doctores busquen un alivio a esta enfermedad.²⁵⁵ La cual se llevo a cabo y los médicos que la practicaron encontraron una piedra localizada en el riñón y posiblemente, quien la llevo a cabo fue el doctor Manuel Ortega, por que aparece su nombre como testigo en el “Testamento” de Sigüenza con el título de maestro de cirugía.

Sigüenza fue sacado de su habitación y se le practicó la autopsia en el anfiteatro del hospital del Amor de Dios, lugar en donde había un médico, dos cirujanos, cinco enfermeros un barbero y un jarabero; además el propio hospital tenía su botica.²⁵⁶ ¿Pero los médicos cirujanos qué practicaron la disección a Sigüenza, como sabían de anatomía y medicina forense, si en la Universidad de México enseñaban la medicina galena? ¿Qué conocimientos de anatomía conocían los médicos novohispanos? ¿De dónde aprendieron a realizar disecciones en cadáveres humanos y conocer las causas de sus defunciones de las personas?

En el “Testamento” de Sigüenza se menciona, que los médicos y cirujanos que lo atienden le hacen saber a Sigüenza, que tiene una enfermedad de la orina y desconocen si es una piedra o una enfermedad de la vejiga. Los dolores son

²⁵⁴ Márquez Morfín, Lourdes, *Sociedad Colonial y Enfermedad. Un Ensayo de Osteopatología Diferencial*, p. 46, y Jiménez Ovando, Roberto, *La Capilla Mortuoria del Exconvento del Carmen de San Angel, D.F.*, p. 29.

²⁵⁵ Leonard, Irving A., *Don Carlos de Sigüenza y Góngora. Un Sabio mexicano del siglo XVII*, pp. 186-188.

²⁵⁶ Muriel, Josefina, *Hospitales de la Nueva España, t.I, Fundaciones del Siglo XVI*, pp. 159-160.

muy intensos y el propio Sigüenza indicó a sus médicos que después de fallecer le reconozcan el riñón derecho, por las molestias que padece en ese lado de su cuerpo.²⁵⁷

En la Nueva España, la enfermedad no tenía cura, por más intentos que realizaron los “boticarios, especieros, herbolarios, curanderos, barberos, flebotomistas, algebristas y compone huesos” tampoco tuvo éxito la medicina galena que practicaba la sangría, que consistía en abrir con un bisturí el cuerpo del enfermo y colocar sanguijuelas, para extraer la sangre, practicarle el vómito y hacerle purgantes. El paciente, además de los intensos dolores, su orina iba acompañada con sangre.²⁵⁸

Hay que hacer una pauta, en este parte dado, que un hecho importante en el conocimiento anatómico del hombre son los estudios de Vesalio redactados en su libro *De Humanis Corpore Fabrica* editado en 1542, en donde Vesalio explica las viseras, muslos, vasos, nervios y huesos. Este conocimiento es el producto de sus investigaciones al realizar autopsias. Vesalio decidió hacer correcciones en su obra *De Humanis* y se hizo una segunda edición, con un tiraje de 800 ejemplares en Basilea y la obra se puso en venta en Amberes, París, Milán y Augburgo.²⁵⁹

La obra se agotó y llegó a la Nueva España. El libro de Vesalio *De Humanis*, es una hipótesis sobre el conocimiento de la medicina forense practicada por los médicos novohispanos. Pero antes de abrir un cadáver, que no

²⁵⁷ Francisco Pérez, *op. cit.*, 1928, p.190, cláusula testamentaria 77.

²⁵⁸ Antonio Rubial, *op. cit.*, 1996, p. 481. Pero Andrés Vesalio, en diciembre de 1544, en Nimeja un poblado de Flandes daba tratamiento, para el mal del riñón y era “a base de tisanas de belladona, abundante agua de acelgas hervidas como único alimento, reposo absoluto en ambiente caldeado y cataplasmas muy calientes de mostaza en la región renal [...] Las molestias aminoraron con lentitud [...]” y el enfermo a los ocho días expulsó en la orina, una piedra. Vid., Antonio Cavanillas de Blas, *El Médico de Flandes*, pp.70-71.

²⁵⁹ *Ibid.*, pp. 78-81, 144-145, 168-169 y 218-221.

cumplía las veinte y cuatro horas, los doctores comprueban el “rigor mortis”, que es la palidez cenicienta propia de un cuerpo sin vida, manchas hipostáticas dorsales en las pantorrillas y zonas glúteas. Así como la flexión de los codos con dificultad y frialdad de la piel.²⁶⁰ Posteriormente se hacía una incisión en el lugar del cuerpo donde se cree que fue la causa de la muerte, aún desconocemos si los médicos que practicaron la necropsia a Sigüenza extirparon su riñón derecho, para ser analizado, pero localizaron la piedra que fue colocada en un frasco. Después la incisión es cosida, el cuerpo es limpiado con “olores ácidos y fragancias perfumadas” y se viste el cuerpo, para las honras fúnebres.²⁶¹

Los médicos novohispanos fueron lectores de la obra de Vesalio *De Humani Corporis Fabrica*, en sus ediciones de Basilea de 1543 y de Venecia de 1568, la penetración de este libro a suelo novohispano da para una tesis y no es mi objetivo en el presente trabajo. Las distintas ediciones fueron localizadas en el Fondo Reservado de la Biblioteca Nacional de la ciudad de México y es una pauta a seguir, para los historiadores sobre la historia de la medicina en la Nueva España.

La obra de Vesalio *De Humani Corporis Fabrica*, en el libro *De Humani Corporis* en su parte V, titulada “Organis Nutritioni”, es decir, los órganos de la nutrición, en el capítulo X, llamado “De renibus” (sobre el riñón), Vesalio presentó una lámina con el dibujo del riñón humano y explicó que es un órgano regulador de la orina . Hay que mencionar en este punto, Vesalio realizó la disección del cadáver boca arriba y para analizar los pulmones, el cuerpo era colocado boca abajo.²⁶²

Una vez practicada la autopsia posiblemente Sigüenza haya sido amortajado, para velarlo esa misma noche de su muerte y posteriormente fue

²⁶⁰ *Ibid.*, p. 257.

²⁶¹ Antonio Rubial, *op. cit.*, 1996, pp. 465-466.

²⁶² Vesali, Andreae, *De Humani Corporis Fabrica*, 1543, pp. 514-517 y 560-561 y Vesali, Andreae, *De Humani Corporis Fabrica*, 1568, pp. 396-397 y 364-366.

inhumado el día 23 de agosto de 1700, en la iglesia del colegio jesuita de San Pedro y San Pablo de la ciudad de México y el suceso se registro en el libro de defunciones u obituario en donde se anota la fe de defunción, en donde se pone el nombre completo del difunto, el día y el lugar, en que fue sepultado el cuerpo, la edad del finado, el nombre de sus padres, el sitio de origen del muerto, la limosna de los deudos y la rúbrica de la persona que dio fe.²⁶³

Se conoce, que el traslado del cuerpo de Sigüenza y Góngora del lugar de su deceso fue en el hospital del Amor de Dios con dirección hacia la iglesia de San Pedro y San Pablo. Los asistentes fueron muchos por ser Carlos de Sigüenza miembro de la Universidad de México, asistieron los funcionarios y profesores universitarios, por ser corrector de libros del Santo Oficio, asistieron los inquisidores y al pertenecer a la congregación de San Pedro, asistieron los miembros de dicha congregación y por ser el limosnero de catedral asistió el arzobispo de México, entre otros concurrentes. Se hicieron responsos, por el descanso de su alma, cantaron la vigilia y se celebró la misa de cuerpo presente a cargo del padre Juan Pérez. Posteriormente pasaron a la capilla de la Purísima²⁶⁴ y se llevó a efecto la epístola, que es una composición poética dirigida a Sigüenza

²⁶³ A.G.N.M., *Archivo de la Parroquia del Sagrario de Aguascalientes*, Libro de Defunciones, microfilme, sección genealogía, rollo 344, v. 13, leg., 1, f. 79r. y 96v. En 1767 son expulsados los jesuitas del imperio español y la iglesia de San Pedro y San Pablo permaneció cerrada por varios años y el cura de Sagrario, el sacerdote Nicolás Larragoiti la abrió para los sepulcros de su parroquia en 1784. En ese mismo año, el cura del Sagrario Manuel de Omña, por orden del arzobispo Alonso Núñez de Haro llevo a cabo la exhumación de las osamentas y colocó una “cruz de madera” en las tumbas en que había restos humanos y se trasladaron al cementerio de San Pedro. Véase, Valdés, Manuel Antonio, *Gazetas de México*, t.I, México, Imprenta de Felipe de Zúñiga y Ontiveros, México, Miércoles 11 de agosto de 1784, p.133 y Díaz y de Ovando, Clementina, *El Colegio Máximo de San Pedro y San Pablo*, p. 79.

²⁶⁴ Al interior de las iglesias en la época virreinal solamente pueden ser inhumados, funcionarios del Estado, funcionario de la Iglesia, eclesiásticos o religiosos, como sucedió con Carlos de Sigüenza y Góngora, tenía diversidad de puestos relacionados con la Iglesia y la Universidad. Aries, Philippe, *El Hombre ante la Muerte*, p. 51.

antes de la inhumación y lo hacía uno de los mejores oradores de la época. El orador leía una oración o elogio fúnebre que era una pieza literaria que hacía hincapié en los aspectos ejemplares de la vida del difunto. La intención de la oración fúnebre era alabar al difunto, consolar a sus familiares y amigos, también exhortar a los vivos sobre la finitud de la vida, para prepararse a la muerte. Y una vez realizada la lectura se terminaba la ceremonia luctuosa.²⁶⁵ Es la cultura de muerte en la época barroca de la Nueva España.²⁶⁶

Otro ejemplo que haré referencia es cuando en el “Testamento” Sigüenza en la cláusula número tres dijo lo siguiente:

Mando para ayuda de la beatificación del venerable Gregorio López, seis pesos, y otros seis pesos para la del ilustrísimo señor Don Juan de Palafox. Y otros seis

²⁶⁵ Véase, Lugo, Concepción, "Del púlpito a las tribunas. El proceso de secularización en el discurso de la muerte. México 1760-1867," en *Historias*, núm. 35, Octubre, 1995- Marzo, 1996, pp. 83-101. También Lugo, Ma. Concepción, "Los jesuitas como educadores para la muerte y sus obras," en *Revista Fuentes Humanísticas*, núm.18, año 10, 1999, pp. 55-59. Vid., Robles, Antonio de, *Diario de Sucesos Notables*, t. III, pp. 106-108. Sobre la Congregación de San Pedro, Véase, Schwaller, John F., "Los miembros fundadores de la Congregación de San Pedro, México, 1577", en Gisela Von Wobeser- Juan Guillermo Muñoz (coords.), *Cofradías, Capellanías y Obras Pías en la América Colonial*, México, Instituto de Investigaciones Históricas/Universidad Nacional Autónoma de México, 1998, pp. 109-117. Sobre el escapulario como "prenda de seguridad ante la muerte, escudo frente al demonio y el derecho de ser enterrado con él". Véase, Ramos Medina, Manuel, "El escapulario una devoción novohispana", en María del Consuelo Maquívar (coordinadora), *Memoria del Coloquio Tepetzotlán y la Nueva España*, México, Instituto Nacional de Antropología e Historia, 1994, pp. 207-220.

²⁶⁶ Vovelle, Michel, *La Mort et l' Occident de 1300 a nos jours*, pp. 253-255. Véase el trabajo de Rubial García, Antonio, el capítulo "La Era Barroca", insertó en su libro: *El Paraíso de los elegidos. Una lectura de la historia cultural de Nueva España (1521-1804)*, México, Fondo de Cultura Económica/Universidad Nacional Autónoma de México, 2010, pp.210-342.

pesos para (la) ayuda de la fábrica del templo de Nuestra Señora de Guadalupe, extramuros de esta ciudad.²⁶⁷

En el “Cotejo del Testamento” de Sigüenza hace mención que fue cumplida esta cláusula testamentaria.²⁶⁸

Para la época ¿quién era Gregorio López? Gregorio López (1542-1596), nació en Madrid y se desconoce su fecha de su llegada a la Nueva España, en Zacatecas construyó una ermita en Atemajac y viaja a la Huasteca, Oaxtepec, Atlixco, Santa Fe y Los Remedios. Además, tuvo contacto con los jesuitas, franciscanos, dominicos, carmelitas, canónigos y obispos, por sus argumentos en teología. Su cadáver fue enterrado en la ermita de Santa Fe y posteriormente trasladaron sus restos al templo de San José de los carmelitas. En el siglo XVII, la “fama y milagros de López” se extendieron en la Nueva España y en 1635, el arzobispo Francisco Manzo y Zúñiga hizo una donación de cuatro mil pesos, para la beatificación y trasladar su osamenta a la cátedra de México, el arzobispo separa el cráneo de los restos de López y lo mando al convento de San Millán de Burgos, en España y en la actualidad se localiza en el convento de monjas de la Encarnación en Madrid.

En 1620, el rey Felipe III conocía la biografía de López, por las cuatro ediciones de *La vida que hizo el siervo de Dios Gregorio López en algunos lugares de esta Nueva España*, escrito por unos de sus discípulos Francisco de la Losa. El rey de España solicitó al arzobispo Juan Pérez de la Serna hacer una investigación, para llevarla a Roma y hacer los trámites de la beatificación. López también se hizo popular por su manuscrito *Comentario del Apocalipsis* impreso en 1678, libro que se conoció en América y Europa. Carlos de Sigüenza en su *Paraíso Occidental*, libro que salió de la imprenta en 1684 hizo referencia de

²⁶⁷ Francisco Pérez "Testamento de Don Carlos de Sigüenza y Góngora", *op. cit.*, 1928, pp. 162-163 y AG Not, Gabriel de Mendieta, núm., de not. 385, vol. 2554, años 1682-1738, f.466.

²⁶⁸ AGN, *Bienes Nacionales*, caja 927, leg. 468, exp., 32, f.1r.

López. La beatificación para López, por parte de la Santa Sede de Roma nunca llegó. Las limosnas y donaciones testamentarias por parte de los novohispanos fueron para promover ante las instancias oficiales, para conseguir la autorización papal, para la veneración de sus santos a través de sus imágenes y reliquias.²⁶⁹

La documentación de beatificación de Gregorio López están en la Santa Sede, en dónde se acumularon pruebas escritas sobre los milagros y virtudes del ermitaño López. Durante el proceso se necesitó dinero, para promover al venerable López entre “aguinaldos para los criados de los cardenales, obsequios según el estilo de la Corte romana, de chocolate, tabaco, paños finos e imágenes para el cardenal ponente y para el promotor de la fe, los derechos que cobraban los ministros de la Congregación de Ritos, los salarios de abogados, agentes, copistas, y traductores, los gastos de impresión de memoriales, remisoriales, sumarios, biografías y estampas [...]”²⁷⁰

Para no extendernos sobre esta temática de los intentos de los novohispanos, para que el Papa beatificara a los posibles santos de la Nueva España. Daré un breve análisis entorno a la donación testamentaria que hizo Sigüenza a la construcción del nuevo templo dedicado a la Virgen de Guadalupe, no haré referencia de las apariciones de la Virgen del Tepeyac y el culto hacia ella,²⁷¹ por ser temas amplios y no es nuestro objetivo.

La primera capilla en que fue colocada la imagen de Guadalupe fue en 1531, y la primera piedra se puso en 1609. El dinero se obtuvo de los devotos novohispanos, para construir el templo, que fue terminado en 1622, y el arzobispo

²⁶⁹ Un excelente estudio sobre la religión novohispana es el de Rubial García, Antonio, *La Santidad Controvertida. Hagiografía y Conciencia Criolla alrededor de los venerables no canonizados de Nueva España*, México, Universidad Nacional Autónoma de México/Fondo de Cultura Económica, 1999, p. 13 y el capítulo, "El Ermitaño," pp. 89-128, cuyas páginas están dedicadas a Gregorio López.

²⁷⁰ Antonio Rubial, *op. cit.*, 1996, p. 281.

²⁷¹ Un estudio interesante sobre este aspecto del culto de las imágenes religiosas es el que lleva a cabo Taylor, William B., "Imágenes Milagrosas de la época colonial: Acotaciones para una historia trasatlántica", ponencia presentada en las instalaciones de la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México, D. F., el día 8 de mayo de 2000.

Pérez de la Serna fue el encargado de instalar a la Santa imagen, pero se necesitó un espacio más grande por la cantidad de peregrinos que iban a visitar a la virgen morena del Tepeyac. Y en 1694,²⁷² se decidió construir una nueva basílica que actualmente se conserva y para llevar a cabo tal proyecto, el dinero provino de los creyentes de la Virgen, tal y como fue el deseo de Sigüenza de dar una donación testamentaria,²⁷³ para la construcción del nuevo templo que fue terminado en 1709. Sigüenza ya no vio concluido el templo, tal y como lo conocemos nosotros, pero hay que tener en cuenta que el papa Benedicto XIII reconoció oficialmente el culto a la Virgen de Guadalupe en 1725. Los otros dos edificios religiosos coloniales son el Pósito que se construyó entre 1777 y 1791, y el templo de las Capuchinas, fue hecho entre 1780 a 1787, con el título que le dio el papa Benedicto XIV de "Insigne y Parroquia Colegiata de Guadalupe."²⁷⁴

Ambos ejemplos expuestos en estas páginas²⁷⁵ es una muestra de usar un testamento y relacionarlo a la época en que fue elaborado, a través de la crítica²⁷⁶

²⁷² Lafaye, Jacques, *Quetzalcóatl y Guadalupe. La Formación de la conciencia nacional de México*, pp. 384-385.

²⁷³ Alicia Mayer hace un análisis sobre el fervor guadalupano de Sigüenza a la Morena del Tepeyac y se refleja en las obras del ilustre escritor novohispano en: *Primavera Indiana* (1668), *Las Glorias de Querétaro* (1680), *Triunfo Parténico* (1683), *Piedad Heroica* (1693) y *Anotaciones Críticas sobre el primer apóstol de Nueva España y sobre la imagen de Guadalupe de México* (1699). Para Mayer, Sigüenza es un devoto de la Virgen de Guadalupe y sus libros dedicados a la guadalupana son una manifestación del desarrollo de la propia conciencia criolla y en palabras de Mayer también "otorgó (un) fundamento histórico a lo milagroso, al mismo tiempo que un sentido espiritual y teleológico a lo histórico (y) fue uno de los grandes emisores del mensaje guadalupano". Véase., su artículo, Alicia Mayer, "El guadalupanismo en Carlos de Sigüenza y Góngora", en Mayer, Alicia, *Carlos de Sigüenza y Góngora. Homenaje 1700-2000*, v.I, pp. 243-272.

²⁷⁴ Florescano, Enrique, *Memoria Mexicana. Ensayos sobre la reconstrucción del pasado: época prehispánica- 1821*, pp. 258- 259, y González Acosta, Alejandro, "Estudio Preliminar", en José Lucas Anaya, *La Milagrosa Aparición de Nuestra Señora María de Guadalupe de México*, México, Instituto de Investigaciones Bibliográficas/Universidad Nacional Autónoma de México, 1995, pp. 48-54.

²⁷⁵ Vilar, Pierre, *Iniciación al vocabulario del análisis histórico*, p. 33. Vilar hace referencia en el "desarrollo científico de la historia, "en la crítica para conocer la autenticidad de un documento y selección del historiador para elegir determinados hechos confrontarlos y buscar las correlaciones, para resolver el "problema

y la heurística²⁷⁷ para comprender una parte de la religión católica novohispana. El testamento en el lecho de muerte de Sigüenza sirvió para arreglar y repartir sus bienes terrenales en el momento de presentarse la muerte corporal, porque en la religión católica el alma sigue viva.²⁷⁸

Aún falta mucho por conocer la vida religiosa de Sigüenza y Góngora, y para ello hay que buscar información en los archivos, para localizar los documentos inéditos y tratar de estudiar el entorno histórico de los manuscritos, como es nuestro caso.

LOS RESTOS DE CARLOS DE SIGÜENZA Y GÓNGORA

En el año del 2000, me hice las siguientes preguntas ¿En dónde están los restos de Carlos de Sigüenza y Góngora? ¿Han transcurrido un poco más de trescientos años de su deceso, cuantos cambios sufrió su osamenta, si es que queda algo de ella? ¿En el siglo XX, jesuitas, historiadores y antropólogos mexicanos y estadounidenses buscaron y localizaron los restos óseos del jesuita Eusebio Kino, contemporáneo de Sigüenza, habrá alguna institución que le pueda interesar en rescatar la osamenta de Sigüenza?

En el año del 2000 a la fecha, la iglesia de San Pedro y San Pablo es el Museo de la Luz²⁷⁹ resguardado por la Universidad Nacional Autónoma de México, en el momento de realizar la presente investigación no se observa el vestigio del osario y de los sepulcros en el piso, el cual lo cubre una alfombra y mármol, pero al entrevistarme con el licenciado Wenceslao Rodríguez Montiel en marzo del

planteado por el pasado humano (individual o grupal), un problema institucional o una combinación de ambos.”

²⁷⁶ González, Luis, *El Oficio de Historiar*, pp. 115-117.

²⁷⁷ Marrou, I. H., *El Conocimiento Histórico*, pp. 56-66.

²⁷⁸ Huizinga, Johan, el capítulo, " La Imagen de la Muerte", *El Otoño de la Edad Media*, Madrid, Alianza, 1984, pp. 194-212.

²⁷⁹ El Museo de la Luz abrió sus puertas al público el 18 de noviembre de 1996, lugar en donde se explican las propiedades de la luz con las teorías: ondulatoria y corpuscular, para los estudiantes y visitantes.

2001, y era el encargado de dicho Museo, me comento, que al realizar las obras de nivelación en el interior de la iglesia fueron halladas osamentas humanas en la parte de la nave de la antigua iglesia exjesuita y el Instituto de Nacional Antropología e Historia se hizo responsable de los vestigios y resguardos de los restos. Pero no rescataron las osamentas que debían estar en la capilla de la Purísima.

Ante esta situación existe la posibilidad que el Instituto Nacional de Antropología e Historia, tenga los restos de Sigüenza o aún se conserven inhumados en la referida capilla. Por lo que, para ello se necesita la ayuda de los antropólogos, para analizar los restos hallados en la iglesia de San Pedro y San Pablo. Pero, hay que tener en cuenta el deterioro óseo a través del tiempo y medio ambiente, como la humedad elevada y la temperatura pueden reducir a polvo los huesos.²⁸⁰

En la Nueva España, el interior de las iglesias era reservado para inhumar bajo tierra a personajes relacionados con el clero y el Estado virreinal, como el caso de Sigüenza, su cuerpo se depósito en una fosa de la citada iglesia, en un ataúd de madera y este material “expone al esqueleto a las condiciones ambientales”. Los huesos “se conservan mejor al contacto directo” de la tierra y con una “temperatura estable”.²⁸¹

Siguiendo la pista de las costumbres funerarias de la sociedad novohispana de la época de Sigüenza existió un proceso cultural de la vida ante la muerte y es importante estudiarlo, para comprender el tipo de enterramiento y el antropólogo analicé los restos óseos²⁸² localizados, con respecto a las osamentas localizadas en la iglesia de San Pedro y San Pablo ignoró en qué condiciones fueron rescatadas y esto sólo es posible al entrar en contacto con el personal del Instituto Nacional de Antropología e Historia.

²⁸⁰ Brito Benítez, Eva Leticia, *El Deterioro de Restos Óseos Humanos y su Relación con el Tiempo de Enterramiento*, pp. 37-38.

²⁸¹ *Ibid.*, pp. 42-44.

²⁸² Lagunas Rodríguez, Zaid, *Manual de Osteología Antropológica*, v.I, *Principios de Anatomía Ósea y Dental*, p.18

Entre los años de 1965 y 1966, una expedición de historiadores y antropólogos mexicanos y estadounidenses encabezados por Wigberto Jiménez Moreno y William Wasley buscaron en el libro de entierros de la parroquia de Magdalena donde fue inhumado Eusebio Kino en 1711 y al esqueleto se le practicaron estudios antropológicos.²⁸³

La combinación de la historia, la arqueología y la antropología nos pueden llevar a la localización de los restos óseos de un personaje, que ha sido estudiado por varias generaciones a través del tiempo a Carlos de Sigüenza y Góngora.

Reflexión Final

A finales del siglo XX, se localizaron dos documentos, uno hallado en el Archivo General de la Nación, que es el “Cotejo del Testamento” de Sigüenza y el otro localizado en el Archivo General de Notarías, de la ciudad de México, que es el “Testamento” de Sigüenza, que estuvo en poder del notario que dio fe y legalidad del escrito Gabriel de Mendieta Revollo.

Con los documentos localizados y expuestos brevemente en este trabajo tenemos la “racionalidad científica” de Carlos de Sigüenza y Góngora, que aprendió nociones relacionadas con la ciencia cuando ingreso al Colegio Jesuita del Espíritu Santo de Puebla en 1662.²⁸⁴ Sigüenza y Góngora ingreso en 1660 a la Compañía de Jesús e hizo sus votos en la iglesia jesuita de Tepoztlán en 1662 y fue expulsado de la misma orden de san Ignacio en 1668, por sus correrías

²⁸³ Polzer, Charles W., el capítulo “El descubrimiento de la Tumba de Kino”, *Eusebio Kino, Padre de la Pimería Alta*, México, Gobierno del Estado de Sonora, 1984, pp. 117-134. Eusebio Kino tuvo una polémica intelectual con Carlos de Sigüenza y Góngora, por la aparición en el firmamento del cometa del año de 1680. Véase Trabulse, Elías, *Ciencia y Religión en México en el siglo XVII*.

²⁸⁴ Espinosa Sánchez, Juan Manuel, “Los Relojes Solares de la Real y Pontificia Universidad de México del siglo XVII”, en *América a Debate*, núm. 12, julio-diciembre, 2007, pp.35-47.

nocturnas en Puebla. Aun así fue “capellán y limosnero del Arzobispo”²⁸⁵ Eguiar y Seijas, en donde se constata su postura hacia el catolicismo, como un creyente de la religión cristiana.

Con esa virtud apegada a la fe católica Sigüenza solicito aun con vida, antes de fallecer. Le practicaran una necropsia, para que los médicos que la llevaron a cabo conocieran las causas de su deceso. Aunado a la racionalidad religiosa del propio Sigüenza, en creer en Dios, en Jesús, en la Santísima Trinidad y en la virgen de Guadalupe. Nuestro sabio está inmerso en la sociedad barroca novohispana apegada a la “tradición religiosa” católica y las formas de vida están apegados a la ética cristiana.²⁸⁶ Por lo que, el pensamiento de Sigüenza tenemos la dualidad ciencia/catolicismo, en su entorno donde la vida barroca pernea a la sociedad de su época. Y el pensamiento científico del sabio Sigüenza, él cual nunca abandono la cátedra de matemáticas de la Real y Pontificia Universidad desde que la tomo en el año de 1672 hasta su deceso en 1700, en donde faltó muchas veces a sus respectivas clases como docente, por el estado de salud que padeció antes de fallecer.²⁸⁷

²⁸⁵ Lafaye, Jaques, “Don Carlos de Sigüenza y Góngora. Cortesano y disconforme”, en *Signos Históricos*, núm. 6, julio-diciembre, 2001, pp. 9-22.

²⁸⁶ Luhmann, Niklas, *La Sociedad de la Sociedad*, México, p.127.

²⁸⁷ Aguirre Salvador, Rodolfo, “Sigüenza y la Real Universidad de México: el intelectual frente a la corporación”, en *Signos Históricos*, núm. 8, julio-diciembre 2002, pp. 91-107. Sobre la vida académica de Carlos de Sigüenza en la Real y Pontificia Universidad de México se puede consultar a González González, Enrique, “Sigüenza y Góngora y la universidad: crónica de un desencuentro”, en Alicia Mayer, *Carlos de Sigüenza y Góngora. Homenaje 1700-2000*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 2000, pp. 187-231 y Espinosa Sánchez, Juan Manuel, “La Comunidad Científica Ilustrada en la Real y Pontificia Universidad de México”, pp.36-47.

Cotejo del Testamento de Carlos de Sigüenza y Góngora²⁸⁸

Paleografía de Juan Manuel Espinosa Sánchez

Cotejo del testamento que otorgó y (lo) cuya disposición falleció el licenciado, Don Carlos de Sigüenza y Góngora clérigo presbítero domiciliario, que fue de este Arzobispado y catedrático jubilado de las (licencias), (de) Matemáticas en la Real Universidad de esta corte (su fecha) en esta ciudad a los nueve de agosto del año pasado de mil setecientos por (ante) Gabriel de Mendieta Revollo (e)scribano mayor y de cabildo de esta dicha ciudad y por dicho testamento nombro por sus albaceas al bachiller y maestro Don Agustín de Cabañas prebendado de esta Santa Iglesia Catedral al bachiller Antonio de Robles y presbítero y a Don Gabriel López de Sigüenza su sobrino y a cada uno *insolidum*, y por heredero en el remanente que quedare de todo y sus bienes dejo por tal al dicho Don Gabriel López de Sigüenza su sobrino y a cada uno de sus bienes dejo por tal al dicho Don Gabriel López de Sigüenza su sobrino, para que lo hereden con la bendición de Dios. En atención a que a unas tiene que fiaba (y) cuidaría de hacer bien, por su alma presentado, por el dicho Don Gabriel López de Sigüenza, que contiene las mandas y legados siguientes:

Cumplidas Consta de (Recibidos) Mando a las mandas forzosas y acostumbradas a cuatro reales a cada una con que las aparto de sus bienes.

De dichos (Recaudos) presentado Mando para la beatificación del venerable Gregorio López seis pesos, otros seis, para el altísimo y excelentísimo señor Don Juan de Palafox, y otros seis pesos para la fabricación del templo de Nuestra Señora

(en) 1700. de Guadalupe. ²⁸⁹

²⁸⁸ Archivo General de la Nación, *Bienes Nacionales*, caja 927, leg. 678, exp. 32, f.1r.-6v. (la foliación es nuestra).

²⁸⁹ No tiene el lugar donde fue inhumado Carlos de Sigüenza y Góngora.

Mando de limosna a los santos lugares de Jerusalén seis pesos, y otros seis, para (la) redención de (los) capítulos y que todas estas limosnas se pagasen de sus bienes.

Mando que, en invertir a los hijos de Don Diego de Sigüenza su hermano de todo, lo que tuviesen necesidad se gastasen de sus bienes doscientos y cincuenta pesos y que, si algo sobrara (y) resultase en bien del suso dicho y de su mujer, y que al dicho Don Diego su hermano se diese un vestido, de los suyos de fondo con su armador y que era, su voluntad que dichos doscientos y cincuenta pesos, no se lo entregasen en Reales, sino que distribuyesen, en lo que llevaba expresado.

Ytem fue su voluntad, que con los hijos de Don Diego Antonio de Unceta, su marido (foja 1 recto).

que había sido de Doña Francisca de Sigüenza, su hermana, sin que entrase en su poder Real alguno: se gastasen doscientos pesos precisamente en vestirlos: Y que al suso dicho se le diese un vestido de laso, de los suyos con su armador y cualquier cosa, que los los suyos y el suso dicho, les debiesen o le pudiesen ser, en cargo desde luego se lo perdonaba.

Ytem mando a Don a Don Ignacio de Sigüenza su hermano cincuenta pesos en reales.

Ytem mando a la madre (en) lugar de Jesús, su hermana religiosa del convento Real de Jesús María de esta ciudad cien pesos en reales.

Ytem mando se gastasen de sus bienes cien pesos, en vestir a los hijos de Doña Teresa Rosales mujer, que fue de su hermano Don Francisco de Sigüenza difunto con las mismas circunstancias de las primeras clausulas.

Ytem mando a Doña Inés de Jesús, su hermana espiritual pobre y en forma, que vive en las casas del Márquez del valle cien pesos juntos o poco a poco como ella lo dispusiese.

Ytem mando, que al doctor Don Juan de la Pedrosa presbítero se le diesen cien pesos en reales, para que, los distribuyese con dar recibo, de ellos a sus albaceas, sin más especificación.

Ytem mando, que al dicho Doctor Don Juan de la Pedrosa se le diesen otros, cien pesos, los cincuenta (pesos), para beneficio del recogimiento de Belem, a su distribución, y los otros cincuenta, para lo que juzgare necesario, en el Oratorio de Nuestro Padre San Felipe Neri.

Ytem mando, que de sus bienes, se diesen al Bachiller Don Rodrigo Alfonso Lupersio sesenta pesos.

Ytem mando, que el bachiller (foja 1 verso)

Diego de Carbillo Márquez presbítero, se le diesen cincuenta pesos, y si hubiese faltado estos tres sujetos, cuando falleciese, no pasase este beneficio, a sus herederos, sino, que se diese de limosna a los pobres.

Ytem mando que, con los pobres de todas las cárceles, de esta ciudad gustasen, sus albaceas cien pesos, no dándoselos a los alcaldes, sino distribuyéndolos, ellos por su mano, o en reales o en lo que juzgasen conveniente y útil a dichos presos.

Ytem mando que sus albaceas, por sus mandos repartiessen entre los indios, enfermos del hospital de sellos, cincuenta pesos en dos o tres ocasiones y si no hubiese en el bastantes enfermos, se entregase el rezago a el Reverendo Padre Fray Agustín de Betancourt de la orden de San Francisco y Ministro de doctrinas, para

que lo distribuyese entre los enfermos pobres de su feligresía.

Ytem mando, que al reverendo padre Juan Martínez de la Parra de la Compañía de Jesús, se le diesen cincuenta pesos, para que, los distribuyese en beneficio de las mujeres privadas de juicio.

Ytem al reverendo padre Juan de Ugarte también de la Compañía y procurador de las nuevas conversiones de las Californias o a quien hiciese este cargo, se le diesen cincuenta pesos, para el fomento de la casa tan Santa.

Ytem al padre José de Porras, asimismo de dicha Compañía de Jesús, se le diesen veinte y cinco pesos, para que, las gestiones con los pobres inocentes del Hospital de San Hipólito.

Ytem mando, que sus albaceas, por su mano en reales o en comidas o algo de ropa distribuyesen cincuenta pesos entre las mujeres de los recogimientos de la Misericordia de la Magdalena de esta ciudad.

Ytem mando que para, (la) Redención de capítulos y lugares Santos de Jerusalén se diesen cada uno otros seis pesos y medio fuesen, la manda de (arribaron). Y para la Casa de la (foja 2 recto).

Profesa de la Compañía de Jesús, a los de San Francisco de ella y a los religiosos de San Diego, que asisten en Tacubaya, se diesen a doce pesos y medio a cada convento manda a las señoras religiosas capuchinas de esta ciudad veinte y cinco pesos.

Ytem mando se diesen al Hospital de Nuestro Padre San Pedro de esta ciudad veinte cinco pesos para el regalo de los venerables sacerdotes, que allí se curan.

Ytem mando se visitasen, los hospitales de San Lázaro y San Anton(io), de esta ciudad y a los enfermos, que en ellos se hallasen, se les diesen de sus bienes cuatro o seis pesos y al seño San Anton(io) se le diesen doce pesos y medio, para ayuda y socorro de sus necesidades.

Ytem mando, que de sus bienes, se pusiesen a renta doscientos pesos, para que el mismo día en que Nuestro Señor fuese servido de llevárselo se (rotase) la comida de dichos enfermos, del dicho hospital de Nuestro Padre, para lo cual se hiciese escritura, entre su heredero y el muy reverendo venerable señor Abad, aquí en (que), le entregasen dichos doscientos pesos, que les había dotado, el día de los Dolores de María Santísima Nuestra Señora con ciertas misas el viernes Santo: Declara es contra su voluntad, el que dichas misas se dijese en otro altar, que el que, en la escritura señalo, y así encargo se dijese en el.

Ytem mando, que en honra y veneración de los Dolores de María Santísima, se buscasen siete viudas muy pobres y a cada una se le diesen siete pesos de limosna. (foja 2 verso).

Asimismo mando, que desde el día siguiente, al que falleciese, se dijese en siete días, siete misas rezadas y la limosna de cada una sea un peso en el altar de los Dolores, que está en su iglesia del Colegio de San Pedro y San Pablo y cada uno de estos siete días, se llevase a libra de cera, que ardiese delante de la i magen y el ultimo día se le presentase un diamante a lo piadoso, que traería en el dedo.

Asimismo ordeno y mando, que sobre el numero, de misas, que había mandado decir, por su intención a distribución de María Santísima, según las obligaciones espirituales en temporales, en que pudo hallarse y cuyas cartas

de pago estaban en unos pliegos, que se hallarían en su escritorio, se llegase hasta el numero de dos mil misas y pido por amor de Dios a sus albaceas y heredero, que era, en la distribución de ellas se hubiesen parcamente no pasando de nueve las que diesen a sujetos particulares.

Ytem fuera de las misas referidas se mandasen (a) decir otras ciento por las almas de sus padres, otros hermanos, cuñados (cristianos) cuya distribución puso en manos de Nuestra Señora de la Virgen María.

Ytem mando se diesen a José de Vargas ayudante de (los) enfermos del hospital Amor de Dios doce pesos de limosna y a Josefa Ramos sirviente de dicho Hospital se le diese seis pesos.

Ytem mando se diesen a Teresa Millán, por lo que, le había asistido en su enfermedad veinte y cinco pesos, dos sabanas de su uso y una colcha de Toluca.

Ytem mando, que antes, que su cuerpo fuese sepultado a las monjas absolutamente pobre, que se hallasen en el Convento Real de Jesús María y en el de Santa Inés se diesen a cada una un peso a cada una de limosna encargándoles le pidiesen a Nuestro Señor y su Santísima Madre el descanso de su alma. (foja 3 recto).

Item mando, que el mismo día en que falleció ese se entregase al Bachiller Don Gaspar de Ávila Villavicencio sacristán de la Iglesia de dicho Hospital del Amor de Dios trece pesos y medio, para que, en los nueve días inmediatos contase nueve misas a Nuestra Señora de las Angustias, por el descanso de su alma, no omitiendo en ellas un responso.

Item mando a su heredero, que si a caso no estuviese esta (fecho) cuando falleciese, le

mandase hacer a su costa a Rafael de Sigüenza su sobrino un vestido decente, con dos pares de calzones y armador cuatro camisas, cuatro calzones blancos dos sabanas, almohadas, medias, zapatos, capa y sombrero.

Ya Francisca de Unsueta su sobrina, que tenia dentro de su casa, se le diese respectivamente, lo que hubiese menester de vestuario, aunque había, poco que la había proyectado de esto.

Ytem mando, que a los reverendos padres de la Compañía de Jesús del Colegio Máximo de San Pedro y San Pablo se les diesen todos los libros (de) Matemáticas contenidos en una Memoria de ellas, firma de su nombre, que para su poder, para que se conservasen en su librería.

Ytem mando se entregasen a sus paternidades todos los libros pertenecientes a cosas de indios. Así de (las) historias generales y particulares de sus provincias conquista(das) y santo espiritual, que se ha hecho, en ellas, que de vidas de varones e insignes, que en ellas (h)an florecido cuya memoria de dichos libros, pasa en poder de sus paternidades.

Ytem, mando se entregasen a sus paternidades diferentes libros manuscritos contenidos en la misma memoria, parte de ellos en castellano, parte en lengua (foja 3 verso).

Mexicanas y los demás de ellos originales, para que se conservasen en parte tan segura, por las partes y materias tan selectas, que contienen.

Asimismo, les dono a los dichos reverendos padres, el juego de las obras del padre Atanasio Kircher, para que, con cuatro, que le faltaban y pasaban, en dicha su librería quedase cabal, dicho juego, con cargo que entregasen, a su heredero veinte y cuatro tomos que alla, les sobrasen de este juego.

Asimismo, mando se les entregasen a dichos reverendos padres, para que lo conservasen en su librería sin salir de ella, un estuche de instrumentos matemáticos, hecho en Flandes con su libro manuscrito de su explicación y juntamente un antejo de larga vista de cuatro vidrios.

Ytem declara tener una imagen del rostro de María Santísima dolorosa con su marco (de) cedro de la Habana dorado con oro doble ordeno se colocase en la capilla interior de la limpia Concepción, que tienen los padres de la Compañía de Jesús, en su colegio de San Pedro y San Pablo y se entregasen al reverendo rector y si pareciese necesario, que tenga mas adorno o cortinas mando se hiciese a costa de mis bienes.

Ytem al Doctor Don Agustín de Cabañas prebenda(a) tabla del señor San José y Santa Teresa de Jesus, que venía en la cabecera de su cama y una imagen de la Espiración de Cristo Señor Nuestro hecha en Flandes en un baldaquín de terciopelo negro.

Ytem al Bachiller Don Antonio de Robles presbítero, se le diese una sotana de capicholas y un manto y las obras del Cardenal Bona y Belarmino de *escriptoribus ecclesiasticis*. Y los demás mantos y sabanas restantes se diesen de limosna a clérigos conocidamente pobres sacerdotes y de quienes se sepa, que no asisten en juegos. (foja 4 recto).

Ytem mando al Doctor Don Manuel de (Mondrice) se le diese un antejo de lugar y vista mediano y forrado en negro, que pidio a dicho Doctor que en recompensa de ellas se mandase contar una divina majestad.

Item mandase entregase al Reverendo Padre Fray Miguel de Jesús María vicegeneral de los religiosos belemitas, que para su convento de esta ciudad donde se conservase una estampa iluminadas de San Francisco Xavier adornada de relumbrones: y fue su voluntad, que dicha estampa se perpetuase siempre en dicho convento, en parte muy decente.

Ytem mando en el dicho Don Gabriel López de Sigüenza su sobrino y heredero haciendo primero diligencias, que les mando entregarse al reverendo padre guardián del convento de San Diego de esta ciudad un relicario de plata llano y adentro de él, un dedo que el menor de la mano siniestra del glorioso señor San Pedro de Alcántara, para que perpetuamente retuviese memoria de el en sus oraciones. Y allí mismo, para que lo conservasen, en su librería, un libro autentico manuscrito de la vida del venerable Gerónima de la Asunción, su autor el glorioso Martin Fray Ximénez de Quezada.

Ytem al reverendo padre provincial fray Pedro de Aguirre de dicha orden de San Diego, se le entregasen, para si una cruz pequeña engastada en latón, que sabia con evidencia, era de la Santa y milagrosa Cruz de Huatulco.

Ytem al licenciado Don Manuel de Figueroa se le diese de sus libros, el juego de la España ilustrada en cuatro tomos y de Julio Cesar Bulengero en tres tomos. (foja 4 verso).

Ytem mando, que de tres imágenes de María Santísima, con sus marcos dorados se le diese, la de en medio a la que quisiese, al ministro reverendísimo padre Francisco de Artiaga provincial de la Compañía de Jesús, declara fue albacea *fide* y comisario de Don Juan de Alba

Cortes interprete, que fue del Juzgado General de las Indias, quien dejo a su hermana, por heredera y que estaba dado, por libre de dicho albacea hizo.

Ytem declaro, que en el poder de Don Pedro Ponce Carrasco Marin mercader y vecino de esta ciudad, un mil y treientos pesos. Los cuales, tenían destinados para una parte de dote, de cuatro sobrinos, los mayores. Y de ellos entre otras cosas, había dado a María de Guadalupe hija de Doña Inés de Sigüenza difunta y de Don Gabriel López de Sigüenza cuatrocientos pesos y de los novecientos pesos, que quedaban tenia hechos tres vales a favor de María Francisca de Sigüenza hija mayor de Don Diego de Sigüenza , de María Rosa de Unsueta hija de Doña Francisca de Sigüenza y de María Catalina de Sigüenza, los cuales vales se entregasen a sus padres o madres de dichas sus sobrinas, luego o que falleciese y mando que precisamente se observase, por el dicho Don Pedro Carrasco, lo que en dichos vales dispone.

Ytem declara, que en la Carta de Dote, que otorgo al tiempo de tomar estado dicha su sobrina María de Guadalupe, con Don Diego Mejía dispuso que en, (foja 5 recto).

Caso que muriese, la suso dicha, sin sucesión no había de recaer dichos cuatrocientos pesos, en los que fuesen, sus herederos, sino que volviese a el mando, que su tal sucediese se cobrasen del dicho Don Diego Mejía y le entregasen haciéndose escritura al hospital de Nuestro Padre San Pedro, para que se dotase, el sustento de los enfermos, en dos días del año y de esta clausula, lo diese noticia, al venerable señor Abad, que es o fuese.

Ytem mando, que a su sobrino Rafael de Sigüenza se le diese un escritorio, con su

escribanía de marfil y ébano, una laminita de desolación de San Juan Bautista. Un lienzo del Descendimiento de Nuestro Señor. Otro lienzo de San Juan Evangelista. Y un Rosario de (pejemulier) y una crucecita engastada en oro esmaltado.

Ytem declara era deudor a la milagrosa imagen de Nuestra Señora de la Pena de Francia, que estaba cerca de Salamanca en los Reinos de España, de una limosna, que le gavia prometido, en que años pasados, por su intercesión había conseguido salud. Mando se buscase muy segura persona y se remitiesen a los reverendos padres de Santo Domingo, que cuidan de aquel santuario, cuarenta pesos, sin más obligaciones, que de una misa, que les suplico mandasen cantar, por su alma en la presencia venerable de aquella santísima imagen.

Declara, que algún tiempo no cobro, el cortísimo salario, que tenía en la Real Universidad mando se reconociese, lo que pudiese ser desde la última carta de pago hasta el día de su fallecimiento, lo que fuese necesario, hasta que se ajustasen a cien pesos. (foja 5 verso).

Los cuales, por mano de sus albaceas se gustasen, en alguna cosa necesaria y permanente, para la sacristía o capilla de dicha Real Universidad.

Ytem declara que aun que, siempre tuvo mucho cuidado, en que sus mayordomos del rancho de San Juan Teotihuacán pagasen el diezmo a la Santa Iglesia, enteramente puede ser no lo hiciesen y asi mando se diesen a (la) dicha Santa Iglesia diez pesos, por asegurar su conciencia.

Item mando, que una esmeralda que había conservado, en sí, por memoria del ilustrísimo señor Doctor Don Francisco de Aguiar y Seijas

Arzobispo, que fue de este Arzobispado, se rindiese y su procedido se diese a pobres mendigantes.

Ytem declara, que Don Pedro del Castillo Notario Receptor de este Arzobispado, le dijo debía a dicho señor ilustrísimo doce pesos y medio, que los diese de limosna y después se los satisfaga, lo cual había ejecutado y no se los había pagado mando se le cobrasen. Y se repartiessen de limosna a los pobres.

Ytem declara que el Secretario Antonio Albares debe diez pesos pertenecientes a dicho señor ilustrísimo mando se cobrasen y se diesen de limosna a los pobres.

Ytem declara que Don Alonso Gallegos quien tenía en arrendamiento el rancho de San Juan Teotihuacan le estaba debiendo la renta desde noviembre del año pasado y lo que iba corriendo, mando se cobrase, lo que se debiese hasta el día de su fallecimiento y se mandasen decir, las misas de aquel año, que no se habían dicho: Y lo que restase se gastase en hacer, una caja, la más decente, que se pudiese, para que se guardase en ella la cabeza de la Beata Marina de la Cruz religiosa, que fue del convento Real de Jesús María de esta ciudad, en cuyo coro alto se hallaba en una bolsa de Damasco. Y lo que después de estos gastos sobrase, se diese, (foja 6 recto).

De limosna a religiosas pobres del dicho convento.

Ytem declaro, que fuera de lo que tenia mandado ordenado y dispuesto, en dicho testamento tenia hecha una memoria de algunas cosas y disposiciones domesticas, que paraba en poder de su sobrino Don Gabriel López de Sigüenza su albacea y heredero, la cual estaba escrita de su

letra y firmada de la suya rogo y suplico a sus albaceas, las viesen y reconociesen, para que se ejecutase e hiciese cumplirlo, en ella contenido. Y fue su voluntad, que todas sus clausulas se observasen como si fuesen inciertas en este testamento.²⁹⁰

Ytem declara tenia en su poder, el sombrero, de que usaba dicho señor ilustrísimo Arzobispo Don Juan de la Pedrosa, para que perpetuamente, se conservase en el oratorio de Nuestro Padre San Felipe Neri.

Certifico doy fe y testimonio de verdadero, que el cotejo de esta y las fojas antecedentes se ha fecho, según lo que consta de las clausulas del testamento, que expresa, por lo que conste, en virtud de lo mandado, doy presente en la ciudad de México a ocho días del mes de julio de mil setecientos y dos años.

²⁹⁰ Falta la clausula 77 del testamento de Carlos de Sigüenza y Góngora, que trata acerca que después de haber fallecido se le practique la necropsia.

CONCLUSIONES FINALES

Los jesuitas en la segunda mitad del siglo XVIII, enseñaban la óptica cartesiana en sus colegios, pero nunca llegaron a escribir un texto exclusivamente de óptica. Sin embargo, su aportación fue significativa en la cátedra de filosofía en donde explicaron la física moderna.

Sus obras filosófico-científico abordaron gran variedad de temas, como la teoría seminal, el atomismo, la electricidad, entre otras. Por lo anterior, los jesuitas fueron eclécticos en sus explicaciones de las teorías científicas "contemporáneas".

En la Nueva España la filosofía cartesiana perduró aproximadamente de 1680 a 1774, año en que Benito Díaz de Gamarra escribió su texto los *Elementos de la Filosofía Moderna*, en los que puso en crisis, los postulados cartesianos a través de la crítica a sus hipótesis. En el terreno de la óptica aceptó la teoría corpuscular newtoniana.

A diferencia de la óptica cartesiana, que explica la materia con fines heurísticos, la teoría corpuscular newtoniana está estructurada en axiomas, experimentos y con la ayuda de la matemática más adelantada de su época.

Newton explicó la refrangibilidad de la luz mediante la descomposición de la luz solar a través de un prisma en un cuarto oscuro y observó siete colores. El citado experimento fue practicado a lo largo del siglo XVIII, en Europa y América.

Por lo que respecta a la Nueva España, la mayoría de los científicos novohispanos lo mencionan como es el caso de León y Gama y Bataller.

Díaz de Gamarra, se apoyó en este experimento, para criticar, la óptica cartesiana y por primera vez en la historia de la ciencia novohispana en sus

Elementos hay un capítulo, dedicado al estudio de la óptica. Gamarra explicó la óptica con fines pedagógicos a sus alumnos en la cátedra de filosofía en el Colegio de San Francisco de Sales, en la mitra de Michoacán. En la Nueva España, el triunfo de la física newtoniana sobre la cartesiana es confirmada con el texto de Gamarra.

La física newtoniana llegó a su máximo esplendor en suelo novohispano, con la figura del ilustre científico Antonio de León y Gama. Con motivos de la aparición de la aurora boreal de 1789. Alzate, León y Gama y Rangel tuvieron una polémica sobre el citado fenómeno natural. De los tres científicos, Alzate y Rangel estuvieron de acuerdo que la aurora se forma a través de una chispa eléctrica en la atmósfera siguiendo la teoría de Mussembroek; mientras León y Gama se apoyó en la física de Newton, en su obra *Disertación Física sobre la Materia y Formación de las auroras boreales* (1790), siguió el léxico de Newton, es decir, utiliza a lo largo de su libro, conceptos newtonianos como teoría gravitacional, inercia, masa, espacio, tiempo y en cuanto a óptica mencionó la refrangibilidad de la luz, para explicar la aurora boreal.

León y Gama expuso la física newtoniana y analizó el fenómeno celeste, él consultó las obras de Newton y de sus difusores, para tener un amplio conocimiento de la dinámica newtoniana.

En esta parte para los lectores se presenta por primera vez un estudio completo de la aurora boreal de 1789, vista en la Nueva España, contando ya con el escrito de Francisco Rangel, su discurso teórico del citado fenómeno celeste, que lo reproducimos de manera íntegra con un estudio introductorio de astronomía novohispana en el año 2009, en la revista²⁹¹ Estudio crítico y filológico del

²⁹¹ Tellez Nieto Heréndira y Juan Manuel Espinosa Sánchez, “La astronomía teórica novohispana: Francisco Dimas Rangel y la aurora boreal de 1789”, en la

Documento, de, se da a conocer este documento, fue localizado en la Biblioteca del Congreso de Washington, E.U.A., El documento es trascendente para el estudio de la ciencia en la Nueva España del siglo XVIII. Nunca se había mostrado a los lectores un estudio de esta naturaleza, por faltar el texto de Rangel, que he mencionado, los pioneros en estos estudios son los historiadores Elías Trabulse y Roberto Moreno, de suma importancia dar a conocer, que personalmente deje copia del manuscrito al Mtro. Roberto Partida en el Fondo Reservado de la Biblioteca Nacional (UNAM), en 2018 y en otra copia en la Biblioteca Armando Olivares de la Universidad de Guanajuato en 2018. Un avance de la parición de la obra perdida de Francisco Rangel en México y hallada en los EUA sucedió en el Coloquio Latinoamericano Historia y Estudios Sociales sobre Ciencia y la Tecnología, **celebrado** del 23 al 27 de octubre de 2007, en la ciudad de Puebla,²⁹² entre los maestros estaba el Dr. Juan José Saldaña que mencionó la importancia de la aparición de la obra de Francisco Rangel, para proseguir los estudios de historia de la ciencia en el siglo de la Ilustración novohispana.

Con la apertura del Real Seminario de Minería en 1792, se institucionalizó la ciencia novohispana y para la cátedra de física Antonio Bataller, escribió un libro que nunca llegó a la imprenta: *Principios de Física Matemática y Experimental* (1795-1800). En el cuarto tomo dedicado a la óptica, Bataller hace alarde de su erudición, y esta a la altura de los científicos europeos. Así mismo explica la transición de la teoría corpuscular a la teoría ondulatoria de la luz, propuesta por Euler paralelamente a lo que ocurre en Europa.

Revista Relaciones, v. XXX, n. 117, del Colegio de Michoacán, Invierno del 2009, pp. 183-210.

²⁹² Espinosa Sánchez, Juan Manuel, “En busca de la ciencia perdida: Francisco Dimas Rangel y su Discurso sobre la Formación de la aurora boreal de 1789”, *Memorias del Coloquio Latinoamericano Historia y Estudios Sociales sobre Ciencia y la Tecnología, celebrado* del 23 al 27 de octubre de 2007, en la ciudad de Puebla, Publicado la Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia y la Tecnología, México, pp. 1313-1326.

En el Colegio de Minería, se estudió la óptica, y la astronomía y por primera vez se consolidó la física como materia independiente de la cátedra de filosofía, que enseñaban los jesuitas y los filipenses.

Los ilustrados de la Nueva España tuvieron un conocimiento amplio de la física moderna, y tanto a la disponibilidad de un material bibliográfico, de los científicos europeos contemporáneos como las polémicas que se suscitaron para explicar la aurora boreal, todo ello les permitió elaborar investigaciones y aplicar las teorías físicas en los fenómenos del cosmos.

Además, contaron con diferentes telescopios que les facilitaron el obtener un conocimiento aceptable de la naturaleza, a través de la observación, la experimentación y la matemática. Con esta nueva metodología rompieron con la filosofía escolástica y con la cosmovisión cartesiana.

La física novohispana en la segunda mitad del siglo XVIII llegó a su máximo esplendor cuando los novohispanos aceptaron los postulados newtonianos y los aplicaron en su contexto social. Como fue el caso de Gamarra, quien expuso la manera de construir lentes para mejorar la visión de los enfermos de miopía.

A su vez, León y Gama explicó con postulados newtonianos en la aparición de la aurora boreal de 1789, mientras la población se refugiaba temerosa en las iglesias.

Con Bataller, la física newtoniana es aceptada al igual que los nuevos conocimientos en óptica realizados por Euler.

Por lo anterior consideramos que, la física novohispana del siglo XVIII tuvo en su momento grandes exponentes que difundieron y desarrollaron la física experimental, para explicar la naturaleza.

La astronomía observacional apoyada con la macromecánica newtoniana, hizo que los novohispanos escribieran tratados sobre el macrocosmos, para demostrar científicamente los fenómenos naturales.

Con Wenceslao Barquera proseguí mis estudios relacionados con la óptica newtoniana, y localice información en el Archivo General de la Nación en 1994, relacionada con Barquera y tuve la oportunidad de presentar mis avances²⁹³ en Guadalajara en el año de 1996, en el Congreso Internacional de Educación y ya nunca toque el tema lo deje para una ocasión de ampliar mis estudios sobre óptica newtoniana, que hoy lo presentamos a los lectores, para dar una complementación de temas relacionados con la ciencia óptica en la Nueva España.

Con los apéndices en 1994 localizamos en el Archivo General de la Nación un documento inédito de Carlos de Sigüenza y Góngora, que es el Cotejo de su testamento, en el Ramo de *Bienes Nacionales*, caja 927, leg. 468, exp., 32, tarde años en hacer la transcripción, por mis diversos compromisos académicos inicié en 1994 y lo termine en 2014, estando en Morelia en la UMSNH en mi estancia de investigación.

Años más tarde en 1999 localizamos el Testamento original de Carlos de Sigüenza y Góngora en el Archivo General de Notarías de la ciudad de México con la siguiente señalización para su búsqueda futura, Gabriel de Mendieta Revollo, núm., de notaría 385, vol. 2554, años 1682-1738, ante esta información avise en su momento a mi director de tesis doctoral, el Dr. Brian Connaughton y a mi maestro el Dr. Federico Lazarin en la conmemoración de los 300 años del

²⁹³ Espinosa Sánchez, Juan Manuel, “La Física de la Luz de Juan Wenceslao Barquera: La óptica Newtoniana en los Inicios de Siglo XIX Novohispano”, en *Memoria del Sexto Encuentro Nacional y Segundo Internacional de Historia de la Educación*, Guadalajara, Jalisco, 27-29 de noviembre de 1996, v. I, p. 183-195.

fallecimiento de tan interesante científico novohispanos se hizo una serie de presentaciones en la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa.

Con los siguientes datos a saber a los futuros lectores: organización del Coloquio “Carlos de Sigüenza y Góngora y la Historia de la Ciencia en México”, con una diversidad de conferencistas a saber cómo los siguientes colegas: Dr. Rodolfo Aguirre, Dr. Eduardo Marquina, la Mtra. Yolanda Lazo, Dr. Leonel Rodríguez y un servidor.²⁹⁴

Además, se conto con la participación de los siguientes maestros invitados para participar en conferencias magistrales:

Dra. Virginia González Claverán, “La Vocación Marítima de Carlos de Sigüenza y Góngora”, del Colegio de México, el día 17 de noviembre del 2000.

Dr. Enrique González, “Sigüenza y Góngora en el Discurso del Tiempo”, del Centro de Estudios de la Universidad UNAM, el día 19 de febrero del 2001.

Dr. Antonio Rubial, “Sigüenza y su Imagen en el Siglo XVIII”, de la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM, el día 20 de febrero del 2001.

Dr. Jacques Lafaye, “Don Carlos de Sigüenza Cortesano y Disconforme”, estancia académica en la Universidad de Guadalajara, el día 21 de febrero del 2001.

Dra. María de la Paz Ramos, “La Física en el México Colonial del Siglo XVII”, del Centro de Estudios Interdisciplinarios de Ciencias Sociales de la UNAM, el día 22 de febrero del 2001. Y Dra. Patricia Aceves, “Química y Farmacia en la época de Sigüenza y Góngora”, en esa época era Rectora de la UAM-Xochimilco, el 23 de febrero.

²⁹⁴ Espinosa Sánchez, Juan Manuel, con la ponencia “La Historia se construye con pruebas: Dos documentos inéditos de Carlos de Sigüenza y Góngora”. en las instalaciones de la Universidad Autónoma Metropolitana- Iztapalapa, como ponente el día 30 de Noviembre del 2000.

Dra. Patricia Aceves, “Química y Farmacia en la Época de Sigüenza y Góngora”, rectora de la Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, el día 23 de febrero del 2001.

En ese año 2000 se hicieron una gran cantidad de eventos sobre tan relevante figura de la Nueva España, se escribieron libros, artículos y es rescatar mi información que recabe en esos años y darlo a conocer en ese escrito, teniendo en cuenta que mis estudios para buscar información de Newton en la Nueva España me llevo a estudiar a los científicos novohispanos del siglo XVII, con la finalidad de tener una pesquisa sobre la difusión de la física newtoniana en suelo novohispano, sin tener éxito, a cambio mi conocimiento se amplió en el periodo llamado del Barroco, y teniendo datos importante en nuestro caso de Sigüenza y Góngora,²⁹⁵ para darlos a conocer.

El resultado de diversos años de estudio relacionada con la ciencia newtoniana novohispana, me ha llevado a construir pasajes históricos con información importante de fuentes primarias, para darla a conocer a los estudiosos de la historia de la ciencia.

²⁹⁵ Espinosa Sánchez, Juan Manuel, Conferencia Magistral “Carlos de Sigüenza y Góngora y la Medición del Tiempo” en el Museo de la Luz, de UNAM, Ciudad de México, el día 26 de abril del 2001.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

FUENTES PRIMARIAS

Alzate y Ramírez, Antonio de, "Carta del Autor de la Gazeta de literatura al Anónimo que imprimió en las de México NN. 44 y 45 un Discurso sobre la Aurora Boreal," en *Gazeta de Literatura*, t.1, n.3, México 8 de marzo de 1790, pp.101-104.

_____, "Noticia del Meteoro observado en esta ciudad en la Noche del día 14," en *Gazeta de Literatura*, t.1., n.6., México, 19 de Noviembre de 1789, pp. 41-42.

_____, "Novedad Literaria. Disertación (nombrada) Física, sobre la materia y formación de las auroras boreales... por D. Antonio de León y Gama &c," en *Gazetas de Literatura de México*, t.1., n.24, México, 16 de agosto de 1790, p.196.

_____, *Gazeta de Literatura*, t.II, n.10, México, Imp. de Felipe Zúñiga y Ontiveros, 11 de Enero de 1791, pp. 75-76.

Barquera, Juan Wenceslao, " La Física de la Luz", en *Semanario Económico de noticias curiosas y eruditas, sobre Agricultura y demás artes, oficios, etc.* t. 1, n.30-31, México, Tip. María Fernández de Jauregui., Jueves 22,29 de junio de 1809, pp. 233-235, 241-243.

Bataller, Francisco Antonio, *Principios de Física y Matemática Experimental*, t.IV, México, 1802, (manuscrito).

Beristain de Souza, José Mariano, *Biblioteca Hispano-Americana Septentrional.ó Catálogo y Noticia de los literatos, que ó nacidos, o educado, o florecientes en la América Septentrional Española, han dado a luz algún escrito, ó lo han dexado preparado para la prensa*, v.1, México, Imp. de Alejandro Váldez, 1816.

Cavo, Andrés, *Suplemento a la Historia de los Tres Siglos de México durante el Gobierno Español*, v.III, Pres. de Carlos María de Bustamante, México, Imp. de Alejandro Valdés, 1836.

Díaz de Gamarra y Dávalos, Johann Benedicti, *Elementa Recentioris Philosophiae*, v. Alternum, Mexico, Apud. Lic. Joseph Jauregui, 1774.

El Equilibrio, (México), Imp. de M.Quiroga, 29 de febrero de 1840, p.(1).

Feyjóo Montenegro, Benito Geronymo, *Cartas Eruditas y Curiosas*, t. IV, Madrid, Imp., de los Herederos de Francisco del Hierro, 1742.

_____, *Theatro Crítico Universal*, t. III, Madrid, Imp., de los Herederos de Francisco del Hierro, 1742.

Gamboa, Francisco Xavier de, *Comentarios a las Ordenanzas de Minas dedicados al Católico Rey Nuestro Señor don Carlos III*, Madrid, S.P.I., 1761.

Gazeta de México, t.IV, n.15, México, Imp. de Felipe de Zúñiga y Ontiveros, 20 de Julio de 1790, p.143.

_____, t.IV, n.15, México, Imp. de Felipe de Zúñiga y Ontiveros, 10 de Agosto de 1790, p.148.

Índice General de los Libros Prohibidos, Madrid, Imprenta de José Félix Palacios, 1844.

Librorum Novissimus prohibitorum et expurgandorum index, Madriti, extypographae Didaci Diaz, 1640.

León y Gama, Antonio de, " Continuación del Discurso sobre la Aurora Boreal", en *Gazeta de Mexico*, t.III, n.45, México, Imp. de Felipe de Zúñiga y Ontiveros, Diciembre de 1789, pp. 444-447.

_____., *Descripción Ortographica Universal del Eclipse de Sol*, México, Imp. de Felipe de Zúñiga y Ontiveros, 1778.

_____., " Discurso sobre la Luz Septentrional, que se vio en esta Ciudad el día 14 de Noviembre de 1789 entre 8 y 9 de la noche", en *Gazeta de México*, t.III, n.44, Imp. de Felipe de Zúñiga y Ontiveros, 15 de Diciembre de 1789, pp.432-447.

_____., *Disertación Física sobre la Materia y Formación de las Auroras Boreales*, México, imp. de Felipe Zúñiga y Ontiveros, 1790.

Minería Informes 1789-1800, S.P.I.

Rangel, Joseph Francisco Dimas, "Carta de D. Francisco Rangel al Autor de la Gazeta de Literatura, que contiene varias reflexiones tocante al sistema de D. Antonio de León y Gama, y al pie de ellas ciertas Notas de un Anónimo," en *Gazetas de Literatura*, t.II, n.15, México 22 de marzo de 1791, pp.117-122.

_____., *Discurso Físico sobre la Formación de las Auroras Boreales*, México, Imp. de Joseph de Jauregui, 1789.

Valdés, Manuel Antonio, " Elogio histórico de Alzate", en *Gazeta de México*, t.IX, n.28, México, Imp. de Felipe Zúñiga y Ontiveros, 4 de Marzo de 1799, pp.219-223.

_____., " Elogio histórico de Don Antonio de León y Gama", en *Gazeta de México*, v.XI, n.20, México, Imp. de Felipe Zúñiga y Ontiveros, 8 de Octubre de 1802, pp.158-164.

_____., *Gazetas de México*, t.I, México, Imprenta de Felipe de Zúñiga y Ontiveros, México, Miércoles 11 de agosto de 1784, p.133.

Vesali, Andreae, *De Humani Corporis Fabrica*, Basilae, Officina Ioannis Oporin, 1543.

Vesali, Andreae, *De Humani Corporis Fabrica*, Venetis, Apud, Franciscum Senensen & Ioannem Criegher Germanum, 1568.

FUENTES SECUNDARIAS

Abetti, Giorgio, *Historia de la Astronomía*, México, Fondo de Cultura Económica, 1980.

Aceves, Patricia, "La difusión de la ciencia en la Nueva España:Polémica en torno a la nomenclatura de Linneo y Lavoisier", en *Quipu*, v.IV, n.3, México, SLHCT, Sept.-Dic., 1987, pp.357-385.

_____, "La difusión de la química de Lavoisier en el Real Jardín Botánico y en el Real Seminario de Minería (1788-1810)", en *Quipu*, v. VII, n.1, México, SLHCT, Ene.- Abr., 1990, pp.5-36.

_____, "La Difusión de la Química Moderna en el Real Jardín Botánico de la Ciudad de México", México, Tesis para optar el grado de Maestro de Historia, presentada en la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM, 1989.

_____, *Química, Botánica y Farmacia en la Nueva España a finales del siglo XVIII*, México, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, 1993.

Aguirre Salvador, Rodolfo, "Sigüenza y la Real Universidad de México: el intelectual frente a la corporación", en *Signos Históricos*, núm. 8, julio-diciembre 2002, pp. 91-107.

Alzate y Ramírez, José Antonio de, *Obras I. Periódicos*, México, Instituto de Investigaciones Bibliográficas-UNAM, 1980.

_____., *Descubrimiento del Carbón Mineral y Petróleo en México*, México, SLHCT, 1988.

Arboleda, Luis Carlos, "Acerca del problema de la difusión científica en la periferia: El caso de la física newtoniana en la Nueva Granada (1740-1820)", en *Quipu*, v. IV, n.1, México, SLHCT, Ene.-Abr., 1987, pp.7-30.

Aries, Philippe, *El Hombre ante la Muerte*, Madrid, Taurus, 1999.

Arnaiz y Freg, Arturo, "D. Fausto de Elhuyar y de Zubice", en *Revista de Historia de América*, n.36, México, Agosto 1939, pp.75-96.

Ashton, T.S., *La Revolución Industrial 1760-1830*, México, Fondo de Cultura Económica, 1988.

Babini, José, *El Siglo de las Luces: Ciencia y Técnica*, Buenos-Aires, América Latina, 1971.

Bacon, Francisco, *Instauratio Magna*, México, Porrúa, 1985.

Bakewell, P.J., *Minería y Sociedad en el México Colonial Zacatecas 1546-1700*, México, Fondo de Cultura Económica, 1985.

Bassols, Batalla Narciso, "La obra de Newton y sus repercusiones en el mundo actual", en *Ciencia y Desarrollo*, v. XV, n.85, México, Conacyt, Mar.-Abr., 1989, pp.51-62.

Becerra, López José Luis, *La Organización de los Estudios de la Nueva España*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 1963.

Betancourt Martínez, Fernando, "Significación e Historia: El problema del límite en el documento histórico," en *Estudios de Historia Moderna y Contemporánea de México*, v. 21, México, Instituto de Investigaciones Históricas-UNAM, 2001, p.2, (la paginación es nuestra). Documento 265 en

<http://www.iih.unam.mx/moderna/ehmc21/265.htm> (consultado el 12 de septiembre de 2007).

Bora, Woodrow, "Un Gobierno Provincial de Frontera en San Luis Potosí (1612-1620)", en *Historia Mexicana*, v.XIII, n.4, México, El Colegio de México, Abr.-Jun., 1964, pp.532-550.

Brading, D.A., "La minería de la plata en el siglo XVIII: el caso Bolaños", en *Historia Mexicana*, v. XVIII, n.3, México, El Colegio de México, Ene.-Marz., 1969, pp. 317-333.

_____, *Mineros y Comerciantes en el México Borbónico (1763-1810)*, México, Fondo de Cultura Económica, 1985.

Bravo, Ugarte José, *La Ciencia en México*, México, Jus, 1967.

_____, "Los jesuitas mexicanos del siglo XVIII y sus actividades en el campo de las ciencias", en *Memorias del Primer Coloquio Mexicano de Historia de la Ciencia*, v. II, México, SMHCT, 1964, pp.69-82.

Brito Benítez, Eva Leticia, *El Deterioro de Restos Óseos Humanos y su Relación con el Tiempo de Enterramiento*, México, Instituto Nacional de Antropología e Historia, 1999.

Cavanillas de Blas, Antonio, *El Médico de Flandes*, Barcelona, Plaza & Jánés, 2000.

Buxó, José Pascual, *Impresos Novohispanos en las Bibliotecas Públicas de los Estados Unidos de América (1543-1800)*, México, Instituto de Investigaciones Bibliográficas-UNAM, 1994.

"Carta en elogio del Sr. D. Joaquín Velázquez de León, colegial que fue del insigne mayor y mas antiguo de Santa María de Todos los Santos de esta ciudad de México, abogado de la Real Audiencia de ella, e individuo de su ilustre colegio, catedrático, del consejo de S.M., su alcalde de corte honorario y director del importante cuerpo de Minería de este reino, escribió a un dependiente suyo D. Antonio de León y Gama", en *El Museo Mexicano o Miscelánea Pintoresca de*

Amenidades Curiosas e Instructivas, v. IV, México, Ignacio Cumplido, 1884, pp. 541-549, fechada el 6 de octubre de 1786.

Cantor, Geoffrey, "Anti-Newton", in John Fauvel- Robin Wilson, (edited), *Let Newton Be!*, Great Britain, Oxford University, 1990, pp. 203-221.

Cardozo, Galué Germán, *Michoacán en el Siglo de las Luces*, México, El Colegio de México, 1973.

Caso, Antonio, "Don Juan Benito Díaz de Gamarra un filósofo mexicano discípulo de Descartes", en *Revista de Literatura Mexicana*, año 1, n.2, México, Oct.-Dic., 1940, pp.197-123.

Cassirer Ernst, *La Filosofía de la Ilustración*, México, Fondo de Cultura Económica, 1972.

Castrejón, Diez Jaime, *El Sur en la Época Colonial*, México, Patria-Gob. del Estado de Guerrero, 1989.

Clavijero, Francisco Javier, *Física Particular*, edición facsimilar, Morelia, Michoacán, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 1995.

Cohen, Bernard I., *Benjamín Franklin su Aportación a la Tradición Norteamericana*, México, Herrero, 1965.

_____, *Franklin and Newton. An Inquiry into Speculative Newtonian Experimental Science and Franklin Work and Electricity as an Example Theorof*, Philadelphia, The American Philosophical Society, 1956.

_____, "Isaac Newton", *et. al.*, *Newton*, México, Conacyt, 1982, pp.105-111.

_____, *La Revolución en la Ciencia*, Barcelona, Gedisa, 1989.

_____, *La Revolución Newtoniana y las Transformaciones de las Ideas Científicas*, Madrid, Alianza Editorial, 1983.

Chandrasekar, Subrahmanyam, *Newton's Principia for the common reader*, Oxford, Clarendon Press, 1995.

Descartes, René, *Discurso del Método*, México, Porrúa, 1984.

_____., *Discurso del Método, Dióptrica, Meteoros y Geometría*, Madrid, Alfaguara, 1981.

_____., *El Mundo o Tratado de la Luz*, México, Instituto de Investigaciones Filosóficas-UNAM, 1986.

Díaz de Gamarra y Dávalos Juan Benito, *Academias Filosóficas, et. al. Anuario del Instituto de Investigaciones Humanística*, t. I, n.1, México, Universidad Iberoamericana, 1973.

_____., *Academias Filosóficas, et. al. Humanistas Novohispanos de Michoacán*, Morelia, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 1982.

_____., *Elementos de Filosofía Moderna*, t. I, México, Centro de Estudios Filosóficos-UNAM, 1963.

Díaz, Molina Libertad, "La física en Cuba a finales del siglo XVIII y principios del siglo XIX", en *Quipu*, v. VIII, n.1, México, SLHCT, Ene.-Abr., 1991, pp.63-90.

Díaz y de Ovando, Clementina, *El Colegio Máximo de San Pedro y San Pablo*, México, Instituto de Investigaciones Estéticas/Universidad Nacional Autónoma de México, 1985.

Einstein, Albert, *Ideas and Opinion*, New-York, Crown Publishers, 1954.

_____., *Sobre la Teoría Especial y la Teoría General de la Relatividad. El Significado de la Relatividad*, México, Planeta, 1985.

Espinosa Sánchez, Juan Manuel, "En busca de la ciencia perdida: Francisco Dimas Rangel y su Discurso sobre la Formación de la aurora boreal de 1789", *Memorias del Coloquio Latinoamericano Historia y Estudios Sociales sobre Ciencia y la Tecnología, celebrado del 23 al 27 de octubre de 2007*, en la ciudad de Puebla, Publicado la Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia y la Tecnología, México, pp. 1313-1326.

_____, "Hacia una Historia Científica: El Tránsito de Venus por el disco solar", en el Periódico *Por Esto*, sección Cultural, n. 7041, Chetumal, Quintana Roo, domingo 17 de junio de 2012, pp.2-3.

_____, "La Historia se construye con pruebas: Dos documentos inéditos de Carlos de Sigüenza y Góngora". en las instalaciones de la Universidad Autónoma Metropolitana- Iztapalapa, como ponente el día 30 de Noviembre del 2000.

_____, "Carlos de Sigüenza y Góngora y la Medición del Tiempo" en el Museo de la Luz, de UNAM, Ciudad de México, el día 26 de abril del 2001.

_____, "La Comunidad Científica Ilustrada en la Real y Pontificia Universidad de México, Tesis de Maestría, México, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa", 1997.

_____, "La Física de la Luz de Juan Wenceslao Barquera: La óptica Newtoniana en los Inicios de Siglo XIX Novohispano", en *Memoria del Sexto Encuentro Nacional y Segundo Internacional de Historia de la Educación*, Guadalajara, Jalisco, 27-29 de noviembre de 1996, v. I, p. 183-195.

_____, (coordinador), *Miscelánea Histórica de México y del Mundo 2011-2013*, Morelia, Michoacán, enero de 2014.

_____, "Newton y el Santo Oficio 1724-1742", ponencia presentada en el Seminario Departamental de Humanidades el 26 de septiembre de 2006 en la Universidad de Quintana Roo sede Chetumal, pp.28. El estudio es inédito.

_____, "Newton y la física de la luz, en la Nueva España del siglo XVIII: Antonio de León y Gama y su estudio de la aurora boreal de 1789", *Memorias del X Congreso Mexicano de Historia de la Ciencia y de la Tecnología* celebrado en los días 18 al 20 de octubre de 2006, en la ciudad de México, SMHCyT, pp.73-80.

_____, "Los Relojes Solares de la Real y Pontificia Universidad de México del siglo XVII", en *América a Debate*, núm. 12, julio-diciembre, 2007, pp.35-47.

Espinosa, Sánchez Juan Manuel y Patricia Aceves, "La evolución de la óptica novohispana a finales del siglo XVIII: Controversias en torno a la óptica de Newton", Ponencia presentada en el I Congreso Iberoamericano de Docentes e Investigadores en Historia de la Educación Latinoamericana, dentro del Simposio: La Introducción de las Ideas Ilustradas en América Latina, celebrado en la Ciudad de Santa Fé de Bogotá, Colombia, en septiembre de 1992, 14p.

_____, " Un científico newtoniano en la Nueva España del último tercio del siglo XVIII: Antonio de León y Gama", Ponencia presentada en el III Congreso Latinoamericano y III Congreso Mexicano de Historia de la Ciencia y la Tecnología, dentro del Simposio: Newton en América, celebrado en la Ciudad de México, el 15 de enero de 1992, 15p.

Espinosa Sánchez, Juan Manuel y Patricia Aceves, "Un Científico Newtoniano en la Nueva España del último tercio del Siglo XVIII: Antonio de León y Gama", en Celina Lértora Mendoza (Compiladora), *Newton en América*, Buenos-Aires, Argentina, Fepai, 1995, p.17-25.

Estrada, Jesús, *Música y Músicos de la Época Virreinal*, México, Secretaria de Educación Pública, 1973.

Euler, Leonhard, *Reflexiones sobre el Espacio la Fuerza y la Materia*, México, Secretaría de Educación Pública-Alianza Editorial, 1985.

Fernández del Castillo, Francisco, " El doctor don José Ignacio Bartolache, médico. escritor e innovador", en *Memorias del Primer Coloquio Mexicano de Historia de la Ciencia y la Tecnología*, v. II, México, SMHCT, 1964, pp.207-220.

_____, "La inquieta vida del doctor Bartolache", en *El Médico*, año 6-7, n.12,1, México, Mar.- Abr., 1957, pp. 49-62.

Ferraz, Fayos Antonio, *Teorías sobre la Naturaleza de la Luz de Pitágoras a Newton*, Madrid, Dossat, 1974.

Flores, Salinas Berta, "El paso de Venus", en *Historia Mexicana*, v. IX, n.4, México, El Colegio de México, Abr.-Jun., 1960, pp.582-585.

Florescano, Enrique, *Memoria Mexicana. Ensayos sobre la reconstrucción del pasado: época prehispánica- 1821*, México, Joaquín Mortiz-Contrapuntos, 1987.

Gandt, Francois de, *Force and Geometry in Newton's Principia*, Princeton, New Jersey, Princeton University, 1995.

Goethe, Johann W., *Esbozo de una Teoría de los Colores*, Madrid, Aguilar, 1991, ils., pp.473-734.

Gonzalbo, Pilar, *El Humanismo y la Educación en la Nueva España*, México, Secretaría de Educación Pública- Ediciones el Caballito, 1985.

González, Luis, *El Oficio de Historiar*, México, Colegio de Michoacán, 1988.

González Acosta, Alejandro, " Estudio Preliminar", en José Lucas Anaya, *La Milagrosa Aparición de Nuestra Señora María de Guadalupe de México*, México, Instituto de Investigaciones Bibliográficas/Universidad Nacional Autónoma de México, 1995, pp. 48-54.

González-Casanova, Pablo, *El Misoneísmo y la Modernidad Cristiana en el Siglo XVIII*, México, El Colegio de México, 1948.

González, Claveran Virginia, *La Expedición Científica de Malaspina en la Nueva España (1789-1794)*, México, El Colegio de México, 1988.

_____., *Malaspina en Acapulco*, Madrid, Turner- Gob. del Estado de Guerrero, 1989.

_____., "Observaciones celestes en el México de 1791", en *Historia Mexicana*, v. XXXV, n.2 (138), México, El Colegio de México, Oct.-Dic., 1985, pp.197-218.

González González, Enrique, "Sigüenza y Góngora y la universidad: crónica de un desencuentro", en Alicia Mayer, *Carlos de Sigüenza y Góngora. Homenaje 1700-2000*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 2000, pp. 187-231.

Gortari, Elí de, *La Ciencia en la Historia de México*, México, Grijalbo, 1980.

Gortari, Eli, *La Ciencia en la Historia de México*, México, Grijalvo, 1988.

Guedea, Guillermina, *En Busca de un Gobierno Alterno: Guadalupe en México*, México, Instituto de Investigaciones Históricas- UNAM, 1992.

Guerlac, Henry, *Newton on the Continent*, Ithaca, Cornell University, 1981.

Hadley, Phillip L., *Minería y Sociedad en el Centro Minero de Santa Eulalia Chihuahua (1709-1750)*, México, Fondo de Cultura Económica, 1979.

Hazard, Paul, *El Pensamiento Europeo en el Siglo XVIII*, Madrid, Guadarrama, 1958.

Hernández, Luna Juan, *José Antonio Alzate. Estudio Biográfico y Selección*, México, Secretaría de Educación Pública, 1945.

Herr, Richard, *España y la Revolución del Siglo XVIII*, Madrid, Aguilar, 1964.

Herrejón, Peredo Carlos, "Benito Díaz de Gamarra a través de su biblioteca"; en *Boletín del Instituto de Investigaciones Bibliográficas*, 2 época, n.2, México, Instituto de Investigaciones Bibliográficas-UNAM, 1988, pp.149-189.

_____., "Benito Díaz de Gamarra. Crítica sobre su física", en *Humanistas novohispanos de Michoacán*, Morelia, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 1982, pp. 103-117.

Holton, Gerald y Duane H.D. Roller, *Fundamentos de la Física Moderna*, Barcelona, Reverte, 1963.

Howe, Walter, *The Mining Guild of New Spain and its Tribunal General, 1770-1821*, Cambridge, Mass., Harvard University, 1949.

Huizinga, Johan, el capítulo, " La Imagen de la Muerte", *El Otoño de la Edad Media*, Madrid, Alianza, 1984, pp. 194-212.

Humboldt, Alejandro de, *Ensayo Político, sobre el Reino de la Nueva España*, México, Porrúa, 1984.

Huygens, Christian, *Treatise on Light*, Chicago, University of Chicago, 1978.

Ibarra, Herreras, María de Lourdes, "José Ignacio Bartolache. La Ilustración en Nueva España", Tesis, México, Universidad Iberoamericana, 1976.

Izquierdo, Joaquín J., "Las ciencias modernas en la primera etapa del Seminario de Minería de México", en *Memorias de la Academia Mexicana de la Historia*, v. XXIII, n.3, México, Jul.-Sept., 1964, pp.248-270.

_____., *La Primera Casa de las Ciencias en México. El Real Seminario de Minería (1792-1811)*, México, Ediciones Ciencia, 1958.

Jiménez, Francisco, "Pasos de Mercurio y Venus por el disco del Sol observados en México y California en 1769", en *Boletín de Geografía y Estadística de la República Mexicana*, 2 época, t. IV, México, Imp. del Gobierno, 1872, pp. 94-105.

Jiménez Ovando, Roberto, *La Capilla Mortuoria del Exconvento del Carmen de San Angel, D.F.*, México, Secretaría de Educación Pública/Instituto Nacional de Antropología e Historia, 1980.

Junco de Meyer, Victoria, *Gamarra o el Eclecticismo en México*, Fondo de Cultura Económica, 1973.

Keeding, Ekkehart, " Las ciencias naturales en la Antigua Audiencia de Quito: El sistema de Copérnico y las leyes newtonianas", en *Boletín de la Academia Nacional de Historia*, v. LVII, n.152, Quito, Jul.-Dic., 1973, pp.43-67.

Kepler, Johannes, *Conversación con el Mensajero Sideral*, Madrid, Alianza Universidad, 1984.

_____, *El Secreto del Universo*, Madrid, Alianza, 1992.

King, Henry C., *The History of the Telescope*, Cambridge Massachusetss, Sky Publishing, 1955.

Koyré, Alexandre, *Newtonian Studies*, Cambridge, Harvad University, 1965.

Lafaye, Jacques, "Don Carlos de Sigüenza y Góngora. Cortesano y disconforme", en *Signos Históricos*, núm. 6, julio-diciembre, 2001, pp. 9-22.

_____, *Quetzalcóatl y Guadalupe. La Formación de la conciencia nacional de México*, México, Fondo de Cultura Económica, 1999.

Leonard, Irving A., *Don Carlos de Sigüenza y Góngora. Un Sabio mexicano del siglo XVII*, México, Fondo de Cultura Económica, 1984.

Lafuente, Antonio y José Sala Cátala, " Ciencia y Mundo Colonial: El Contexto Iberoamericano", *et.al.*, *Ciencia Colonial en América*, Madrid, Alianza, 1992, pp. 13-25.

Lagunas Rodríguez, Zaid, *Manual de Osteología Antropológica*, v.I, *Principios de Anatomía Ósea y Dental*, México, Instituto Nacional de Antropología e Historia, 2000.

Lakatos, Imre, *La Metodología de los Programas de Investigación Científica*, Madrid, Alianza Universidad, 1983.

Lavoisier, Antoine, *Tratado Elemental de Química*, v.I, México, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, 1990.

Leonard, Irving A., *Don Carlos de Sigüenza y Góngora. Un Sabio Mexicano en el Siglo XVII*, México, Fondo de Cultura Económica, 1984.

_____, *La Época Barroca en el México Colonial*, México, Fondo de Cultura Económica, 1986.

Lindberg, David C., *Studies in the History of Medieval Optics*, London, Variorum Reprints, 1983.

Lindberg, David C. y Geoffrey Cantor, *The Discourse of Light from the Middle Ages to the Enlightenment*, Los Angeles, William Andrews Clark Memorial Library-University of California, 1982.

López, Miramontes Alvaro, *Las Minas de Nueva España en 1753*, México, Instituto Nacional de Antropología e Historia, 1975.

López, Piñero José María, *La Introducción de la Ciencia Moderna en España*, Barcelona, Ariel, 1969.

Lovett, Cline Barbara, *Los Creadores de la Nueva Física: Los Físicos y la Teoría Cuántica*, México, Fondo de Cultura Económica, 1985.

Lugo, Concepción, "Del púlpito a las tribunas. El proceso de secularización en el discurso de la muerte. México 1760-1867," en *Historias*, núm. 35, Octubre, 1995-Marzo, 1996, pp. 83-101.

Lugo, Ma. Concepción, "Los jesuitas como educadores para la muerte y sus obras," en *Revista Fuentes Humanísticas*, núm.18, año 10, 1999, pp. 55-59.

Luhmann, Niklas, *La Sociedad de la Sociedad*, México, Herder-Universidad Iberoamericana, 2007.

Luque, Alcaide Elisa, *La Educación en la Nueva España en el Siglo XVIII*, Sevilla., Escuela de Estudios Hispano-Americanos, 1970.

Maldonado-Koerdell, Manuel., " Observaciones astronómicas en México a finales del siglo XVIII", en *Anuario del Observatorio Astronómico Nacional*, México, Instituto de Investigaciones Astronómicas-UNAM, 1969, pp.257-268.

Marín, Rubén, *La Medicina en México (Lascas Históricas)*, México, Instituto Politécnico Nacional, 1996.

Márquez Morfín, Lourdes, *Sociedad Colonial y Enfermedad. Un Ensayo de Osteopatología Diferencial*, México, Instituto Nacional de Antropología e Historia, 1984.

Marrou, I. H., *El Conocimiento Histórico*, Barcelona, Labor, 1968.

Mayer, Alicia, *Carlos de Sigüenza y Góngora. Homenaje 1700-2000*, v.I, México, Instituto de Investigaciones Históricas/Universidad Nacional Autónoma de México, 2000.

Michelson, Albert A. y Edward W. Morley, " Sobre el movimiento relativo de la Tierra y el éter luminífero" *et. al.*, *La teoría de la Relatividad: Sus Orígenes e Impacto sobre el Pensamiento Moderno*, Madrid, Alianza, 1981, pp.34-45.

Mira, Guillermo, "Plata y Tecnología en la América Española del siglo XVIII: Una aproximación a los cambios productivos bajo la Ilustración", *et. al.*, *Ciencia Colonial en América*, Madrid, Alianza, 1992, pp.253-271.

Miranda, José, *Humboldt y México*, México, Instituto de Historia-UNAM, 1962.

_____, *Las Ideas y las Instituciones Políticas Mexicanas Primera Parte, 1521-1820*, México, Instituto de Derecho Comparado- UNAM, 1952.

Mondragon, Ballesteros Alfonso, *La Ciencia en la Cultura de México*, Toluca, Instituto Mexiquense de Cultura, 1992.

Montejano y Aguiñaga, Rafael, *El Real de Minas de la Purísima Concepción de los Catorce S.L.P.*, San Luis Potosí, Academia de Historia Potosina, 1981.

Morales, Francisco, *Clero y Política en México (1767-1834). Algunas Ideas sobre la Autoridad, la Independencia y la Reforma Eclesiástica*, México, Secretaría de Educación Pública, 1975.

Moreno, Corral Marco A., (Compilador), *Historia de la Astronomía en México*, México, Secretaría de Educación Pública-Conacyt, 1986.

_____, " Telescopios utilizados en México (Siglo XVII, XVIII y XIX)", en *Elementos*, v. I, n.6, Puebla, Universidad Autónoma de Puebla, Ener.-Mar., 1986, pp.23-30.

Moreno, Roberto, *Ensayo de Bibliografía Mexicana, Autores, Libros, Imprenta, Bibliotecas*, México, Instituto de Investigaciones Bibliográficas-UNAM, 1989.

_____., *Ensayos de la Ciencia y la Tecnología en México*, México, Instituto de Investigaciones Bibliográficas-UNAM, 1986.

_____., " Los instrumentos científicos del abate Chappe D' Autoroche". en *Anales de la Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia y la Tecnología*, n. 4, México, SMHCT, 1974, pp. 309-324.

_____., *Joaquín Velázquez de León y sus Trabajos Científicos sobre el Valle de México. 1773-1775*, México, Instituto de Investigaciones Históricas-UNAM, 1977.

_____., *Un Eclesiástico Criollo frente al Estado Borbón*, México, Coordinación de Humanidades-UNAM, 1980.

Muriel, Josefina, *Hospitales de la Nueva España, t.I, Fundaciones del Siglo XVI, México*, Universidad Nacional Autónoma de México/Cruz Roja Mexicana, 1990.

Navarro, Bernabé, "Aspectos de filosofía y ciencia modernas en el pensamiento de Clavigero", Ponencia Presentada en el II Congreso Mexicano de Historia de la Ciencia y la Tecnología, México., el 29 de Agosto de 1990.

_____., *Cultura Mexicana Moderna en el Siglo XVIII*, México, Facultad de Filosofía y Letras-UNAM, 1983.

_____., *La Introducción de la Filosofía Moderna en México*, México, El Colegio de México, 1948.

Newton, Isaac, *Isaac Newton's Paper & Letters on Natural Philosophy and Related Documents*, Cambridge, Harvard University, 1958.

_____., *Óptica o Tratado de las Reflexiones, Refracciones, Inflexiones y Colores de la Luz*, Madrid, Alfaguara, 1977.

_____, *Principios Matemáticos de la Filosofía Natural*, Madrid, Editora Nacional, 1982.

_____, *El Sistema del Mundo*, México, Alianza Editorial - Secretaría de Educación Pública, 1988.

Nunis, Doyce B.J., *The 1769 Transit of Venus the Baja California Observations of Jean-Baptiste Chappe d'Auteroche, Vicente Doz y Joaquín Velázquez Cárdenas de León*, Los Angeles, Natural History Museum of Los Angeles County, 1982.

O' Gorman, Edmundo, "Papeles de D. Benito Díaz de Gamarra, siglo XVIII", en *Boletín del Archivo General de la Nación*, México, t. XIII, n.3, Jul.- Sep., 1942, pp.407-422.

Osorio, Romero Ignacio, *Historia de las Bibliotecas Novohispanas*, México, Secretaría de Educación Pública, 1986.

Pappe, Silvia, "La escritura de lo histórico", en *Historiografía Crítica. Una Reflexión Teórica*, México, Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, 2001, pp. 91-97.

Pérez, Herrero Pedro, "El México Borbónico: ¿Un éxito fracasado?", *et. al., Interpretaciones del Siglo XVIII Mexicano. El Impacto de las Reformas Borbónicas*, México, Nueva Imagen, 1992, pp.109-151.

Pérez- Marchand, Monelisa Lina, *Dos Etapas Ideológicas del Siglo XVIII, en México a través de los Papeles de la Inquisición*, México, El Colegio de México, 1945.

Pérez Tamayo, Ruy, "¿Qué es primero, el experimento o la Teoría?", en *Artículos de Divulgación. Obras*, v.21, México El Colegio Nacional, 2005, p.59.

_____., *Sísifo y Penélope, Invenciones y Asombros varios sobre la Ciencia en México y en el Mundo Entero*, México, El Colegio Nacional, 1984.

Pérez de Salazar, Francisco, *Carlos de Sigüenza y Góngora, Obras*, México, Sociedad de Bibliófilos Mexicanos, 1928.

Polzer, Charles W., el capítulo "El descubrimiento de la Tumba de Kino", *Eusebio Kino, Padre de la Pimería Alta*, México, Gobierno del Estado de Sonora, 1984, pp. 117-134.

Popper, Karl R., *Conocimiento Objetivo. Un Enfoque Evolucionista*, Madrid, Tecnos, 1974.

Priestley, Herbert Ingra, *José de Gálvez Visitor - General of New Spain (1765-1771)*, Berkeley, University of California, 1916.

Quiroz- Martínez, Olga Victoria, *La Introducción de la Filosofía Moderna en España. El Eclecticismo Español de los Siglos XVII-XVIII*, México, El Colegio de México, 1949.

Ramírez, Esteban, "Bi-bliografía del Dr. Juan Benito Díaz de Gamarra y Dávalos", en *Memoria y Revista de la Academia Nacional de Ciencias*, t. LIX., n.3-4, México, 1964, pp.255-333.

Ramírez, Santiago, *Datos para la Historia del Colegio de Minería, Recogidos y Compilados en Forma de Éfemerides*, México, Imp. del Gobierno, 1890.

Ramos, Lara María de la Paz, "Difusión e Institucionalización de la Mecánica Newtoniana en México en el Siglo XVIII", Tesis, Facultad de Ciencias-UNAM, 1991.

Ramos Medina, Manuel, "El escapulario una devoción novohispana", en María del Consuelo Maquívar (coordinadora), *Memoria del Coloquio Tepetzotlán y la Nueva España*, México, Instituto Nacional de Antropología e Historia, 1994, pp. 207-220.

Randall, R.W., *Real del Monte: Una Empresa Minera Británica en México*, México, Fondo de Cultura Económica, 1986.

Robles, Antonio de, *Diario de Sucesos Notables*, t. III, México, Porrúa, 1972, (Escritores Mexicanos: 32).

Rodríguez, Borneatexea Adolfo, " Los hermanos Elhuyar. El aislamiento del wolframio y sus relaciones secretas con la corona española", en *Elementos*, v. I, n.6, Puebla, Universidad Autónoma de Puebla, Ener.- Mar., 1986, pp.31-41.

Rodríguez-Sala, María Luisa, "Aproximación a la Historia de la Historiografía de la Ciencia en la Nueva España (1521-1810)", en *Bitácora-e, Revista Electrónica de Estudios Sociales, Históricos y Culturales de la Ciencia y la Tecnología*, n. 1, Mérida, Venezuela, Universidad de los Andes, 2007, p.5.

_____, *Científicos y Actividad Científica en la Zona Fronteriza del Norte de México: Algunos Aspectos de su Institucionalización*, México, Instituto de Investigaciones Sociales-UNAM, 1990.

_____, "Juan Ma. Wenceslao Sánchez de la Barquera", Mecanuscrito, 4p.

Rodríguez-Sala, María Luisa, *Científicos y Actividad Científica en la Zona Fronteriza del Norte de México: Algunos Aspectos de su Institucionalización*, México, Instituto de Investigaciones Sociales-UNAM, 1990.

Roger, Chartier, el cap., "El Arte de Morir", *Sociedad y Escritura en la Edad Moderna. La Cultura como apropiación*, México, Instituto Mora, 1995, pp. 37-71.

Rovira, María del Carmen, *Eclécticos Portugueses del Siglo XVIII y Algunas de sus Influencias en América*, México, Facultad de Filosofía y Letras-UNAM, 1979.

_____, "El espíritu crítico y científico de Gamarra", en *Memorias del Primer Congreso Mexicano de Historia de la Ciencia y la Tecnología*, t. II, México, SMHCT, 1988, pp. 590-596.

Rubial, Antonio, *Los Libros del Deseo*, México, Consejo Nacional para las Ciencias y las Artes/Equilibrista, 1996.

_____, *El Paraíso de los elegidos. Una lectura de la historia cultural de Nueva España (1521-1804)*, México, Fondo de Cultura Económica/Universidad Nacional Autónoma de México, 2010, pp.210-342.

_____, *La Santidad Controvertida. Hagiografía y Conciencia Criolla alrededor de los venerables no canonizados de Nueva España*, México, Universidad Nacional Autónoma de México/Fondo de Cultura Económica, 1999.

Rubio, Mañe Ignacio, "La fundación del Real Seminario de Minería de la Nueva España, según los documentos que custodia el Archivo General de la Nación", en *Memorias del Primer Coloquio Mexicano de la Ciencia*, t. II, México, SMHCT, 1964, pp.239-272.

Ruíz, Castañeda María del Carmen, "La tercera Gaceta de la Nueva España. Gaceta de México (1765 - 1771)", en *Boletín del Instituto de Investigaciones Bibliográficas*, n.6, México, Instituto de Investigaciones Bibliográficas-UNAM, Jul.-Dic., 1971, pp.137-150.

Sabra, A.I., *Theories of Light from Descartes to Newton*, Londres, Oldbourne, 1967.

Saladino, García Alberto, " La difusión científica en el siglo XVIII: homenaje a la Gaceta de Literatura de México", en *Ciencia y Desarrollo*, v. XIV, n. 84, México, Conacyt, Ene.- Feb., 1989, pp.93-99.

Sarrailh, Jean, *La España Ilustrada de la Segunda Mitad del Siglo XVIII*, México, Fondo de Cultura Económica, 1981.

Shafer, Jones Robert, *The Economic Societies in the Spanish World (1763-1821)*, New-York, Syracuse University, 1958.

Schwaller, John F., "Los miembros fundadores de la Congregación de San Pedro, México, 1577", en Gisela Von Wobeser- Juan Guillermo Muñoz (coords.), *Cofradías, Capellanías y Obras Pías en la América Colonial*, México, Instituto de Investigaciones Históricas/Universidad Nacional Autónoma de México, 1998, pp. 109-117.

Semo, Enrique, *Historia del Capitalismo en México*, México, Era-Secretaría de Educación Pública, 1987.

Sigüenza y Góngora, Carlos de, *La Libra Astronómica y Filosófica*, México, Instituto de Investigaciones Filosóficas- UNAM, 1984.

Steffens, Henry John, *The Development of Newtonian Optics in England*, New York, Science History Publications, 1977.

Tanck de Estrada, Dorothy, *La Ilustración y la Educación en la Nueva España*, México, Secretaría de Educación Pública - Ediciones El Caballito, 1985.

_____, "Tensión en la torre de marfil. La educación en la segunda mitad del siglo XVIII mexicano", *Et. al., Ensayos Sobre la Historia de la Educación en México*, México, El Colegio de México, 1981, pp.23-113.

Tavera, Alfaro Xavier, " Periodismo Dieciochesco", en *Historia Mexicana*, v. II, n. 1, México, El Colegio de México, Jul.-Sep., 1952, pp.110-115.

Taylor, William B., "Imágenes Milagrosas de la época colonial: Acotaciones para una historia trasatlántica", ponencia presentada en las instalaciones de la

Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México, D. F., el día 8 de mayo de 2000.

Tellez Nieto, Heréndira y Juan Manuel Espinosa Sánchez, "La astronomía teórica novohispana: Francisco Dimas Rangel y la aurora boreal de 1789", en la *Revista Relaciones*, v. XXX, n. 117, del Colegio de Michoacán, Invierno del 2009, pp. 183-210.

Tokarczuk, Olga, *Los Errantes*, México, Anagrama, 2019.

Torre, Villar Ernesto de la, "El colegio de estudios de San Francisco de Sales en la Congregación de San Miguel el Grande y la mitra de Michoacán", en *Estudios de Historia Novohispana*, v. VII, México, Instituto de Investigaciones Históricas-UNAM, 1981, pp.161-198.

Trabulse, Elías, *Arte y Ciencia en la Historia de México*, México, Fomento de Cultura Banamex, 1995.

_____., *Ciencia y Religión en México en el siglo XVII*, México, El Colegio de México, 1974.

_____., "Ciencia y Tecnología en la temprana ilustración mexicana", en *Diálogos*, v. XVII, n.4 (100), México, Jul.-Agos., 1981, pp. 53-55.

_____., *La Ciencia Perdida. Fray Diego Rodríguez un Sabio del Siglo XVII*, México, Fondo de Cultura Económica, 1985.

_____., *El Círculo Roto. Estudios Históricos sobre la Ciencia en México*, Secretaría de Educación Pública - Fondo de Cultura Económica, 1982.

_____., "Díaz de Gamarra y sus Academias Filosóficas", en *Humanidades*, t. I, n. 1, México, Anuario del Instituto de Investigaciones Humanísticas-Universidad Iberoamericana, 1973, pp. 235-249.

_____, *Francisco Xavier Gamboa: Un Político Criollo en la Ilustración Mexicana (1717-1794)*, México, El Colegio de México, 1985.

_____, *Historia de la Ciencia en México*, v. I, México, Fondo de Cultura Económica - Conacyt, 1983.

Trabulse, Elias, *Historia de la Ciencia en México*, v. I, México, Conacyt-Fondo de Cultura Económica, 1983.

_____, *Historia de la Ciencia en México*, v. 1, México, Fondo de Cultura Económica- Conacyt, 2003.

_____, *Historia de la Ciencia en México*, v. III, México, Fondo de Culturas Económica-Conacyt, 1982.

_____, *Historia de la Ciencia en México*, v.III, México, Fondo de Cultura Económica - Conacyt, 1985.

_____, " La obra científica de Carlos Sigüenza y Góngora 1667-1700", *et. al.*, *Ciencia Colonial en América*, Madrid., Alianza, 1992, pp.221-252.

_____, " Para una historia de la ciencia mexicana", en *Nexos*, v. V, n.49, México, Enero, 1982, pp.31-35.

_____, "Tradición y ruptura en la ciencia mexicana", en Juan José Saldaña (editor), *Science and Cultural Diversity*, v.I, México, UNAM-Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia y la Tecnología, 2003, p. 39.

Vázquez, Mantecón Carmen, *Historia de las Bibliotecas en Oaxaca*, México, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, 1984.

Velázquez de León, Joaquín, *Descripción de la Antigua California 1768*, La Paz, Baja California Sur, Ayuntamiento de la Paz, B.C.S., 1975.

Vilar, Pierre, *Iniciación al vocabulario del análisis histórico*, Barcelona, Grijalbo/Crítica, 1980.

Villar, Ernesto de la, *Los Guadalupes y la Independencia*, México, Jus, 1966.

_____, " Las Sociedades Económicas Amigos del País y Juan Wenceslao Barquera", en *Estudios de Historia Moderna y Contemporánea de México*, v.14, México, Instituto de Investigaciones Históricas-UNAM, 1991, pp.11-36.

Vovelle, Michel, *La Mort et l' Occident de 1300 a nos jours*, France, Gallimard, 1983.

Westfall, Richard S., *The Construction of Modern Science Mechanisms and Mechanics*, Massachusetts, Cambridge University, 1977.

Whiteside, D.T., *The Mathematical Papers of Isaac Newton, v. VI, 1684-1691*, Cambridge, University of Cambridge, 1969.

Wobeser, Gisela Von, *La Vida Eterna y Preocupaciones Terrenales. Las Capellanías de Misas en la Nueva España, 1700-1821*, México, Instituto de Investigaciones Históricas/Universidad Nacional Autónoma de México, 1999.

ISBN: 978-607-9448-78-3



La presente edición fue editada en marzo de 2020