

00362

9

24'

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

"DIFUSION E INSTITUCIONALIZACION DE LA MECANICA
NEWTONIANA EN MEXICO EN EL SIGLO XVIII"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRA EN CIENCIAS (FISICA)

P R E S E N T A

MARIA DE LA PAZ RAMOS LARA

TESIS CON
FALLA LE ORIGEN

México, D.F.

Mayo 1991





UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

INTRODUCCION

I.- ANTECEDENTES	7
------------------	---

II.- EL DESARROLLO DE LA FISICA EN LA NUEVA ESPAÑA EN EL SIGLO XVIII

1.- En la enseñanza	17
a) Real y Pontificia Universidad de México	17
b) Colegios de los Jesuítas	20
c) Seminario de Minería	25
2.- Publicaciones	44
a) Trabajos publicados en el siglo XVIII y relacionados con la física	46
b) Libros impresos para la enseñanza de la física	61

III.- DIFUSION DE LA MECANICA NEWTONIANA EN LA NUEVA ESPAÑA EN EL SIGLO XVIII.

1.- Breve exposición de la Mecánica Newtoniana	77
2.- Su difusión en Francia y España	80
3.- Difusión en la Nueva España	86

IV.- CONCLUSIONES.

	113
--	-----

APENDICE "A" LISTA DE INSTRUMENTOS DE FISICA SOLICITADOS EN 1790	117
--	-----

APENDICE "B" LISTA DE INSTRUMENTOS DE FISICA SOLICITADOS EN 1799	123
--	-----

APENDICE "C" LISTA DE LIBROS DE FISICA DEL SIGLO XVIII PRESUMIBLEMENTE EXISTENTES EN LA BIBLIOTECA DEL SEMINARIO DE MINERIA	126
---	-----

BIBLIOGRAFIA	130
--------------	-----

FUENTES DOCUMENTALES	134
----------------------	-----

INTRODUCCION

No es frecuente que en México, para obtener el grado de maestría en física, se realicen tesis sobre historia de la física. Sin embargo decidí trabajar en un tema de esta índole, porque durante mis estudios tanto de licenciatura como de maestría, percibí algunos problemas en la comunidad de física, como la disminución progresiva de inscripción a la carrera de física, la falta de colaboración en los investigadores, la falta de interés en la formación de recursos humanos, las pocas perspectivas de trabajo para las nuevas generaciones, la fuga de cerebros, etc. Comprendí que para entender la situación actual de la física mexicana, era necesario verla desde un contexto histórico, social y cultural.

Al no encontrar estudios o trabajos sobre historia creí necesario estudiar y empezar a investigar los orígenes de la física en México. Para ello me incliné al Dr. Luis de la Peña, profesor de la Facultad de Ciencias, quién de manera acertada me recomendó platicar con el Dr. Juan José Saldaña, primer mexicano doctorado en Historia y Filosofía de la Ciencia, quién entendió mis aspiraciones y aceptó dirigir este trabajo, con la condición de asistir a los Seminarios de historia de la ciencia de la Facultad de Filosofía y Letras, donde se tocaban materias, como Metodología de la Historia de las Ciencias, y el Seminario de Investigación y Tesis relacionado con Ciencia y Estado. Ambos dirigidos a impulsar el estudio histórico de la ciencia en México.

Decidimos escoger un tema que involucrara los inicios de la Física Moderna en México, y para ello nada mejor que la introducción de la mecánica newtoniana, la cual no sólo produjo cambios ideológicos, conceptuales, culturales, etc., sino también sociales, políticos y económicos. El siguiente paso fue determinar el marco conceptual que adoptaríamos para desarrollar el tema. Hemos visto en el Seminario, y en varios artículos*, que no se pueden utilizar ni marcos internalistas, ni

* Por ejemplo:

Saldaña, J.J., "Marcos conceptuales de la historia de las ciencias en Latinoamérica. Positivismo y economicismo", en el Perfil de la Ciencia en América, Cuadernos de Quipu 1, México, Saldaña J.J. editor, SLHCT, 1986, p. 57-80.

externalistas para países en vías de desarrollo, por lo que nos inclinamos por un modelo como el de Arboleda, el cual considera que "la transferencia del conocimiento no se da normalmente a un espacio social y cultural vacío" y "que los 'materiales culturales' pre-existentes alteran y vuelven complejo el fenómeno de la incorporación de conocimientos y saberes técnicos". Con este modelo pretendemos hacer una historia social de la ciencia, que tome en cuenta las características culturales, políticas y económicas, para tomar en su contexto la introducción de la teoría de la mecánica newtoniana en la Nueva España.

En este trabajo manejaremos varios conceptos que creemos conveniente explicar; divulgación, difusión, domesticación e institucionalización:

La divulgación revela al público una teoría científica (que en nuestro caso es la newtoniana), conceptos o resultados experimentales sin requerir de conocimientos especializados ni del público, ni probablemente del divulgador.

La difusión consiste en propagar y esparcir la teoría en todas direcciones, utilizando un lenguaje mas coloquial, para llegar a un público mas amplio y no limitado a especialistas. Para este efecto es necesario la existencia de un difusor y de un receptor. El receptor en nuestro caso fue la comunidad científica novohispana, la cual presenta características culturales propias (condiciones locales). Esto produjo que la difusión de la ciencia en la Nueva España haya tenido lugar de manera no unidireccional, es decir la recepción y domesticación se dió de manera particular.

La domesticación la interpretamos como Arboleda quien la considera en doble sentido, a) "hacer una teoría apta para convivir con el hombre" y b) "educar la teoría, someterla al hombre, de tal manera que ejecute ciertas habilidades".

Arboleda, Luis Carlos, "Acerca de la difusión científica en la periferia: el caso de la física newtoniana en la Nueva Granada", Quipu, vol. 4, núm. 1, 1987, p. 7-30.

Aceves, Patricia, "La difusión de la química de Lavoisier en el Real Jardín Botánico de México y en el Real Seminario de Minería (1788-1810)", Quipu, vol. 7, núm. 1, 1990, p. 5-36.

La Fuente A., Sala J., "Ciencia colonial y roles profesionales en la América Española del siglo XVIII", Quipu, vol. 6, núm. 3, 1989, p. 387-403).

La institucionalización la manejaremos tal cual es su definición, es decir, como la organización socialmente reconocida para promover la ciencia estableciendo leyes, costumbres, normas, profesiones, etc., en función de intereses educativos, sociales, políticos y económicos entre otros. En especial, la institucionalización de la mecánica newtoniana en la Nueva España la entenderemos como el momento en el cual se validó teórica y socialmente la física experimental, se creó un marco adecuado para regular sus actividades, generándose con ello el establecimiento de una comunidad científica, aunque de pequeña magnitud.

La realización de la investigación me condujo a la búsqueda de información en archivos públicos: el del Colegio de San Idelfonso (considerándolo como caso típico de la educación impartida por los jesuitas), el Archivo General de la Nación, la Biblioteca y el Fondo Reservado de la UNAM, la Biblioteca y el Fondo Reservado del Palacio de Minería. En estos archivos encontré documentos que iban desde cartas, libros de cuentas o de almacén, etc., hasta libros impresos y publicaciones del siglo XVIII, de gran utilidad para el tema de mi tesis.

Los objetivos de este trabajo son los siguientes:

1.- Presentar un panorama general de la física en México en los siglos XVI, XVII y XVIII, para establecer:

- a) Cómo se dió la transición de la filosofía escolástica a la ciencia moderna.
- b) Cuál de las partes de la física toma mayor auge en México, y por qué.
- c) Cómo se establece la física en el siglo XVIII y cómo evoluciona en este período.

Para realizar este objetivo, en especial el del siglo XVIII, se analizarán dos aspectos; el de la enseñanza y el de las publicaciones científicas, relacionadas con la física.

2.- El segundo objetivo de este trabajo es conocer cómo, dónde, por qué y bajo qué condiciones, se difundió é institucionalizó la mecánica newtoniana en la Nueva España. Para esto se analizará:

- a) Si se difundió con base en la fuente original de los Principia Matemática de Newton. De no ser así, investigar las fuentes de que se partió.
- b) Si el material básico para el establecimiento de la mecánica newtoniana fue netamente extranjero o no.
- c) La utilidad que tuvo su establecimiento para los novohispanos.

Para esto, se hará un breve resumen de los Principia y su difusión en Europa, en especial en España. Se profundizará en la evolución de la mecánica newtoniana en México en el siglo XVIII.

3.- Un último objetivo es comparar los resultados del capítulo anterior, con la difusión en el centro metropolitano, de esta manera podremos englobar de manera general el proceso de incorporación, por la vía de la física experimental, de la mecánica newtoniana en la Nueva España, y por lo tanto el grado de domesticación que alcanzó.

Este trabajo se encuentra dividido en cuatro capítulos.

Un capítulo sobre los antecedentes de la física en México, en los siglos XVI y XVII, en donde me refiero al estado general de los conocimientos que se manejaban, poniendo especial énfasis en los temas de la física. Estudié de manera especial a Sigüenza y Góngora por sus contribuciones al tema.

En el segundo capítulo se analizan dos aspectos para obtener un panorama general de la física en México, en el siglo XVIII: la enseñanza en los colegios, incluyèndo los libros que se usaban para este fin, y los conceptos que de física se manejaban en las publicaciones. También se analiza de manera general la situación de la ciencia en Francia y España.

El tercer capítulo, el de mayor importancia en este trabajo, se centra en el estudio de la difusión de la mecánica newtoniana en México en el siglo

XVIII, para conocer la evolución que tuvo en este país y la manera en la cual se llegó a Institucionalizar. Se da información general sobre los Principia de Newton, y su difusión en Francia y España, con el propósito de comparar ambas difusiones, y determinar el proceso de recepción que tuvo la mecánica newtoniana en la Nueva España.

En el cuarto y último capítulo, se presentan las conclusiones obtenidas de esta investigación.

Se anexan al final los apéndices, la bibliografía y las fuentes documentales.

A lo largo de este trabajo fue necesario introducir en algunas ocasiones análisis de textos de física que los he considerado necesarios para hacer comparaciones entre las obras novohispanas, los Principia, y los principales textos europeos difusores de la mecánica newtoniana.

Respecto a la bibliografía, he optado por utilizar un sistema especial, para no hacer una extensa lista de ésta. En el transcurso de este trabajo normalmente aparecen entre paréntesis dos números, el primero indica el número de cita en la bibliografía, y el segundo el número de la página de la cita, a la que se hace referencia. De esta manera sólo cito una vez en la bibliografía, y cuantas veces sea necesario en el texto cuando hay que hacer referencia a distintas páginas. En lo sucesivo las referencias se harán siguiendo ésta técnica.

Para la realización de este trabajo conté con la asesoría del Dr. Saldaña, con el apoyo del Dr. de la Peña, con las acertadas sugerencias de la Dra. Patricia Aceves, los comentarios de todos mis compañeros del Seminario de la Facultad de Filosofía y Letras, e indudablemente del apoyo y paciencia que en los archivos me brindaron.

I.- ANTECEDENTES

En los siglos XVI, XVII, y parte del XVIII en México, al igual que Europa, la teología y la ciencia se encontraban relacionadas, "las ideas acerca de Dios, de sus atributos y perfecciones marcaban profundamente la concepción científica del mundo natural...Ambas estaban basadas en un sistema uniforme de pensamiento y la fe dirigía toda la reflexión sobre el orden cósmico universal, cuya adecuación al sistema de creencias era total" (1.9).

En el siglo XVI, una vez consumada la conquista, el objetivo primordial de España sobre la Nueva España era la explotación de sus recursos naturales para aumentar sus riquezas. En 1524 se creó el Consejo de Indias para tener el control político, económico, militar, civil, penal y religioso.

El clero tenía a su cargo la evangelización de la población indígena. En un principio esta evangelización representó un continuo intercambio de conocimientos. Los españoles a través de sus diversas órdenes religiosas -agustinos, dominicos, franciscanos, jesuitas, etc- difundían a los indígenas los conocimientos europeos, científicos y sus ideas religiosas. Mientras tanto, los conocimientos indígenas relacionados con la medicina, técnicas de minería y agrícolas principalmente, se difundían en Europa. Al respecto Gortari opina que (2.171):

"La contribución científica de los indígenas no se limitó a la Nueva España, sino que pronto invadió la metrópoli y más tarde Europa entera. Buena prueba de ello es la divulgación de la medicina nahua y la incorporación de sus eficaces remedios vegetales a la terapéutica europea. También los alimentos americanos penetraron en el Viejo Continente y se hicieron parte integrante de la dieta de sus habitantes. Las nuevas aleaciones metálicas fueron empleadas provechosamente por los joyeros y metalurgistas del mundo entero. El uso de los estimulantes y de los narcóticos conocidos por los indígenas se esparció con rapidez, convirtiéndose en necesidad imprescindible. La flora y la fauna americanas permitieron iniciar los estudios comparativos entre las especies afines..."

Más tarde y hasta el siglo XVIII, la enseñanza oficial sería la escolástica, basada en las tesis aristotélicas. En particular la física se impartía en la clase de filosofía, la cual formaba parte de la educación media superior.

En un principio, habiendo sólo indígenas que evangelizar, se crearon las primeras escuelas para ellos. Más tarde el incremento de la población mestiza y criolla, exigió la fundación de otros Colegios, la mayor parte de ellos para brindar educación a los criollos. De esta manera empezaron a surgir colegios para diversos grupos raciales, criollos, indígenas y mestizos.

La mayor parte de los indígenas recibieron instrucción catequética y artesanal, sin embargo hubo algunos que gracias a los franciscanos recibieron educación superior a la primaria, donde se les enseñó filosofía; por ejemplo, en el Colegio de Tiripetío en Michoacán (1540) y en el Colegio de Santa Cruz de Tlatelolco (1536) en la ciudad de México. El Colegio de Tlatelolco, para Gortari:

"...se convirtió en un importante centro de educación superior y de investigación científica, en el cual se dio preferencia al cultivo y la recopilación de la medicina nahua y al estudio temático de las ciencias políticas"... "El interés despertado por las actividades del Colegio de Tlatelolco fue tan grande, que los propios españoles acudieron a instruirse con los maestros indígenas. Por otra parte, el Colegio de Tlatelolco no sólo preparó sus propios maestros, sino que también suministró profesores que impartieron clases en los colegios conventuales destinados a españoles y criollos" (2.179-180).

El Colegio, sin embargo, terminó por ser una escuela de primeras letras debido a la falta de apoyo de los gobernantes, producida quizás por el surgimiento de la nueva sociedad criolla, que acrecentó la discriminación hacia los indígenas (3.203-204).

Los mestizos corrieron con peor suerte que los indígenas, ya que al ser producto de una mezcla eran considerados como seres socialmente indefinidos. En el primer tercio del siglo XVIII, la población mestiza creció lo suficiente como para darle educación, pero sólo en materia religiosa y artesanal. La enseñanza literaria, que incluía filosofía, se les dio 10 años después con la fundación del Colegio de San Juan de Letrán (1529), que con dificultades sobreviviría hasta el siglo XIX (3.XXI).

Los criollos, a diferencia de los indígenas y mestizos, siempre recibieron especial atención. Para ellos se crearon Colegios especiales, en un principio de nivel inferior y superior, éste último impartido por la Real y

Pontificia Universidad. Poco tiempo después los jesuitas introdujeron el nivel medio y también el superior.

La Real y Pontificia Universidad impartía cátedras de: Teología, Sagrada Escritura, Cánones, Artes, Retórica y Gramática. En la de Artes, que es la que interesa en este trabajo, se enseñaba: Lógica, Matemáticas, Física, Astronomía y Ciencias Naturales (4.35-53). Varios de los textos utilizados para las cátedras fueron escritos en México; por ejemplo el jesuita Antonio Rubio escribió *Logica Mexicana*, la cual fué publicada y tomada como curso en varias Universidades de España, Francia y Alemania. Otros textos fueron impresos, por ejemplo: *Resumen de Sumulas* por fray Alonso de la Veracruz, *Explicacion Dialectica e Investigacion Fisica*, y varias obras de Aristóteles (5.12).

Los jesuitas, desde el siglo XVI hasta el XVIII, impartieron la educación media y la superior. La primera se impartía en la Facultad de Artes; aquí se enseñaba la clase de Filosofía. Esta se basaba en doctrinas escolásticas y se dividía en tres partes: lógica, física y metafísica. En física se enseñaban las teorías aristotélicas sobre la naturaleza y principios de los seres físicos, sobre las causas, el movimiento, el tiempo, el espacio, el infinito, etc., y en metafísica, se enseñaban las doctrinas del ente y del ser (6.14).

Algunos de los textos obligatorios, eran: "Los textos de Aristóteles y el Anima para el curso de física, el de Física para lógica, y Coelo et Mundo para metafísica". Así como también los cursos de Juan Antonio Goudín de Filosofía tomística y aristotélica en 4 volúmenes (7.11).

En general, en los Colegios jesuitas se impartía mejor educación que en la Universidad, y llegaron a formar los mejores canonistas y teólogos de la colonia, además sus egresados eran bien recibidos para ocupar cargos públicos. Esto produjo serias fricciones entre ambas instituciones, al grado de que el rey Felipe II, para reestablecer la concordia, expidió una real cédula donde le daba a la Universidad el privilegio de ser la única en conferir grados académicos (8.9).

A pesar de esta situación, los jesuitas continuaron siendo los mejores catedráticos de la Colonia. En los siglos XVII y XVIII, los profesores de

ambas Instituciones eran principalmente criollos. Ante el surgimiento en el siglo XVIII de la filosofía moderna, los jesuitas mostraron mayor interés por aprenderla y enseñarla en sus Colegios, realizaron reformas en los planes de estudio y crearon un movimiento de reforma educativa, la cual no se llegó a consumir, ya que fueron expulsados del reino en 1767.

Sin embargo, no todo en la Colonia fue escolástico. En la Universidad hubo personas interesadas en esta nueva filosofía, como Don Carlos de Sigüenza y Góngora, y Fray Diego Rodríguez, ambos profesores de matemáticas en el siglo XVII. Fuera de la Universidad, se conocen a Melchor Pérez de Soto y Sor Juana Inés de la Cruz, quienes también estaban al corriente de esta nueva filosofía.

Don Carlos de Sigüenza y Góngora*

El caso de Carlos de Sigüenza y Góngora es especial, porque en la Nueva España del siglo XVII, en su obra *Libra Astronómica y Filosófica*, explicó un fenómeno natural (el paso de un cometa), no con la filosofía escolástica de su época, sino con matemáticas y utilizando conceptos de filósofos modernos y consultando libros que aún eran prohibidos por el Santo Oficio.*

1* Carlos de Sigüenza y Góngora nació el 15 de septiembre de 1645 en la ciudad de México, en la Nueva España. Fue historiador, geógrafo, matemático, astrónomo y poeta.

En 1662 ingresó en la Compañía de Jesús, en el Colegio del Espíritu Santo, en Puebla; más tarde fue despedido de la misma debido a sus escapadas nocturnas. Continuó sus estudios de teología en la Universidad de la ciudad de México, donde se interesó por las ciencias exactas, más tarde interrumpió también estos estudios. En 1667 empezó a estudiar por su cuenta matemáticas y astronomía.

En 1672 presentó un examen de oposición para obtener la cátedra de astronomía y matemáticas de la Universidad. Este mismo año se le otorgó. Tanto él como Rodríguez enseñaban en estas cátedras los trabajos que van desde Cardano y Tartaglia hasta Galileo, Descartes y Kepler.

En 1692 y 1694 se consideraba como la persona que poseía la mejor biblioteca de matemáticas y astronomía de toda la Nueva España. Entre las obras que poseía se encuentran: Geometría de Descartes, la Astronomía Instaurantae Progymnasmata de Tycho Brahe, el Magneticum Naturae Regnum de Kircher, los Experimenta Nova de Guericke, la Mathesis Biceps de Juan de Caramuel, el Sitio, naturaleza y propiedades de la ciudad de Mexico de Diego de Cisneros... etc. La mayoría de sus libros los hacía traer de Flandes (9.59).

En 1699 fue nombrado corrector de libros del Santo Oficio, con lo que se le expedía de "facto un salvoconducto para leer libros prohibidos por su heterodoxia científica". Aparte de los libros, Sigüenza intercambiaba correspondencia; principalmente de tipo astronómico, con diversas personalidades como Kircher, Cavina, Carumel, Cassini, Zaragoza, y Flamsteed entre otros europeos.

"En 1680 fue nombrado Cosmógrafo de Nueva España por una Real Cédula expedida por Carlos II". La tarea de los cosmógrafos no era nada sencilla, debían: "predecir y hacer mediciones de los eclipses de sol y de luna y de los movimientos planetarios, debían calcular la longitud y latitud de los puntos mas importantes del virreinato tales como ciudades y puertos, debían estudiar la orografía y la hidrografía del país y delinear el perfil de sus costas.

El 15 de noviembre de 1680 apareció un cometa de gran magnitud y luminosidad. Como eran considerados como objetos que presagiaban calamidades, empezó a surgir el pánico entre los habitantes, principalmente en la virreina, Condesa de Paredes. Para tranquilizarla Sigüenza escribió su *Manifiesto filosófico contra los cometas depojados del imperio que tenían sobre los tímidos*: "en esta obra don Carlos muestra que los cometas no son anuncios de ninguna calamidad sino simples astros sujetos a leyes naturales y que describen una órbita de gran excentricidad alrededor del Sol" . Este trabajo fue atacado por tres personas, el jesuita Eusebio Francisco Kino con su obra *Exposición Astronómica de el Cometa* (1681), el astrólogo José de Escobar Salmerón y Castro con su obra *Discurso Cometológico y relación del nuevo cometa* (1681), y el astrónomo Martín de la Torre con *Manifiesto cristiano en favor de los cometas mantenidos en su natural significación* (9.77).

A Escobar Salmerón no le contestó pues "consideró indigno de su pluma responder a un autor que sostenía la espantosa proposición de haberse formado este cometa de lo exhalable de cuerpos difuntos y del sudor humano". Contra de la Torre escribió un texto astronómico en el que, según su amigo Guzmán y Córdova, exponía "cuantos primores y sutilezas gasta la trigonometría en la investigación de los paralajes y refracciones y los movimientos de los cometas, o sea, mediante una trayectoria rectilínea en las hipótesis de Copérnico, o por espiras cónicas en los vórtices cartesianos". En suma era una refutación matemática de la astrología y del maleficio de los cometas. Este tratado, ahora perdido, lo tituló *Belerofonte Matemático contra la Quimera Astrológica de don Martín de la Torre*. Contra Kino escribió su obra *Libra Astronomica y Filosofica*, "Sigüenza emprendió una refutación sistemática de la astrología y del

También estaban obligados a levantar mapas generales y regionales y a elaborar informes precisos sobre viajes de exploración y la viabilidad de colonizar nuevas regiones y habilitar puertos y, por último, debían supervisar las fortificaciones defensivas marítimas. Como se ve, la labor de un Cosmógrafo abarcaba trabajos de ingeniería, astronomía, geodesia, agrimensura, cartografía y geografía, es decir de casi todas las ciencias aplicadas de la época" (9.61).

En 1693 fue enviado en una expedición para conocer la extensión del territorio de la bahía del Golfo de México, para evitar que los franceses establecieran una colonia. En 1699 insistió al nuevo virrey que colonizara esa zona del Golfo (11.50).

Entre las actividades que desarrolló en su vida, se encuentran las de Ingeniero, matemático, agrónomo, físico (realizó experimentos de magnetismo y óptica), historiador, explorador, cartógrafo y astrónomo.

Sigüenza murió en el año de 1700.

argumento de autoridad. Don Carlos apoyó sus argumentos en sus propias observaciones del cometa, las cuales realizó entre el 3 y el 20 de enero de 1681" (9.79).

Sigüenza en su libro maneja los conceptos de varios autores importantes como fueron; Kircher, Lutero, Ptolomeo, Aristóteles, Cassini, Copérnico, Descartes, Galileo, Kepler,...etc. Calculó la longitud de la ciudad de México (10.181). Utilizó la Astronomía observacional para obtener la longitud entre el cometa y la estrella Markab, (10.187), obtuvo también la latitud máxima del cometa y el ángulo que con la eclíptica hizo su órbita y la latitud boreal (10.189).

Además pensaba determinar la posición del cometa por medio del método de paralajes, esto es "mediante dos observaciones hechas a un tiempo en lugares distantes". Como necesitaba de otras observaciones, se acercó a Kino para que le prestara las que él había hecho en Alemania, pero ante el rechazo acaecido no pudo obtenerla. Sólo pudo decir que entre mayor fuera el arco proyectado en el cielo más cerca estaría de la Tierra y viceversa, entre menor fuera el arco más lejos se encontraría (10.113-114).

Para explicar el movimiento del cometa, Sigüenza utilizó su concepto de gravedad, que era una idea distinta a la propuesta por Newton en esa misma época, y que la explica de la siguiente manera (10.46):

"...la gravedad de las cosas es una connatural opelencia que tienen a la conservación del todo de que son parte: de que se infiere que de la misma manera que, si se llevase algo de nuestro globo terráqueo al globo de la luna, no había de quedarse allí sino volverse a nosotros, así cualquiera cosa que sacasen de la Luna o de otra cualquiera estrella, había de gravitar y caer en el todo de que era parte".

Aparentemente Sigüenza sabía que el movimiento del Cometa se debía a la gravedad, aunque no manejaba el concepto de gravedad correcto. Considero importante hacer notar que con este mismo fenómeno Newton demostró matemáticamente en el libro tercero de sus *Principia Matematica*, que el movimiento de los cometas se debía a la gravedad, y además encontró que el cometa poseía una órbita elíptica.

II.- EL DESARROLLO DE LA FISICA EN EL SIGLO XVIII EN LA NUEVA ESPAÑA

Mientras el siglo XVII vió nacer la revolución científica de Newton, el siglo XVIII se convirtió en el siglo de las luces, donde los conocimientos científicos trajeron como consecuencia una revolución intelectual. Aunque hubo muchos esfuerzos individuales por difundir la ciencia moderna en Europa, el proceso fue lento. Francia y España por ejemplo, iniciaron este proceso de manera distinta: "En Francia los intelectuales reformadores y la autoridad se situaron en dos planos opuestos, hasta desembocar en la Revolución", en España, sin embargo, "los intelectuales los hombres de gobierno y la Corona hicieron causa común en el espíritu y en el plan de las reformas" (12.19).

En Francia, a mediados del siglo, aún se enseñaba en los Colegios y en las Universidades la filosofía escolástica. Esto produjo fuertes protestas de la gente que cultivaba la ciencia moderna y que quería implantarla, como d'Alembert, Voltaire, Helvétius, Saverien, Deslandes, Diderot, etc. De 1748 a 1770 se da una lucha escolar entre los sistemas escolásticos y la física experimental (13.160-163).

Entre 1760 y 1770 terminaron sus estudios jóvenes que más tarde serían revolucionarios, partidarios de Voltaire, Rousseau y La Fontaine. Sería hasta 1780 cuando esta generación revolucionaria llegaría a amenazar seriamente el antiguo espíritu de los Colegios. Después de esta década algunos colegios empezaron a comprar instrumentos de física; hubo capillas que se convirtieron en salas de física, y surgieron prospectos de Colegios dedicados a enseñar las ciencias y lenguas modernas (13.277).

España comenzó el siglo XVIII con la muerte (en 1700) del último monarca de la Casa de Austria, Carlos II, quién al morir dejó en su lugar a Felipe V de Borbón. La Monarquía borbónica se caracterizaba por su pensamiento ilustrado y por ser promotores de las reformas con propósitos regeneradores de la economía nacional (12.19). En 1746, Felipe V heredó la Corona a su hijo Fernando VI, quién al morir en 1759 se

la dió a su hermano Carlos III y en 1788 lo sucedería Carlos IV (14.275 y 281).

En los reinados de Felipe V y Fernando VI surgieron varios críticos que abogaban por un espíritu científico, como Gerónimo Feijóo y Montenegro. Fernando VI apoyó el progreso de la ciencia, pero Carlos III lo hizo con mayor intensidad; en su reinado se creó un jardín botánico y un museo de historia natural. En Madrid se impartieron clases de física, química y mineralogía, se publicaron diversos tipos de periódicos científicos (15.37-44), y se fundaron las Sociedades Económicas de Amigos del País en Madrid, Barcelona, Zaragoza, Valencia, Sevilla y las Provincias Vascongadas (16.33).

Los ilustrados españoles estuvieron fuertemente influidos por la Ilustración francesa, y en menor escala por la inglesa. Su principal preocupación se centraba en una reforma económica, apoyándose en una reforma del ordenamiento cultural, mediante la cual se inculcaría en los hombres el deseo de obtención y abundancia de los medios materiales para lograr por un lado su propio bienestar y por otro darle al Estado la reconstrucción del poder. Por este motivo las colonias de América adquirieron un nuevo significado para España (12.20).

El propósito de las reformas era el de "someter las Universidades al directo control del gobierno"; esto no fue fácil. Se produjeron diversos enfrentamientos en contra de las reformas, principalmente de carácter ideológico, en los mismos centros de enseñanza. "El acontecimiento que desencadena la reforma universitaria en tiempos de Carlos III había sido la expulsión de los jesuitas, acontecida en 1767. Desde ese momento, la actividad reformista cobra gran impulso" (12.73-112), aunque tardan décadas en producirse cambios reformadores, con excepción del Real Seminario de Nobles de Madrid y de las Instituciones militares, donde se enseñó la ciencia moderna (17 y 18).

Carlos III, en su decisión de modernizar las universidades, comisionó en 1769 a Olavide para reorganizar los antiguos programas académicos ex-jesuitas, destruyendo el escolasticismo e introduciendo a Descartes. En

1770 el Consejo de Castilla ordenó a todas las universidades actualizarse; entre las materias que introdujo se encontraban las matemáticas y la física experimental. En 1774 el rey ordenó a los profesores de las universidades escribir sus propios textos, siendo Francisco Villalpando el primero en escribir y en ser aprobado su libro de física (15.164-169). El 22 de enero de 1786, por Real Cédula del gobierno ilustrado, se apresuraba a las universidades a realizar las reformas, sin embargo no todas alcanzaron a hacerlo debido a que el rey muere en 1788 (12.113).

En 1788, un año antes de comenzar la Revolución Francesa, Carlos IV subió al trono de España. Al enfrentarse con "las ideas de la Revolución Francesa rectificó su política renovadora, impidiendo, en lo posible, la entrada en España de libros y folletos revolucionarios" (14.281-282). Además entre 1790 y 1792 cayeron los ministros involucrados en las reformas: Floridablanca, Cobarrús, Jovellanos, Campomanes y Aranda.

En los últimos años del siglo XVIII, el "científico español se convirtió en un inadaptado social...La inmensa mayoría de los sobrevivientes pasaron a convertirse en elementos indeseables, unos por afrancesados y otros por liberales, ideología por la que sufrió posteriormente, persecución. y destierro el noventa por ciento de nuestros científicos de talla europea de este momento...En cualquier caso, la producción científica sufrió una paralización casi total, observatorios, jardines botánicos, gabinetes de física y química y toda suerte de centros desaparecieron o vegetaron de modo lamentable..." (19.75). Con la guerra de Independencia y el reinado de Fernando VII sobrevino para la ciencia española un período que López Piñero le llama <<período de catástrofe>>, del cual España se recuperaría hasta mediados del siglo XIX (20.11).

En la Nueva España en el siglo XVIII, se dieron una diversidad de situaciones que propiciaron se difundiera la ciencia moderna. España "comprendió la conveniencia de potenciar las riquezas americanas, para aumentar los recursos del Estado", de esta manera América adquirió un triple significado para España (12.32-35):

a) Realizó en América reformas administrativas, estableciendo las Intendencias como órgano de gobierno económico y político regional.

b) Tenía el interés de aumentar las riquezas potenciales de América, tanto las del suelo como las del subsuelo, promoviendo el mejoramiento de técnicas, tanto mineras como agrarias.

c) Por último, se preocuparía por proteger los territorios americanos de invasiones extranjeras.

Aunque la economía de Nueva España era fundamentalmente agrícola, en el siglo XVIII la minería adquirió un impulso tal que se convirtió en la actividad económica fundamental (22.66).

El principal interés español sobre la Nueva España era el económico, enfocado especialmente a la explotación minera. Para producir un incremento en la explotación de los minerales, Carlos III trajo a la Nueva España mineros alemanes instruidos en el beneficio de los metales (22.73).

La Nueva España, en la segunda mitad del siglo XVIII se transformaba "en una nación con perfiles más y más definidos e intereses propios", un tanto influida por corrientes políticas y espirituales extranjeras (22.181). Los novohispanos, conscientes del mal estado de la minería, propusieron para mejorarlo alternativas totalmente opuestas a las españolas; entre las más importantes destacan algunas reformas fiscales, la creación de un Tribunal de Minería, de un Colegio Metálico, y de un banco de avíos, con recursos económicos del mismo gremio minero.

Mediante el Tribunal de Minería, se harían reformas político-económicas para mejorar las condiciones en la Nueva España de los mineros. A través del Seminario se modernizarían las técnicas de explotación de minas con la introducción de la ciencia moderna.

Los propios novohispanos se encargaron de la difusión de la ciencia moderna, con una tradición que provenía del siglo XVII. En el siglo XVIII, los novohispanos cultivaron, propagaron y aplicaron la ciencia moderna. Algunos de los que contaban con medios económicos, empezaron por publicar revistas periódicas, redactaron libros de texto, crearon Academias privadas, etc.

Este movimiento novohispano, sumado a los intereses de la Corona, dió origen al Colegio que por muchos años se convirtió en el primer y único Colegio científico de América, el Real Seminario de Minería, el cual estaba destinado a formar los recursos humanos que impulsarían el progreso económico no sólo de la Nueva España (21.207), sino también de otras colonias. Además fue el primer Colegio donde se institucionalizó por primera vez en América la física experimental. Es importante señalar que los novohispanos que participaron en este proyecto, estudiaron en la Real y Pontificia Universidad. La ciencia moderna la aprendieron por si mismos.

A continuación, se analizará el tipo de física que se conocía y se manejaba en México. Con este propósito se analizaran dos aspectos, el de enseñanza de esta ciencia y las publicaciones científicas más destacadas del siglo XVIII.

1.- En la Enseñanza

La enseñanza superior a principios del siglo XVIII era impartida tanto por la Real y Pontificia Universidad como por los Colegios Jesuítas, para jóvenes criollos. Aunque la educación oficial era la escolástica, algunos novohispanos empezaron a introducir conceptos de física moderna en las clases de filosofía. El único Colegio que impartió la física moderna con carácter oficial fue el Real Seminario de Minería creado a finales del siglo XVIII.

a) Real y Pontificia Universidad de México

La Real y Pontificia Universidad de México inició sus actividades en 1553, bajo los mismos privilegios, facultades y libertades de estudio que la Universidad de Salamanca. Inició con las cátedras de teología, sagrada escritura, cánones, artes, retórica y gramática. Ofrecía los mismos grados que en Europa: bachiller, licenciado o maestro y doctor. La cátedra de Artes, comprendía conocimientos como: lógica, matemáticas, física, astronomía y ciencias naturales. Más tarde cambiaría el nombre de esta cátedra, al de Filosofía (4.51-53).

En la cátedra de filosofía del siglo XVIII, hubo tres tipos de provisiones: la Cátedra Temporal de Artes, Cátedra en Propiedad de Philosophia, y la Cátedra de substitución en Propiedad de Philosophia (A1, A2). El procedimiento para participar en un concurso de oposición y competir en alguna de estas cátedras era en primer lugar enviar un carta de solicitud, para que después se fijaran las fechas del concurso de todos los participantes, con sus respectivos temas a defender para presentar el concurso de oposición. Los temas eran respecto a los libros de Aristóteles: De Anima, De Physicorum, y De Generatione et Interitu (A1).

Los libros que tenía la biblioteca a mediados de este siglo, aparte de los de Aristóteles, eran (A3): la *Esfera* de Sacro Bosco, uno de Hipócrates, otro de Avicena, de Galeno y dos tomos de la obra de Cicerón. Bartolomeo todavía utilizó el Tratado de Hipócrates para obtener el grado de doctor en medicina (23).

A finales del siglo XVIII, se empezaron a dar cambios en el ambiente universitario, no fueron cambios académicos, sino más bien divulgativos, pues empezaron a llegar noticias en relación a las nuevas máquinas y a la nueva física de Europa. Por ejemplo:

a) En 1777 apareció un compendio de noticias por orden del Rey, para que se puntualizaran los conocimientos sobre la geografía, física, antigüedades, mineralogía y metalurgia del Reyno de Nueva España (A4). Indicaba sugerencias para lograr hacer una mejor descripción de la Nueva España, y entre otras cosas decía:

- En Geografía para levantar mejores mapas topográficos como realizar mejor las medidas de latitud y longitud.

- En Física como saber la Temperatura con Termómetro en todas las estaciones del año. Explicar los vientos y sus efectos (si son fuertes ó ligeros), las tempestades y tormentas que sobrevienen, las montañas nevadas y los volcañes.

b) En 1772 apareció la noticia del invento del Globo aerostático y la nave "admospherica", explicando sus partes y su utilidad (A5).

c) En 1780 llegó la revista: *Correo Literario de la EUROPA, de las Investigaciones, y adelantamientos hechos en Francia y otros reynos estrangeros pertenecientes a las CIENCIAS, Agricultura, Comercio, Artes y*

En la cátedra de filosofía del siglo XVIII, hubo tres tipos de provisiones: la Cátedra Temporal de Artes, Cátedra en Propiedad de Philosophia, y la Cátedra de substitución en Propiedad de Philosophia (A1, A2). El procedimiento para participar en un concurso de oposición y competir en alguna de estas cátedras era en primer lugar enviar un carta de solicitud, para que después se fijaran las fechas del concurso de todos los participantes, con sus respectivos temas a defender para presentar el concurso de oposición. Los temas eran respecto a los libros de Aristóteles: De Anima, De Physicorum, y De Generatione et Interitu (A1).

Los libros que tenía la biblioteca a mediados de este siglo, aparte de los de Aristóteles, eran (A3): la *Esfera* de Sacro Bosco, uno de Hipócrates, otro de Avicena, de Galeno y dos tomos de la obra de Cicerón. Bartolomeo todavía utilizó el Tratado de Hipócrates para obtener el grado de doctor en medicina (23).

A finales del siglo XVIII, se empezaron a dar cambios en el ambiente universitario, no fueron cambios académicos, sino más bien divulgativos, pues empezaron a llegar noticias en relación a las nuevas máquinas y a la nueva física de Europa. Por ejemplo:

a) En 1777 apareció un compendio de noticias por orden del Rey, para que se puntualizaran los conocimientos sobre la geografía, física, antigüedades, mineralogía y metalurgia del Reyno de Nueva España (A4). Indicaba sugerencias para lograr hacer una mejor descripción de la Nueva España, y entre otras cosas decía:

- En Geografía para levantar mejores mapas topográficos como realizar mejor las medidas de latitud y longitud.

- En Física como saber la Temperatura con Termómetro en todas las estaciones del año. Explicar los vientos y sus efectos (si son fuertes ó ligeros), las tempestades y tormentas que sobrevienen, las montañas nevadas y los volcanes.

b) En 1772 apareció la noticia del invento del Globo aerostático y la nave "admospherica", explicando sus partes y su utilidad (A5).

c) En 1780 llegó la revista: *Correo Literario de la EUROPA, de las Investigaciones, y adelantamientos hechos en Francia y otros reynos extranjeros pertenecientes a las CIENCIAS, Agricultura, Comercio, Artes y*

Oficios. Publicados en París desde el mes de noviembre de 1789. Con respecto a las ciencias, en esta revista se daba una breve relación de los libros nuevos que iban saliendo en Europa, explicando su contenido y su aceptación en Francia, y si podía ser adaptable al reino de España. En algunos números describía la utilidad de ciertos instrumentos de física. Mencionaba también los ganadores de premios de física en Europa (A6).

d) En 1784, 1785 y 1786 apareció la revista, *Biblioteca periodica anual para utilidad de los libreros y literatos*. Contenía índices generales de los libros y papeles que se imprimían y publicaban en Madrid, se anotaban además las librerías donde se vendían (A7).

e) En 1784 llegaron noticias de que en Francia se empezaban a hacer globos aerostáticos y naves atmosféricas (De estas se explicaba su funcionamiento, y el porqué se elevaban). Se hablaba también de la aceptación que allá gozaba Descartes, Wolf, Galileo y Newton (A8), etc.

Esto nos da una idea de todo lo nuevo en conocimientos que llegaba de España y Francia a la Nueva España. De cómo las mismas noticias empezaban a sembrar en los novohispanos la inquietud por conocer más sobre la Filosofía Natural. Sin embargo aún no se pensaba en hacer cambios a los planes de estudio.

Los que querían saber más sobre esta nueva filosofía tenían que hacerlo de manera autodidacta, como lo hicieron, entre otros: Joaquín Velázquez de León, José Antonio Alzate, José Ignacio Bartolache, y Antonio de León y Gama.

A pesar de que todos ellos eran universitarios y se esforzaban por conocer y divulgar la filosofía natural, nunca intentaron hacer cambios en la estructura académica de la Universidad. Sin embargo, algunos de ellos buscaron como alternativa la creación de un Colegio con carácter científico, y que fuera útil al progreso económico de la Colonia.

b) Colegios de los Jesuitas

Para el siglo XVIII los jesuitas tenían a su cargo varios Colegios donde impartían tanto la enseñanza media como la superior (sin reconocimiento oficial, ya que este sólo lo daba la Universidad). Algunos de estos fueron: El Colegio Máximo de San Pedro y San Pablo, El Seminario de San Gregorio, los Seminarios de San Miguel y San Bernardo, El Colegio de Cristo, El Colegio de San Idelfonso, etc.

La educación que se impartió oficialmente también fue la escolástica, aunque a mediados del siglo XVIII empezaron a surgir de estos mismos Colegios jóvenes interesados en la ciencia moderna. Para 1754 estos jóvenes se integrarían al cuadro de profesores y empezarían a difundir la ciencia moderna en sus cátedras.

Entre los jesuitas se puede recordar a (24.46): *José Rafael Compoy* (1723-1777), *Francisco Javier Clavijero* (1731-1787), *Agustín Castro* (1728-1790), *Diego José Abad* (1727-1779), *Francisco Javier Alegre* (1729-1788), *Raymundo Cerdan* (17?-17?), *P. J. Mariano Soldevilla* y *P. Pedro Bolado*. Quizás hubo muchos otros de los que aún no tenemos conocimiento. La mayor parte de ellos escribieron su propio Curso Filosófico (*Cursus Philosophicus*), con el cual enseñaban física, oponiéndose a la filosofía aristotélica.

Los jesuitas se caracterizaron por ser los primeros que intentaron institucionalizar la física en la Nueva España; crearon sus propios libros y tratados enseñando de esta manera lo que cada uno creía conveniente. Al ser los primeros, tuvieron que mostrar las ventajas de la nueva filosofía y los errores de la antigua. Esto les exigió tener un gran conocimiento sobre el tema. El tipo de cursos que escribieron era aparentemente comparativo, daban fuertes argumentos sobre la nueva filosofía para poder desterrar la decadente.

En 1767 fueron expulsados de la Nueva España por orden del rey. Desafortunadamente, con la expulsión no quedaron muchos documentos con los cuales se pueda determinar con precisión qué era lo que

enseñaban de física y como lo hacían. Sin embargo, utilizaremos el archivo del Colegio de San Idelfonso* para rescatar en lo posible esta información.

El Colegio de San Idelfonso se creó para impartir tanto estudios menores en el Colegio Chico, como mayores en el Colegio Grande.

En el Colegio Chico, también conocido como del Rosario, se impartían los estudios menores ("studia inferiora" o de nivel medio), que comprendían dos áreas, la Gramática Latina y la Filosofía o Artes.

1.- El área de gramática latina constaba de tres cursos de un año cada uno; estos eran: curso de Mínimos y Menores, Medianos, y curso de Mayores y Retórica.

2.- El área de Filosofía y Artes constaba de cuatro cursos, los cuales eran: Lógica, Física, Metafísica y Artes.

El Colegio Grande que impartía los estudios mayores ("studia superiora" o nivel superior), estaba constituido por dos facultades:

1.- Facultad de Cánones y Leyes, donde se impartían estudios de jurisprudencia en dos cursos: Derecho Canónico y Derecho Civil.

2.- Facultad de Teología, que admitía solamente discípulos de jurisprudencia en dos cursos: Teología Dogmática y Teología Escolástica.

En la primera facultad sólo podían ser admitidos los egresados del Colegio chico, y en la segunda, sólo ingresaban seminaristas (8.15).

El sistema de estudio era el de su época, el cual se basaba en el método silogístico de educación "que enseñaba al alumno a construir y memorizar argumentos lógicos, con lo que se estimulaba a que se dedicara todo su tiempo al estudio y adquisición de conocimientos, a fin de dominarlos" (8.6).

* El Colegio de San Idelfonso se fundó en el año de 1588 en la ciudad de México, con las mismas preeminencias del Colegio de San Martín de Lima, con estudios mayores y menores.

Este Colegio se fundó especialmente para la juventud criolla y española. Gracias a la excelente educación que se llegó a impartir, algunos de sus egresados llegaron a ocupar puestos en las filas del gobierno como funcionarios públicos, permitiéndoles así participar en la vida política de la Colonia. Esto era de gran importancia debido a que por tradición sólo los egresados de Colegios reconocidos podían llegar a aspirar a puestos semejantes.

En el año de 1612 se fusionó con el Seminario de San Pedro y San Pablo, cambiando su nombre a Real Colegio de San Pedro, San Pablo y San Idelfonso. En 1774, después de la expulsión de los Jesuitas, nuevamente se fusionó, ahora con el Colegio de Cristo (fundado en 1638). Su vida continuó hasta el año de 1867 en que se convirtió en la Escuela Nacional Preparatoria (8.3-5).

Los jesuitas introdujeron al Colegio los nuevos métodos experimentales en las ciencias y modernizaron los planes de estudio de filosofía y teología, tradicionalmente escolásticos. Aun después de ser expulsados, se continuó enseñando la filosofía experimental de las ciencias, sin embargo se introdujo nuevamente la filosofía aristotélica; ambas eran enseñadas sin objeción, como dando a entender que los profesores no eran capaces de distinguir una de otra. Esto se observa de los exámenes que continuaban presentando, por ejemplo:

- Meteorología: "Elementos, Meteoros, Sentidos y Objetos de estos", en 1792 (A9.260).

- Óptica: "Systemas principales sobre la naturaleza de los colores y la Luz y las portentosas propiedades de esta", "Dyoptrica, y Catoptrica", en 1792 (A9.260).

- Mecánica, Acústica y Óptica: "2 lecciones de hidrostática, tubos capilares de la agua, y fuego del Abate Nollet, de la maquinaria, del 2o. libro de Geometría Elemental, de los tratados del sonido, olores y sabores del Padre Tosca, y de la Metaphisica de su cuerpo, de Mecánica del Abate Nollet, qualidades, colores, elementos y mixtos del padre Tosca, de la racionalidad de los Brutos por el padre Feijoo, Óptica del abate Nollet, en 1781 (A9.120).

- Mecánica: "las tres proposiciones que en el *ibid.* 3 tractatu phisica generali trae el padre Tosca, en el libro *Purationi* y el libro de *Motis*, los libros: tractatu, comprensione elasticitate, Geometria, Machinaria en sus tres generos, torno y cabrestante, el plano inclinado, las garruchas, la Romana, las ruedas y la cuña. De la Estática explicaron sus principales leyes, fundamentos e instrumentos. Otro se examinó en *esentia corporis* en los párrafos acerca del movimiento, otro en *esentia Phisica entis naturalis* de xoco, del libro 3 de la *Phisica Grai* y el cap. 1 *Motis* y 3o. proposiciones de Geometria. En 1783 (A9.164).

Además de otros como: *Simul y Divisim*, *Mundo aspectable*, *Reocreaciones Filosóficas* de P. Ameida (A9.283), *Fisica de la Inteligencia* (A9.317), *Fisica General* de Tomas Vicente Josa (A9.346), *Aoda Phisica y Aoda Filosofia*, en 1772 (A9.5), *Sensibilibu Corporum Afflectionibu* del padre Tosca, en 1780, *Tratado de Physica promotione* del padre Goudin,

en 1780 (A9.81), Phisica Generali del padre Goudin, en 1787 (A9.207), Prinsipiis del P. Tosca, del tratado de Motis, en 1788 (A9.234).

En el archivo aparece un documento que contiene la bibliografía que se recomendaba para el Colegio. Lamentablemente no está fechado; sin embargo lo he considerado como escrito después de la expulsión de los jesuitas, ya que ésta se produjo en 1767 y el libro de Nollet, uno de los libros de la lista, se publicó en 1783.

De esta lista de libros he seleccionado aquellos que por título o por autor parecen tener relación con la filosofía moderna y con la escolástica, estos son (A7):

Arena, F. Juan, CIENCIA DEL CHRISTIANO.
ARCHOMOLOGIA - v. Kirker.
Aristoteles Teorica.
ARTES Y CIENCIAS, Rollin
ARTE TEORICA - Iriarte - Aristoteles
ART MAGNA SCIENCI - Kicker
Castillo y Conon P(a) todas ARTES - v Niño Instruido
CIENCIAS EXACTAS - Saverien
Corsini Eduardo, FILOSOFIA
CONTROVERSIA P TRATADO DE LA MATERIA DE CIENCIA - Martinez
COSMOGRAFIA ELEMENTAR - Montelle
Descartes, Renato, GEOMETRIA
" EPIST. FILOSOFICAS
" PRINCIPIOS DE FILOSOFIA
" DE HOMINE
De la Lenq. Univ. de Ciencias y ARTES, Chauberg
ENSAYOS DE FISICA de Muschembrock
ENTRETENIEMIENTOS FISICOS - Reagnando
ENTRETENIEMIENTOS FISICOS
EPISTOLAS FILOSOFICAS v. Ponce
EPISTOLAS FILOSOFICAS DE Ciceron
Fontenelle, Lis Obras
HISTORIA DE LAS ARTES Y CIENCIAS de Roblin
Iriarte D. Tomas, COLECCION DE SUS OBRAS EN PROSA Y VERSO
Jacquier, TRAN. FILOSOFICAS
Martinez F. Nicolas de SCIENCIA DEI
Martinez Marin FILOSOFIA SCEPTICA
Muschenbroek. ELEMENTA PHYSICS
Neuton OPUSCULOS MATEMATICOS FILOSOFICOS, Y FILOLOGICOS
" FILOSOFIA O PRINCIPIOS DE MATEMATICA
Newville F. Carlos, AM. LERM.4...
Nollet Abate Mr. LECCIONES DE FISICA
" ARTE DE EXPERIENCIAS
" ELECTRICIDAD
PHYSOLOFIA - Kirker
Regnanto Mr. Abad INSTRUCCIONES

Regnanto Mr. Abad Entretenimientos Físicos
Rohando Jacobo TRATADO DE FÍSICA
Rollin Carlos, HISTORIA DE CIENCIAS Y ARTES
Saverien Mr. CIENCIAS EXACTAS
Sigaud de la Fond. ELEMENTOS DE FÍSICA
TABLAS CRONOLOGICAS, minancia.

Se puede observar que utilizaban algunos libros que eran el pilar para la clase de Física del Colegio de Minería, como los de Sigaud de la Fond, Muschembroek, Descartes, del Abate Nollet, y del mismo Newton. Sin lugar a dudas se enseñó la física newtoniana al igual que la Aristotélica en el Colegio de San Idelfonso. Desafortunadamente no he localizado apuntes ó libros que nos den una idea del contenido exacto de los cursos, principalmente del contenido de la mecánica newtoniana que se enseñaba.

Con la expulsión de los jesuitas los concursos de oposición para profesores en Filosofía no sufrieron absolutamente ningún cambio, ya que antes y después se hicieron con base en los textos Aristotélicos; el *Anima* para el curso de Física, el de *Phisicorum* para el de Lógica, y el de *Coelo et Mundo* para Metafísica (7.11). Para concursar por esta cátedra, los tres puntos que se daban en el concurso de oposición eran con base en estas tres obras. Haciendo una revisión de los concursos de oposición de los años de 1774 a 1802 (referencias de la A10 a la A36), se nota que los profesores tenían mayor tendencia por escoger el libro de *Phisicorum*.

Aunque la expulsión de los Jesuitas de la Nueva España produjo una baja considerable en los difusores de la ciencia moderna, hubo otros novohispanos (egresados principalmente de la Real y Pontificia Universidad) que continuaron con esta labor. Algunos de ellos produjeron avances importantes en la educación y en la economía de la colonia.

c) Seminario de Minería

CREACION DEL COLEGIO DE MINERIA

Desde principios del siglo XVIII, en la Nueva España, se mostraba el descontento respecto a las deficientes técnicas que tenía la minería mexicana para la extracción de plata. Se propusieron diversas alternativas que mejoraran las condiciones de la minería mexicana, como, la disminución de impuestos, la reducción al precio del mercurio, la creación de una compañía general de inversiones para financiar a la minería, etc.

En 1761 el juriconsulto criollo Francisco Javier de Gamboa (1717-1794), hizo un análisis histórico, científico, legal y jurídico del estado de la industria minera de la Nueva España. Este trabajo lo publicó en Madrid bajo el nombre de *Comentarios a las ordenanzas de minas* (25.17). Gamboa proponía diversas reformas para impulsar la minería. Incluía descripciones y diagramas de instrumentos y métodos para la medición interior y excavación de las minas; pretendía con esto reducir la ignorancia técnica de los mineros coloniales (26.40). La obra de Gamboa tuvo mucho éxito, quizás porque surgió en el momento en que la dinastía borbónica tenía el interés de aumentar la producción minera en las colonias.

Con la gran caída de acuñación que se produjo entre 1760 y 1770, el visitador José de Gálvez, aceptó hacer un programa de reformas, basándose en la obra de Gamboa y opiniones de José de Borda, Juan Lucas de Lassaga y otros mineros. En este programa se redujeron impuestos y costos de materias primas que tuvieron efectos económicos importantes (27.223). Más tarde, Gálvez también aceptó la propuesta de Velázquez de León y Lassaga de dar una voz pública y prestigio social a los mineros.

En 1774, Lassaga y Velázquez Cárdenas, escribieron una *Representación*, donde hablaban del estado de la Minería en México, y donde solicitaban que los mineros para su mejor organización, se les concediera la merced de crearles un Tribunal de Minería y fundar un Colegio ó Seminario Metálico en la ciudad de México (25.18-20). La idea

del Colegio era formar técnicos facultativos de la minería y de la metalurgia, que promovieran el perpetuo fomento y la reforma de la industria minera de la Nueva España (25.8). Con estos técnicos se mejorarían los métodos de laboreo y beneficio de metales y se disminuiría su desperdicio.

En esta obra proponían el Plan de Estudios a seguir en el Colegio, mencionando lo siguiente (25.18-20):

Primer año: se impartirían las materias de; aritmética, geometría, trigonometría y álgebra.

El segundo: hidrostática e hidráulica, aerometría (ventilación de las minas) y pirotécnica (manejo de los explosivos en las minas).

El tercero: se daría un curso elemental de química teórica y práctica.

En el cuarto: Mineralogía, metalurgia y el "uso del azogue".

Además se llevaría un curso de dibujo.

El colegio contaría con máquinas para ejercitar a los alumnos en la práctica; en vacaciones visitarían las minas. Al término de los cuatro años residirían dos años en las minas, y al término de éstos podrían obtener el grado mediante un exámen teórico y práctico.

Aunque algunas propuestas se contraponían a las de Gamboa, Gálvez en 1776, al ser nombrado ministro de las indias, decidió apoyar las propuestas de Lassaga y Velázquez de León, de tal manera que el primero de julio se creó una real cédula donde se ordenaba la creación de un Real Tribunal General de la Minería, el cual tendría que crear un Banco de Avíos que sirviera para el sostenimiento del Colegio Metálico. Además quedarían como Administrador y Director Generales Don Lucas de Lassaga y Don Joaquín Velázquez Cárdenas de León, respectivamente (25.24).

"El primer triunfo del tribunal fue la publicación de un nuevo Código de Minas en 1783, para reemplazar las ordenanzas existentes promulgadas por Felipe II en el siglo XVI". Su principal autor fue Velázquez de León, y se basó de alguna manera tanto en los *Comentarios* de Gamboa, como en la constante correspondencia con Gálvez. Después de la promulgación de

este código, fueron pocas la minas que tuvieron que cerrarse ó que se arruinaron a causa de litigios (27.225).

En 1784 Gálvez envió a la Nueva España, las *Reales Ordenanzas para la Dirección y Gobierno del Importante Cuerpo de Minería de Nueva España y de su Real Tribunal General*, que contenía las disposiciones relacionadas con la educación y enseñanza de los jóvenes que se formarían en el Colegio de Minería. El objetivo principal de las Ordenanzas era estimular, promover y fomentar la actividad de la industria minera.

Entre otras disposiciones, el Colegio debería aceptar tanto estudiantes españoles como americanos, y otorgar a 25 de ellos alojamiento, comida y vestido. Los profesores debían ser "seculares" y aprobar un examen de competitividad: al ser aceptados tenían la obligación de hacer trabajo de investigación relacionado con la minería, y presentar sus resultados cada seis meses. La enseñanza sería práctica, enfocada a actividades que favorecieran los inventos tanto de métodos como de instrumentos que produjeran progresos en la industria minera. Si algún invento se llegara a hacer y éste fuera aprobado, se tenía la obligación de financiarlo con fondos de minas, y los autores recibirían un "privilegio" durante su vida, de los beneficios que se derivasen de su invención. Los estudiantes debían recibir muestras de minerales en suficiente cantidad para su estudio, etc. (26.42-44).

Para 1786 aún no se podían obtener fondos para la creación del Colegio. Debido a esto Lassaga y Velázquez Cárdenas de León decidieron abrirlo con dinero a réditos, pero desafortunadamente fallecieron poco tiempo después y con un mes de diferencia. Ante esta situación el Rey Carlos III nombró a Fausto de Elhuyar nuevo Director y eliminó el cargo de administrador General. Elhuyar era profesor de mineralogía y gozaba de gran fama (al igual que su hermano) por su descubrimiento del Wolframio (Tungsteno), realizado en 1783 (25.28).

Al nombrar director a un español, la Corona restringiría sus acciones a la enseñanza técnica, además de ser el árbitro de las disputas entre los mineros (26.43).

En 1788 llegó Fausto de Elhuyar a la ciudad de México, acompañado por los mineralogistas Federico Sonnesschmidt, Francisco Fischer y Luis Lindner, el ingeniero en minas Carlos Gottlieb Weinhold y por el geómetra y mineralogista Andrés José Rodríguez, quién había sido contratado para impartir la cátedra de matemáticas en el Colegio de Minería. Los técnicos alemanes se encargarían de introducir el método de amalgamación inventado por Born, en las minas de Zacatecas, Guanajuato y Taxco (26.46).

En 1789 el nuevo virrey, Juan Vicente de Güemes de Padilla (segundo conde de RevillaGigedo, instó al Director del Colegio para que lo abriera lo más pronto posible. Al sentirse presionado Elhuyar le presentó sus Planes de Estudio al virrey y al Real Tribunal en 1790, para las carreras de Perito Facultativo y las actividades completas para los estudiantes (28.1). Este Plan coincidió en lo fundamental con el de Velázquez Cárdenas y Lassaga, y consistía también de cuatro años de cursos y dos de internos en minas.

En el artículo 1o. de ENSEÑANZA dice sobre los cursos (A37.5):

a) En el primer año las matemáticas puras, en que se comprenderá la aritmética, el álgebra, la geometría elemental, la trigonometría plana y las secciones cónicas.

b) En el segundo la geometría práctica, cuyas aplicaciones se dirigirán por consiguiente en ella la que llaman geometría subterránea y a continuación la dinámica y la hidrodinámica.

c) El tercer año la química, reducida a la parte del reino mineral, y comprendiendo también en ella la mineralogía ó conocimientos de los minerales, así por sus caracteres exteriores, como por sus principios constitutivos y medios de analizarlos y á continuación la metalurgia que trata de los diversos métodos y operaciones con que se benefician generalmente todos los productos subterráneos.

d) En el cuarto año la física subterránea ó teoría de las montañas, como introducción al laborío de las minas que debe seguir y comprender todas las faenas que ocurren en las excavaciones subterráneas, desde el primer reconocimiento de un terreno hasta la extracción de los frutos y demás materias fuera de ellas.

e) En el quinto año tendrían su práctica profesional en un Real de minas, operación y laborío de minas (28.6).

f) Por último en el sexto año, práctica profesional en un Real de minas y preparación de la tesis de grado (28.6).

Estas prácticas se llevarían a cabo en los principales centros mineros de entonces, como Catorce, Zacatecas, Durango, Sombrerete, Real del Monte, etc. (28.6). Además se llevarían otras materias como dibujo y lengua francesa (25.31).

Al término de cada curso se realizarían exámenes parciales para evaluar sus conocimientos, y al finalizar los cursos, los alumnos deberían sustentar actos públicos (25.31).

Elhuyar, decidió que el cuadro de profesores lo formaría con europeos y no con novohispanos, como se había dispuesto en un principio. Con esto aseguraba, según él, una alta calidad en la enseñanza. Para la cátedra de matemáticas contrató a Andrés José Rodríguez, quién ya había sido contratado desde España; para la cátedra de física experimental, sugirió a Francisco Antonio Bataller, quién había enseñado en el Real Colegio de San Isidro en Madrid y además era minero residente en la ciudad de México; para la cátedra de mineralogía propuso a Andrés Manuel del Río, mineralogista español, que había estudiado en Alemania; por último, para la cátedra de química, se había contratado desde España a Francisco Codon, pero como no llegó se propuso a Luis Lindner; para la clase de francés se contrató al español Mariano Chanin, y para dibujo a Esteban González y Bernardo Gil.

El hecho de que Elhuyar tratara de hacer del Seminario de Minería un modelo similar al del Instituto de Vergara (en Vizcaya), de que escogiera un cuadro de profesores europeo, y de que tratara de imponer un método de amalgamación extranjero, produjo un gran descontento entre los novohispanos. Alzate, por ejemplo, publicó en varios artículos sus protestas, insistiendo que no por ser métodos alemanes eran superiores a los usados en la Nueva España, y daba argumentos al respecto (29.234).

El descontento se acrecentó al rechazar a León y Gama como catedrático de física, siendo que ya éste había sido asignado por Velázquez Cárdenas de León (26.49).

Aún con las protestas, el Real Seminario de Minería se inauguró el 2 de enero de 1792, y representó el primer Colegio en América donde se institucionalizaron las ciencias: física, matemáticas, química y mineralogía. Humboldt opinaba al respecto: "Ninguna ciudad del Nuevo Continente, sin exceptuar las de los Estados Unidos, presenta establecimientos científicos tan grandes y sólidos como la capital de México" (30.79).

Diversas opiniones convergen en que el objetivo inicial dado por los novohispanos al Colegio no llegó a obtenerse, que solo contribuyó al progreso de la educación en México y no al desarrollo de la minería, además que no solo fue un fracaso técnico sino también financiero. En un folleto anónimo se decía que los alumnos pocas veces demostraban capacidad al aplicar sus conocimientos teóricos a los problemas prácticos de la minería, con pocas excepciones, se sugería además que la institución fuera trasladada a un centro minero donde los estudiantes pudieran adquirir experiencia práctica. A pesar de las críticas, el Colegio tuvo en algunas ocasiones excelentes egresados, como fue el caso de Casimiro Chovel, quien llegó a ser administrador de la Mina de la Valenciana (27.228). Saldaña opina que "el Seminario no logró una incidencia verdadera en la actividad minera como un resultado de las contradicciones que generaba una sociedad con una dinámica cultural y económica propia, aunque desde luego, no era totalmente autónoma"* (26.57).

Aunque el Seminario de Minería no respondió como los novohispanos esperaban en un principio, hizo varias aportaciones, por ejemplo; contribuyó a disminuir el agotador trabajo de los tenateros, al respecto Humboldt opinó: "El arte de minas se perfecciona cada día mas; los alumnos de la escuela de minas de México van comunicando poco a poco

* Traducido por Juan José Saldaña.

conocimientos exactos sobre la circulación del aire en los pozos y galerías; se comienzan a introducir máquinas que inutilizan el antiguo método de hacer llevar a hombro, y por escalera muy pendiente, el mineral y el agua (tenateros)" (30.49). Se iniciaron nuevamente explotaciones de minas que abandonaron por problemas de desagüe, se introdujeron máquinas planeadas por del Río y realizadas por Lachaussée en Nueva España (30.363). Se utilizó en las minas la geometría subterránea, con lo cual se eliminó según Humboldt la "falta de comunicación entre los diferentes planes, los cuales se parecen a aquellos edificios mal contruidos donde para pasar de una pieza a otra es menester dar la vuelta a toda la casa...Podría suceder muy bien que ya estuviesen tocándose dos laboríos, sin que nadie lo advirtiese". Con el manejo de la geometría subterránea, se podría entonces introducir la conducción con carretón o con perros y una económica disposición de los puntos de reunión, como en las minas de Freiberg (30.367-368).

La producción de las minas, sin embargo continuaba prosperando, gracias a las reformas conseguidas por el Tribunal de Minería cuando aún era dirigido por novohispanos. Para dar una idea de la riqueza de las minas en Nueva España, quién mejor que Humboldt para comparar, al respecto dijo: "los 2-1/2 millones de marcos de plata exportados anualmente por Veracruz equivalen a los dos tercios de toda la plata que se extrae anualmente en el globo entero...la cantidad de plata que se extrae anualmente de las minas beneficiadas en México es diez veces mayor que la de todas las minas de Europa..." (30.335).

LA FISICA EN EL COLEGIO

En 1790 el Tribunal general solicitó al director la lista de instrumentos necesarios para el uso y enseñanza en el Colegio (A38.19). Elhuyar en su visita a Sombrerete aprovechó para redactar la lista que se pediría a Europa con un presupuesto de 15,000 pesos (A37.14). Esta lista de instrumentos que formarían el Gabinete de física experimental, la hizo Elhuyar basandose totalmente en la obra *Elementos de Física* de Mr. Sigaud de la Fond (traducida por don Tadeo Lope), ya que era una obra moderna, y el autor (profesor de Paris) indicaba las maquinas e

instrumentos mas simples y perfectos que hasta esa fecha se habían inventado para el uso de los cursos de fisica (A37.14). La lista de instrumentos, máquinas y utensilios se da en el Apéndice "A".

Antonio León y Gama solicitó ser profesor de la cátedra de Mecánica, ya que decía tener escritos en Mecánica, Geometría, Algebra, Trigonometría y Secciones Cónicas (31.891) pero Elhuyar le pidió que lo comprobara. Propuso sin embargo a Francisco Antonio Bataller para impartir esta cátedra. León y Gama insistió en que Velázquez Cárdenas le había asignado las clases de aerometría y pirotecnia, y le mostró algunos documentos a Elhuyar, quién respondió: "Los documentos que presento Dn. Antonio de Leon y Gama aunque recomiendan su merito no son suficientes â acreditar su aptitud para el desempeño de la Cátedra que solicita, como que tratan de asuntos mui distintos de los que en ella deberia explicar..." (A37.48-49).

En 1791 Elhuyar propuso empezar con la clase de matemáticas, ya que no necesitaba de Gabinetes de máquinas y utensilios, ni "elaboratorios", ni biblioteca, así mientras transcurría este curso, daría tiempo de esperar a que llegaran los pedidos de aparatos y de la construcción de un nuevo edificio.

El 2 de enero de 1792, se inauguró el Real Seminario de Minería (25.33), con los siguientes sueldos (31.68):

El Rector	1,000 pesos
El Vice Rector	800 "
El Profesor de Matemáticas	1,500 "
El de Mecánica	2,000 "
El de Laborio de Minas	2,000 "
El de Chimia y Metalurgia	2,000 "
El Maestro de lengua francesa	800 "
El Mayordomo	600 "

Además en el servicio se propuso para el mayordomo 600 pesos, el despensero 300, el criado 120, el cocinero y el portero 200, y los galopines 80. El director era el que percibía el sueldo más alto, ya que era el cargo más importante. El rector era el cura del Seminario.

Este año llegaron 100 ejemplares del primer tomo de Bails para la clase de matemáticas, pero que también se usó para la clase de física (A39.72). Además Elhuyar mandó pedir entre otros libros varios ejemplares de la obra de los *Elementos de Física Teórica y Experimental* de Mr. Sigaud de la Fond, traducidos al castellano en 6 tomos. (A37.48-49).

En marzo de este año, volvió a proponer a Bataller para la clase de física (ya que había rechazado la primera proposición), quién aceptó en esta ocasión. Rechazó Elhuyar nuevamente la solicitud de León y Gama, el cual no volvió a insistir a sus demandas (A37.48-49).

Elhuyar pagó las suscripciones a las revistas: Gacetas de España, Gaceta de literatura R.N. (A40) y nuevos descubrimientos de Física entre otras (A41). Dichas suscripciones permanecieron por muchos años.

En 1793 se abrió el primer curso de física a cargo de Francisco Antonio Bataller, quién trabajaba como minero en el país. Además había impartido esta asignatura como interino en el Colegio de San Isidro en Madrid (25.34). Se le empezó a pagar en abril de este año (A41).

Este año llegaron algunos instrumentos de geometría para la clase de física (A41). Para esta misma clase se mandaron comprar algunas máquinas y otras se mandaron construir con el Carpintero Flamenco (A40). Se compraron a Diego de Guadalajara algunos instrumentos de medir. Se pagó la compostura de un Emerado, y la compra de una Badana de Cera de Campeche entre otras cosas. Se mandaron pedir libros para la clase de física, 3 tomos del *curso de Física* en francés de Mussembrok, 7 tomos de la obra de *Física Teórica y Experimental* de Sigaud de la Fond (este se pide sea comprado en la librería de la Calle de Santo Domingo). (A41).

Durante muchos años se le pagó constantemente al carpintero Flamenco, Pedro de la Chausse, y Antonio Vecino (herrero) por realizar composturas y construir máquinas para la clase de física, y a Diego de Guadalajara por vender algunos instrumentos útiles para el laboratorio de física (A41). Generalmente se gastaba más en la clase de física, que en cualquier otra, principalmente comprando libros, instrumentos, máquinas (ó mandandolas a hacer), suscripciones a revistas de éste género, etc.

En diciembre de este año terminaron los cursos de física y de matemáticas, presentaron por primera vez examen en dinámica, Francisco Blanco, Pedro Lizarraga, Casimiro Chovell y Feliz Rodríguez (A37.109).

En 1794 se compraron utensilios para esta clase como: vidrio romano y vidrio de cristal para varios estantes, espejos, etc. Se le dió dinero al catedrático Bataller para que pagara algunos instrumentos, la copia del *Tratado de Geometría Subterránea*, y los *Tratados de Física* (A42).

En diciembre de este año, Francisco Bataller dirigió el exámen de dinámica e "hidrodinámica" que presentaron los alumnos Manuel Cueto, Manuel Coter, Francisco Alvarez de Coria y Andrés Ibarra. El examen se basaba en la obra de Bails, y los experimentos correspondientes al tratado de las propiedades generales de Sigaud de la Fond. Debían saber la forma de hacer los experimentos con las máquinas en la mano (A37.119).

En el almacén se tenían libros de apoyo para los cursos, este año para el de física se tenían: *Física* de Sigaud de la Fond y las obras de Don Benito Bails (hubo ejemplares suficientes para conservarse por muchos años en este almacén). La obra menor de Bails se le entregó al profesor de física, Francisco Bataller para su clase (A43).

En 1795 Elhuyar hizo una nuevo pedido de instrumentos, máquinas y aparatos para el Colegio. Realizó la apertura del nuevo curso de Mineralogía bajo la dirección del catedrático Andrés Manuel del Río (31.125). Se le pagó a este último para empezar a escribir un libro sobre *Orictognosia* (o conocimiento de los fósiles), para que quedara como libro de texto de esta materia. Así también le pagó a Francisco Bataller para que realizara una obra para la clase de física (A37.119).

En octubre de este año se terminaron los cursos. Isidro Romero, Joseph Mantilla y Vicente Valencia respondieron sobre física experimental con relación a los tratados de las propiedades generales de los cuerpos, de la estática, dinámica, hidrostática, aerometría y óptica (en cuyo estudio han seguido como base la misma obra de Benito Bails), reprodujeron experimentos correspondientes a cada punto, y explicaron la construcción de las máquinas (A37.119).

Este año también se establecieron varios premios para cada clase, consistían de un remuneración económica de 30 a 40 pesos para el primer lugar, de 15 a 20 para el segundo y de 8 a 12 para el tercero. Algunas veces se les premiaba también con libros o instrumentos (A37.119).

En 1796 empezó el pago al "escribante" del catedrático de física. Para este mismo profesor se compró la obra *Maquinaria y Maniobras de Abordo de los Navios* escrita por D. Gabriel Ciscun, y tres prismas de "Christal". Se le pagó a Antonio Vezino por la fabricación y composturas de las máquinas (en especial las piezas de "azero, Laton y Damaso que el fabricó") del laboratorio de física (A44).

Para la clase de física se compraron también: dos reales de azul de Prusia (para experimentos), un real de añil y un real de "huebos". Además se compraron los libros (A44): *Historia Crítica del Barómetro y Termómetro* de Mr. Juan Andrés de Luc (comprado por D. Pedro de la Chausse), *Optica de Smit. Obra grande de Bails, La obra de Sigaud de la Fond, Máquinas de Juarez y Lemaur de matematicas.*

En diciembre terminaron los cursos y presentaron examen de física experimental, Joseph María Vela y Felipe Obregón, sobre los tratados de las propiedades de los cuerpos, de la estática, dinámica, "hydrostática", aerometría y óptica (A37.138).

En 1797 llegaron dos de las remesas de instrumentos y utensilios de España, que se pidieron en 1790, en la primera llegaron los de "chimica" y en la segunda los de física, algunos objetos venían rotos y sin facturas (A37.142). La tardanza se debió a la guerra que hubo entre España con Inglaterra (25.91).

En la clase de matemáticas hubo un cambio en el programa, además de lo que se enseñaba se introdujo, el cálculo infinitesimal, diferencial e integral (A37.144). Para la clase de química, se tradujo el libro de Lavoisier.

Respecto a los pagos, se continuó pagando al "escribiente" de Bataller por copiar los *Tratados de Mecánica de Sólidos*, y los *Tratados de Optica*. Los *Tratados de Física* fueron encuadernados a finales de ese año. Se les continuó pagando también al carpintero Pedro Chaussé, encargado de la construcción de las máquinas para el Gabinete de física, por las obras que continuó haciendo en las máquinas de física, en especial en la eléctrica chica y de la cuña. También a Antonio Vecino por las obras que hizo para la máquina carbónica, la de combustion de Forfon, de la cuña de s'Gravesand y descenso de los graves (venida de Londres), por el monto de varias piezas nuevas en máquinas, y por reparación de algunas de

estas. Por último se le pagó a Tomas Velardoni por los instrumentos de física. Se compraron 12 varas de cinta de reata para ésta clase. Se mandó hacer un libro donde se anotaran todas las máquinas en existencia, así como todo lo nuevo (A45).

En octubre realizaron los actos públicos de física experimental, Silvestre Osoreo, Felipe Obregón y Joseph María Vela, "dando razon el primero de las propiedades generales de los cuerpos, de la Estática, Dinámica, Hidrostática, Hidráulica y Aérometría, conforme á los tratados formados por su catedrático, y los últimos, respecto á haber sido examinados en estas materias el año pasado, lo serán con el presente sobre Optica, Propiedades generales del calórico, Electricidad, Magnetismo, Metereologia, Astronomia y Sistemas planetarios" (A37.144).

En 1798 externó Elhuyar su preocupación por la dificultad de traer profesores de España a México. Dijo que como no se podía, era necesario formar personal en el mismo Colegio que dedicara su estudio a las Ciencias, para que cuando hubiera alguna vacante en las cátedras, estos mismos se encargaran de cubrirlas (o sólo cubrir periodos de enfermedad de los profesores). Propuso la creación de plazas para Ayudantes (A46).

Este año se tuvo la lista de los primeros estudiantes que saldrían a las prácticas (se escogió Guatemala, Guanajuato, Zacatecas y Catorce), presentaron antes un examen general (A37.144, A47.142). Debido a esto el director propuso que los "alumnos mas aprovechados, pasaran de directores ó ingenieros de minas á los virreinos del Perú y Buenos Aires, y á las provincias de Guatemala, Quito y Chile" (31.142).

Para los alumnos egresados del Colegio, se hizo una convocatoria para concursar por el nombramiento de catedrático de matemáticas del Colegio de la Purísima Concepción establecido en la ciudad de Guanajuato, con sueldo de 500 pesos anuales, para impartir aritmética, geometría elemental, trigonometría plana, álgebra, secciones cónicas, geometría práctica, estática, dinámica, hidrostática, hidráulica y aerometría (A48).

Se le continuó pagando al "escribiente" del profesor de física por redactar los tratados de mecánica, de óptica y de las propiedades de los cuerpos. Se pagó la encuadernación de ciertos libros de Bataller, y a Diego de Guadalajara por 6 juegos de instrumentos de geometría, mecánica y óptica (A46).

Del almacén se le prestó el libro de Orictognosia al catedrático de física, Francisco Bataller para su clase.

Presentaron exámenes de física experimental, Joseph Mariano Ximenez y Miguel Alvarez Ruiz, "dando razon de las propiedades generales de los cuerpos, de la Estática, Dinámica, Histática, Hidraulica y Aerometria conforme á los tratados de estas materias que ha formado un catedrático" (A37.188).

En 1799 nuevamente salieron los siguientes alumnos a minas: Vicente del Moral, Vicente Castañeda, Santiago Usabiaga, Francisco Echeverría e Isidro Romero (31.150).

En este año se hizo incapié en la "utilidad e importancia de los egresados del Colegio a la Real Casa de Moneda. En la Real Casa de Moneda y el Apartado general de Oro y Plata que le es anexô, no hay destino alguno para el qual no sea igualmente ventajosa la instrucción que se dà en el Real Seminario de Minería. Los de pluma tienen su principal ejercicio en sacar y formar mentes para lo cual sirven las matematicas, los ensayos, fundiciones apartamientos, aligaciones etc. son operaciones fundadas. En la Chimia y Metalurgia, las demas manipulaciones que se practican con el Oro y la plata para transformar estos metales de barras de Moneda, son todos procedimientos mecánicos fundados en la Física" (A37.211).

Los catedráticos del Real Seminario de Minería, el capitán Andrés Rodríguez de la clase de Matemáticas, Francisco Antonio Bataller de la de física experimental, Antonio del Río de la mineralogía y Luis Lindner de la de "chimica", estuvieron de acuerdo en la utilidad que tendría la venida del Relojero Maquinista Santien Bechar para realizar la construcción y recomposición de los instrumentos, de este Real Seminario (A37.213).

Nuevamente se hizo otra lista de herramientas para la clase de física, basadas también en el libro de Sigaud de la Fond, como se muestra en el Apéndice "B":

Sobre estos instrumentos, Elhuyar dijo que en especial aquellos de la clase de física eran los más importantes que existieran o se construyeran. Para decir esto se basó en los libros de Desaguillers, Mussembroek, Gravesande y el Abate Nollet (A37.216).

En la clase de física de este año sólo hubo un alumno, Joseph María Villasante, por que nadie mas pasó los cursos de matemáticas (A37.188).

En octubre terminaron los cursos de este año, y se realizaron los actos públicos de todas las materias, excepto la de física debido a que el curso de matemáticas se dividió en dos años, "destinando las mañanas al del primero y al de las tardes al de segundo. Así se estableció desde el año pasado, en que los jóvenes estudiaron la aritmética, la Geometría elemental y la trigonometría plana, y en el presente hán continuado con el Algebra, las Secciones Cónicas y la Geometría Práctica: por cuya razon no habiendo pasado ninguno à la física, no puede celebrarse el Acto de esta clase como los años anteriores" (A37.221).

Para uso de la clase de física, se tenían en el almacén las obras: *Física* de Nollet, *Transacciones Filosoficas*, *Espectaculo de la Naturaleza*, entre otros (A49).

En 1800 nuevamente hubo alumnos que terminaron sus cursos y que estuvieron listos para presentar sus exámenes generales para salir a sus prácticas (31.156).

El 25 de abril de este año murió el catedrático de física, Francisco Antonio Bataller. Fué enterrado al día siguiente (31.157, A37.135).

El 5 de mayo, "El Director oficia al Tribunal sobre la provisión de la cátedra de Física, vacante por la muerte del Sr. Bataller; le muestra la inconveniencia de la oposición en las circunstancias del curso; y en lugar de este certamen, propone y discute otros medios para esta provisión: el de pedir catedrático á España, ó el de nombrar un interino, haciendo reacaer el nombramiento en sujeto residente en Mexico: opta por este último y propone á D. Salvador Sein, Oficial de la Secretaría del Virreinato, quien ha servido de Réplica en dos Actos Públicos; y opina porque su sueldo sea de 1,500 pesos anuales" (31.158).

El 21 de mayo se pensaron escoger dos alumnos de los que regresaran de sus prácticas para ser ayudantes de las clases de física, "chimia" y quizás otro para mineralogía, siendo reemplazados por otros después (A37.258).

El 9 de junio "El Profesor de Mineralogía D. Andrés M. del Río, ofreció dar la clase de Física mientras se nombraba catedrático" (31.172).

El 10 de junio como aún no se tenía catedrático de la clase de física, el Director mencionó que se veía obligado a instruir a Salvador Sein, quien

empezó a la semana siguiente (A37.258) como catedrático interino (31.172).

En octubre que terminaron los cursos, el profesor sustituto de la clase de física Salvador Sein, se presentó para sustentar el acto público de física, a los alumnos José Ignacio Dovalina y José Mariano Reyes (54.175), sobre las propiedades generales de los cuerpos y de la estática, dinámica, hidrostática, hidráulica y aerometría. Respecto a este examen Elhuyar dijo: "En la clase de física ha padecido atraso la enseñanza con la interrupción que ha ocasionado la temprana y sensible muerte de su catedrático de física Antonio Bataller, por cuya causa no han podido tener los jóvenes en los ramos asignados el ejercicio que hubiera convenido para su perfecto conocimiento. No dexaran sin embargo de dar competentemente razón de las materias que se indican" (A37.273).

El 15 de noviembre "El Tribunal dispone los edictos y su publicación en la Gaceta para la oposición á la cátedra de Física, señalada para principios de Noviembre de 1801; nombrándose entretanto catedrático interino al Sr. D. Salvador Sein, que habia estado de sustituto" (31.175).

El 19 de noviembre "El Tribunal comunica al Director sus acuerdos relativos á la oposición de la cátedra de Física, y nombramiento de D. Salvador Sein para catedrático interino" (31.176).

El 24 de noviembre se mencionó nuevamente el sueldo de 1,500 pesos a Salvador Sein por su nombramiento de Catedrático interino de la cátedra de física. En la clase de física hubo un cambio de contenido, se introdujo el cálculo diferencial e integral a la mecánica y nociones generales de la electricidad, óptica y astronomía, al respecto se dijo (A37.275):

"Entretanto debo hacer presente á U.S. que aunque en el Plan provisional de este Real Seminario se dispuso, que en esta clase se enseñase la Geometría práctica y su aplicación á las Operaciones propias y usuales en la Minería, se ha variado esta Enseñanza con la división que se hizo en el año de 98 del curso de Matemáticas en dos años apropiando á la explicación del segundo otro Geometría practica".

"Con este motivo, en lugar de ella se substituyo en otra clase de física la exposicion de los principios del calculo infinitesimal, como conducentes á enseñar con mas fundamento las diferentes partes de la física, y en especial la Mecanica è Hydrodinamica, poner á los jovenes en estado de leer las obras mas magistrales de estas ciencias, y en efecto en el curso

del presente año dió principio el difunto D. Francisco Antonio Bataller con los elementos de otro calculo".

"Así mismo debo hacer observar à U.S. que aunque en otro Plan provisional se asignaron a esta clase la Mecánica e Hidrodinamica, como partes principales de su enseñanza, se hà procurado agregar ademas del tratado de las propiedades generales de los cuerpos, como introduccion à aquellas dos materias, algunas nociones generales de la electricidad, de la optica y de la astronomia, como convenientes por la estrecha relacion que tienen unas con otras estas viviencias, para que los jovenes puedan juzgar mejor de los fenomenos que representan à su observancias"

"En consecuencia de esto parece deberse exigir de los opositores ala Catedra el conocimiento de todas estas materias, y que al efecto convendrâ prevenirlo en los Edictos convocatorios que U.S. haya de publicar"

Fue hasta el 31 de noviembre que se le pagó todo el curso a Salvador Sein, Interino Catedrático de Física (A50).

El almacén contaba este año con varios tomos de la obra de Bails, tanto la mayor (9 libros) como la menor (76 libros) para el curso de matemáticas. Para el curso de física el almacén no tuvo libros este año (A51).

En 1801 se abrieron las plazas para ayudantes de clase, y fueron ocupadas por los jóvenes mas brillantes que tenían poco de graduados; de esta manera comenzaron su formación como catedráticos (25.49).

Nuevos alumnos presentaron su examen general para salir a sus prácticas en las minas, en esta ocasión se enviaron a Guanajuato y Zacatecas (31.177).

Por primera vez los cuatro catedráticos del Colegio, Andrés Manuel de Río, Luis Lindner, Salvador Sein y Andrés José Rodríguez, dieron principio a los exámenes profesionales de los alumnos llegados de Zacatecas (31.179).

Este año se realizaron muchas encuadernaciones entre ellas; tres libros de Chantrer, dos libros usados de Bails, de los tratados de física y geometría subterránea (estos últimos para algunos de los alumnos), de un libro de física, 6 libros de tratados de geometría subterránea, mecánica de sólidos, aerometría e hidrodinámica, y elementos de perspectiva. Entre

otros pagos se le pagó a Pedro Sahusè por bestir una máquina de fuego y composturas y herraje, a Vicente Castañera por una obra de Sigaud de la Fond y un estuche de matemáticas y a Vicente Ramon de Hoyos y la Cuesta por el importe de 29 tomos del *Diario de Física del Abate Rosier*, para la biblioteca del Colegio (A52).

En octubre terminaron los cursos de este año, y se presentaron al examen de física (sustentada por Salvador Sein, aún profesor interino) Joseph María Salinas y Miguel Maria Hosta, exponiendo las propiedades generales de los cuerpos, los principios de la Dinámica, Hidrodinámica y Aerometría, y algunas nociones de óptica, electricidad y magnetismo (A53.40).

El 18 de noviembre se le entregó el premio de 15 pesos a José Reyes, por ganar en la clase de física (A52).

El 5 de diciembre se verificó la oposición a la cátedra de física en presencia del Tribunal (31.181). El único opositor que se presentó fue Salvador Sein quién demostró tener buenos conocimientos (A53.48), por lo cual el 11 del mismo mes se le otorgó la propiedad de la cátedra (A53.49), comenzando así su salario normal de 2000 pesos anuales (A52).

En 1802 se publicaron las obligaciones de los ayudantes de las clases. El objetivo era perfeccionar la instrucción propia en las ciencias físicas y peculiares de la Minería. Entre otras obligaciones tenían: horas fijas para dar asesoría, horas fijas de estudio privado en la Biblioteca, suplir al profesor por ausencia ó enfermedad, enseñar geografía, etc. Se les daba 300 pesos anuales, aparte de dotación para su limpieza y vestuario y se les permitía la entrada al laboratorio para ejecutar cuantas prácticas quisieran hacer (A54.39).

Se mencionó que a pesar del empeño de Francisco Bataller y de Andrés Rodríguez, por hacer manuscritos para impartir la clase de geometría subterránea ó arte de medir minas no se había conseguido aún. Y como no había obras de este tipo escritas en francés, y las de latín y Castellano eran muy escasas recurrió a las obras escritas en Alemán (país que tenía mucha experiencia en el laborio de minas), propuso a Andrés del Río para que hiciera las traducciones y se le pagó (A53.66, 31.183).

En octubre se terminaron los cursos, y se presentaron al examen de física, Juan José Rodríguez y Manuel de la Llera sobre los principios del

cálculo diferencial e integral. "aplicando el primero a las tangentes, subtangentes, normales y subnormales de las principales curvas, y a la determinación de los máximos y mínimos, contrayendola à varios casos de Geometría y a otras de Mecanica, como a la longitud de una palanca de segundo orden, al radio del tambor en el torno, al angulo de proyeccion, y a la velocidad de un plano en el choque de los fluidos. Del segundo haran igualmente aplicaciones a las quadraturas de secciones cónicas, à la rectificación de la periferia del circulo, à las solideces de los conoides de resolucion sobre sus exes, à la superficie esferica, y à los centros de gravedad. Asi mismo manifestarán su instrucción sobre las propiedades generales de los cuerpos, la Estática, Dinámica, Hydrodinámica y Aerometria, con algunas nociones de Optica, electricidad y magnetismo" (A53.78, 31.186). Este mismo mes, se le otorgó el premio de física de 22 pesos del año de 1801 a Miguel de Acosta, y a Miguel de Llera 17 pesos por el premio de este año (A55).

En marzo de 1803 llegó Alejandro de Humboldt a México, durante su estancia de un año asistió a clases del Colegio, colaboró con los catedráticos y arregló varios de los instrumentos descompuestos. Realizó numerosas observaciones barométricas trigonométricas, mineralógicas, geológicas, geográficas, etc., y levantó cartas del territorio. La redacción de sus memorias y la realización de diversos trabajos los llevó a cabo en el Colegio (25.54). Se le pidió que vendiera todos sus instrumentos, libros y utensilios que portaba al Colegio, ya que eran los mas nuevos y perfectos en su construcción (A53.138). Humboldt aceptó y le fueron comprados (A54.80, 31.190) en 1551 pesos (A56, 73).

Mas tarde murió el catedrático de Matemáticas, Andrés José Rodríguez, lamentablemente no se tenía profesor disponible por lo que sustentaron la cátedra dos ayudantes formados en el Colegio. Dada la situación se tuvieron que hacer nuevamente cambios estructurales de las clases de matemáticas y física. Para esta última se trajeron nuevos libros como 24 ejemplares de la obra de *Brisson* (A57).

De los libros que se conservaron permanentemente en el almacén, desde el año de 1794, hasta 1804 fueron: Gramática (castellana y francesa), Tablas de Logaritmos, las obras de Bails, Elementos de

Orictognosia, Historia de España, el de Ortografía (desde 1796). Había otros libros que solo aparecían ciertos años como: Libros de García (en pasta y pergamino) de 1796 a 1801, Licuaux de Mathematicas de 1797 a 1801, Diccionario de la Academia Francesa de 1794 a 1799, Diccionario de Sefornout de 1796 a 1799, Atlas Geografo de 1797 a 1799, Gramatica de Orellana en 1797, 1799 y 1801, Libros de García (en pergamino y pasta) en 1796, Elementos de Ciencias de Chavañon y los Elementos de Euclides en 1794 y 1796, Física de Nollet y Transacciones Filosóficas en 1799, Elementos de Chimica de Chaptal de Frurcroy, y la Obra de Garzes de 1802 a 1804, Estuches de Matematicas en 1801, Instrumentos de Medir Minas en 1801, y Física de Sigaud de la Fond en 1794 (A58, A49, A59, A60, A61, A62, A63, A57, A43).

Aparte de los libros de física que se han mencionado, el Colegio de Minería tenía en su biblioteca muchos de los libros que recién se habían impreso en Europa, como se muestra en la lista del Apéndice "C".

2.-Publicaciones

En el siglo XVIII, se hizo común la difusión de la ciencia moderna por publicaciones de diversos tipos, que abarcaban desde pequeños artículos de divulgación, hasta libros de texto muy especializados.

En España, aparecieron varios periódicos y diarios destinados a difundir los conocimientos científicos, principalmente los de carácter práctico, como; el Semanario económico, el Correo general, el Correo literario de Europa, Semanario literario y curioso, Diario Pinciano, Diario curioso histórico-erúdito comercial, civil y económico de Barcelona, Diario de Barcelona, etc (32.468).

Algunos de estos periódicos, llegaron a la Nueva España, sin embargo también en la colonia se hicieron varias publicaciones de carácter científico-práctico en su mayor parte. Como no había mucho interés por subsidiar este tipo de publicaciones, los interesados tuvieron que hacerlo con su propio dinero; como el costo de publicar era considerable, no era común publicar con constancia, esto produjo que hubiese una diversidad de publicaciones, aunque de corta vida.

Algunas de las publicaciones científicas novohispanas, estuvieron relacionadas con la física en alguna forma. En esta sección se van a describir brevemente algunas de estas publicaciones así como algunos datos biográficos de sus autores; más que dar una biografía, se mencionará su actividad o desenvolvimiento relacionado con la ciencia moderna del siglo XVIII, datos que nos permitan situar en un contexto histórico tanto su trayectoria personal como sus actividades o producciones.

En la Nueva España, las publicaciones científicas fueron de diverso tipo, por ejemplo diarios, semanarios, gacetas, revistas y periódicos diversos.

En 1772 Juan Ignacio de Castorena y Ursúa empezó a publicar su Gaceta. Con el mismo nombre Juan Francisco Sahagún de Arévalo publicó

también en 1728 una revista. Ambas divulgaron asuntos de tipo científico, a manera descriptiva e histórica, algunas veces (33.73).

En 1768 surgió la primera publicación periódica científica, con el nombre de *el Diario Literario de Mexico* (con duración de 3 meses), publicada por José Antonio Alzate. En 1772, él mismo publicó *Asuntos varios sobre Ciencias y Artes* que dejó de publicarse a principios de 1783. En 1787 las *Observaciones sobre la Física, Historia Natural y Artes Utiles* que terminó de publicarse en 1788, cubriendo 14 números. Y en 1788 *Gacetas de Literatura de Mexico* (1788-1795). La mayor parte de los artículos que aparecieron en estas revistas son descriptivos: sin embargo hay otros donde se reportan trabajos hechos por mexicanos, de carácter astronómico, como se verá más adelante.

Entre 1772 y 1773 José Ignacio Bartolomé publicó la primera revista periódica médica *Mercurio Volante con noticias importantes y curiosas sobre física y medicina* (menciona algunos instrumentos útiles a la medicina). En 1777 Diego de Guadalajara Tello publicó (con carácter periódico también) *Advertencias y Reflexiones Varias Conducentes al Buen Uso de los Reloxes*.

Entre 1784 y 1809, Manuel Antonio Valdés publicó su periódico titulado *Gacetas de Mexico*, también con carácter científico, con tendencia a la biología y medicina, respecto a física sólo describen algunas máquinas, como la aerostática, la de vapor, etc.

Hubo también publicaciones científicas personales que se referían a trabajos realizados en México por novohispanos, pocas ocasiones intervinieron extranjeros. Generalmente fueron reportes de investigaciones u observaciones hechas en México. Así también hubo libros, que llegaron a ser básicos de texto para algunos Colegios como se verá más adelante.

a) Trabajos Publicados en el siglo XVIII y relacionados con la física.

Ya hemos mencionado que a mediados del siglo XVIII, sólo había dos alternativas de estudios profesionales, los Colegios de los Jesuitas, y la Real y Pontificia Universidad. De ambas instituciones surgieron personas interesadas en la ciencia moderna, en especial en la astronomía, la cual les permitía a algunos entender las nuevas concepciones cosmológicas sin contradecir a la Iglesia, y a otros calcular con mayor precisión, mediante observaciones de los astros, la posición de algunas poblaciones. Para ellos la astronomía sólo era un instrumento de la geografía y de la geodesia. Alzate poseía una colección de máquinas e instrumentos necesarios para el estudio práctico y experimental de la astronomía y de las ciencias exactas (35.8).

Al ser expulsados los jesuitas, algunos egresados de la Universidad se convirtieron en los principales difusores de la ciencia moderna en México, sin descartar obviamente a Juan Benito Díaz de Gamarra y alguno que otro extranjero. Entre los más destacados se encuentran: Antonio de León y Gama, Joaquín Velázquez Cárdenas de León, José Ignacio Bartolache, y José Antonio Alzate. Aunque todos ellos tenían como propósito utilizar la ciencia moderna para el progreso de la Colonia, sus diversas personalidades los llevaron a interesarse y luchar por distintos intereses, los cuales se pueden agrupar de la siguiente manera:

i) En astronomía: Por una lado en cosmología, y por otro en la geografía, y meteorología.

Respecto a geografía, aparecen publicaciones relacionadas con observaciones de eclipses de Sol, de Luna, el paso de Venus sobre el disco del Sol, estudio de los satélites de Júpiter, etc., para obtener la latitud y longitud de alguna ciudad.

Dentro de la Meteorología aparecen publicaciones relacionadas con el uso del termómetro y del barómetro, para determinar el estado del tiempo y las altitudes respectivamente. También aparecen algunas que se refieren al estudio de algunos fenómenos naturales ocurridos en esa época, como el de las auroras boreales, temblores, terremotos, erupciones volcánicas,

etc. Por último, las publicaciones sobre cosmología generalmente se refieren a disertaciones metafísicas de la creación del universo.

ii) Utilidad de diversos instrumentos y máquinas en la sociedad; en la medicina, la agricultura, la minería, etc.

Estas publicaciones más que referirse a la física que interviene en el funcionamiento de las máquinas, se limitan a describir sus partes, su utilidad y su manejo, por ejemplo: *Del arte de la relojería* de Diego de Guadalajara, *Descripción del barreno inglés* de José Antonio Alzate, *Maquina facil para apagar cualquier incendio* de Francisco Antonio Guerrero y Torres, *Metodo para probar la bondad de los relojes de bolsa* de José Antonio Alzate, de él mismo; *Maquina de Vapor*, *Maquina para deshuesar algodón*, *Introduccion de aire en las Minas* (explica como hacer una máquina, no le llama bomba hidráulica porque no le gusta), *Descripción de las cardas* (para tratar el algodón), etc.

iii) Elaboración de textos de física para su enseñanza.

A continuación presentaré un resumen de las publicaciones más destacadas. Me extenderé un poco más en aquellas que manejan conceptos de física, con el fin de determinar por una parte las áreas de la físicas más usuales, y por otra, el grado de manejo.

ESTADO DE LA GEOGRAFIA DE LA NUEVA ESPAÑA
Y MODO DE PERFECCIONARLA
José Antonio Alzate*

En este trabajo, Alzate critica el mal estado de la geografía en la Nueva España, lo atribuye a la falta de elaboración de mapas de la calidad de los europeos. Elogia tanto el mapa y el valor obtenido de la longitud de la ciudad de México que Sigüenza y Góngora realizó un siglo antes, como el esfuerzo de Velázquez de León y de él mismo por rectificar el valor de la longitud y latitud, mediante observaciones de los satélites de Júpiter y de eclipses respectivamente (36.161-168).

José Antonio Alzate, ASUNTOS VARIOS SOBRE CIENCIAS Y ARTES. OBRA PERIODICA DEDICADA AL REY N. SR. (QUE DIOS GUARDE). Con las licencias necesarias, impresa en México en la Imprenta de la Biblioteca Mexicana del Lic. D. José de Jauregui, en la calle de San Bernardo, 1772.

* ALZATE y RAMÍREZ, JOSE ANTONIO (1737-1799). Alzate a pesar de haber estudiado teología en la Real y Pontificia Universidad, se convirtió en uno de los más grandes difusores novohispanos de la Ciencia Ilustrada del siglo XVIII. Desde joven se interesó por resolver los problemas técnicos a los que se enfrentaba la sociedad mexicana, utilizando tanto la ciencia moderna como las nuevas máquinas inventadas en Europa; por ejemplo: en 1767 presentó un proyecto para desaguar la laguna de Texcoco y por consiguiente las de Chalco y San Cristóbal, elaboró un nuevo mapa geográfico de la América Septentrional y preparó el Atlas eclesiástico del Arzobispado de México. Después escribió: Método fácil para mejorar las cañerías que sirven para la distribución de las aguas de que se abastece el público de esta capital (1768), Plano geográfico de la mayor parte de la América Septentrional (1775), Mapa del viaje hecho por el comisionado don José Antonio de Alzate y Ramírez para el reconocimiento de minas de azogue (1778), Advertencias sobre el mejor método para ensayar los metales de azogue (1780), Descripción de un nuevo instrumento para secar la pólvora con prontitud y seguridad (1780), Mapa de las aguas que por el círculo de 90 leguas vienen a la laguna de Tezcoco (1784), Consejos útiles para socorrer a la necesidad en tiempo que escasean los comestibles (1786), etc.

Fue el único que publicó varios periódicos para difundir la nueva ciencia, en especial la física, en parte por su gran entusiasmo por hacerlo, y por otra porque tenía las posibilidades económicas ya que provenía de una familia acomodada. Realizó observaciones astronómicas como: Observación del paso de Mercurio por el disco del sol (1769), Eclipse de Luna del doce de diciembre de mil setecientos sesenta y nueve años; observaciones de los satélites de Júpiter (1770), Eclipse de Luna (1770), Observaciones Meteorológicas (1770), etc.

También hizo traducciones, escribió varios artículos sobre agricultura, el México Antiguo, consejos, etc. Fue miembro de la Academia de las Ciencias de París en 1771.

Al parecer fue una persona que nunca descansó, siempre estuvo haciendo o escribiendo algo (29.XXXVII-XLIII, 34, 35).

DETERMINACION GRAFICA PARTICULAR Y UNIVERSAL DEL ECLIPSE DE SOL DEL DIA 24 DE JUNIO DE 1778

Antonio de León y Gama*

Menciona cómo hizo un mapa donde se describe el tránsito de la sombra y penumbra de la Luna sobre la superficie de la Tierra, utilizando los datos de tiempo verdadero y civil del novilunio verdadero en México, tablas de fases boreales y australes y tablas del eclipse al nacer el Sol y al ponerse (36.469-481).

*Antonio de León y Gama, DESCRIPCION ORTOGRAFICA
UNIVERSAL DEL ECLIPSE DE SOL DEL DIA 24 DE JUNIO DE
1778, Felipe de Zuñiga y Ontiveros, México 1778.*

* DE LEON Y GAMA, ANTONIO (1735-1802). Considero que León y Gama fue uno de los personajes más brillantes de su época, pero no se llegó a valorar debido a que por una parte, él nunca prestó mucho interés por ser oído (caso contrario al de Alzate y Bartolache) y porque su posición económica no le permitió publicar la gran cantidad de obras que escribió, por lo que muchas de ellas quedaron inéditas. Todos sus ingresos provenían de su empleo como oficial Mayor de cámara de Palacio de la Real Audiencia, pero también es cierto que tenía una muy numerosa familia que mantener.

Fue autodidacta pero a conciencia, adquirió conocimientos sólidos y profundos, reflejados en sus trabajos. En México no fue reconocido, pero en Europa se llegó a estimar su trabajo, por ejemplo; al enviarme al famoso astrónomo francés Joseph Jerome Le François de Lalande sus observaciones sobre el eclipse de 1771 le contestó lo siguiente: "El eclipse de 6 de noviembre de 1771, me parece calculado en vuestra carta con mucha exactitud; la observación es curiosa; y pues no fue posible hacerla en este país, yo hare que se imprima en nuestra Academia... Veo con placer que tiene México en vos un sabio astrónomo. Este es para mí un precioso descubrimiento, y me será la vuestra una correspondencia que cultivare con ardor..." (37).

León y Gama también fue gran amigo de Velázquez de León y siempre recibió apoyo de él. De los trabajos que realizó se han encontrado: DESCRIPCION ORTOGRAFICA publicada por Velázquez de León se refiere a observaciones que hizo del eclipse de Sol de 1778. En 1784 escribió Observaciones del cometa del año de 1784, hechas en México por mí, Antonio de León y Gama, este libro se encuentra en la Biblioteca Nacional de París, en México se desconoce. Imprimió en 1784 varios números de la GAZETA, en 1785 encontró la solución a la cuadratura del círculo. En 1787 publicó Observaciones meteorológicas del próximo año de 1786. En 1789 escribió Discurso sobre la luz septentrional que se vió en esta ciudad el día 14 de noviembre de 1789, entre 8 y 9 de la noche publicado en la Gaceta de México. En 1790 escribió LA DISERTACION FISICA sobre la materia y formación de las auroras boreales.

Era tal el manejo que poseía de los conocimientos de la época que Alzate empezó a tenerle reservas hasta convertirse en su enemigo.

Solicitó la Cátedra de aerometría y pirotécnica al Real Seminario de Minería, pero Elhuyar lo rechazó, quizás no porque no tuviera los conocimientos suficientes, sino porque éste quería su gabinete formado por Europeos. Aunque era la oportunidad de León y Gama de enseñar sus conocimientos, buscó una solución (como casi todos) en las publicaciones, en lo poco que pudo imprimir lo logró (37.73-110).

DISERTACION FISICA SOBRE LA AURORA BOREAL

Antonio de León y Gama

Pocos artículos, aparecen con tantas citas de autores reconocidos como aparecen en éste, estos son: Mussembroek, Mairán, Maupertius, Burmann, Mayer, Tacquet, Recciolo, Grinaldo, Krafft, Para, Euler (Principios Filosóficos), Cassini, de Luc (Tratado de barómetros y termómetros), Cramer, Halley, Gasendo, Roemer, Kirch, Neve, Celsio, Franklin, Samuel Clarke, Newton, Mariotte, Bouguer (Traité de Optiq.), Horrebow (elementos de física), Hanovio, Mac-laurin, La Lande (Astronomia), Gravesande, y Euclides. En este artículo, se observa que Gama manejaba muy bien los conocimientos de estos autores.

El trabajo se encuentra dividido en 4 partes (36.238-266):

- 1.- Diferencias que se observan en la auroras boreales; propiedades y circunstancias de la materia de que se componen.
- 2.- Varias Opiniones acerca de la materia de que se forma la aurora boreal.
- 3.- Varias noticias de algunos lugares de este reyno donde se vio la aurora boreal la misma noche del día 14 de noviembre de 1789.
- 4.- De la materia y formación de la Aurora Boreal.

En la primera parte, describe con mucho detalle, cómo era la Aurora Boreal que se observó en la ciudad de México, y menciona las características de otras auroras que han sido reportadas.

En la segunda parte, describe algunas teorías sobre la formación de Auroras, entre éstas la de Halley, quién decía se formaban de "materia magnética dimanada de la Tierra, que caminaba hacia los polos, donde, como más abundante, aparecían con mayor frecuencia y claridad" (36.243), la de Franklin, quién la atribuía a la electricidad (36.244). Leon y Gama aunque con reservas se inclinaba por la de Mairán, quién la atribuía a material heterogeneo de la atmósfera del Sol, que descendía a la órbita de la Tierra y que al llegar a las capas superiores se mezclaba con el aire, las partes más pesadas llegaban más abajo formando "las nieblas y humos densos", y las más ligeras, "las partes lúcidas y transparentes que se observan en las auroras boreales" (36.245).

Esta teoría establecía que a una latitud menor de 36 ó 35 grados, no podrían observarse auroras y sin embargo se observó en la ciudad de México. Gama encontró que el problema principal era determinar la altura de la atmósfera terrestre, la cual aún se discutía.

En la tercera parte, resume las observaciones de todas aquellas personas que presenciaron este fenómeno, para saber la extensión de la Nueva España en la cual se observó, cuánto duró en cada lugar y si se observó de la misma manera; encontró que no fué así.

En la cuarta parte, dice que para explicar este fenómeno, es necesario hacerlo por cálculos matemáticos o por experimentos. De esta manera Gama lo explica mediante tres proposiciones:

Proposición 1) La aurora boreal tiene su asiento superior en la atmósfera de la Tierra.

Necesita primero conocer la altura de la atmósfera, sugiere usar el barómetro y el termómetro como lo hizo de Luc.

Considera las alturas obtenidas por Halley, Horrebow, y Euler como pequeñas (de 4 a 10 leguas), dice que el problema está que definen la atmósfera como: "una mása fluida, globo de aire que cubre a toda la Tierra, llevando consigo los vapores y exhalaciones de ésta" (36.253). Menciona que en Alemania las Auroras han alcanzado alturas hasta de 280 millas, sobrepasando las alturas propuestas para la atmósfera.

Mediante métodos trigonométricos, tomando como puntos geográficos Zacatecas y la ciudad de México, León y Gama determinó la altura de la aurora vista en esta ciudad, encontró un valor de 104 1/2 leguas, también mayor que la altura estimada de la atmósfera.

Proposición 2). La materia de que se forma la aurora boreal es el éter.

Como la altura estimada para las auroras boreales es mayor que la de la atmósfera, Gama pensó que entonces estaba formada de éter y no de cualquier compuesto atmosférico, al que se refiere como: "unos vapores sutilísimos a la luz" (36.258), o una substancia sutilísima que llena el vacío, el cual no es perfecto. Además dice: "Se prueba evidentemente ser la luz la materia del éter, por la definición que le da Hanovio fundada en la

doctrina del mismo Newton, diciendo, ser la causa de ella una gran copia de vibraciones del éter" (36.259). Entonces las auroras boreales se producen al moverse los vapores del éter provocando que vibre. Y lo que produce el movimiento es la Luna. Para responder a la pregunta si es efecto de la Luna, ¿porqué se observa más frecuentemente en la parte del norte?, dice que, porque está más distante del Sol, ya que se observan generalmente en otoño e invierno. Y que además algo (que se desconoce) puede impedir que ocurran algunas veces, ya que la Luna produce también las lluvias, tempestades y vientos y no en todas partes llueve igual, incluso hay lugares donde no llueve (como en Egipto, dice).

Proposición 3) La variedad de colores depende de nuestra atmósfera.

Respecto a los colores observados, dice que en Zacatecas y Charcas se vió con un color diáfano, cristalino y brillante con columnas y ráfagas, en Papantla se observó un color de fuego sin columnas y ráfagas, en México y Oaxaca apareció de color rojo. Utiliza la refracción para explicar este fenómeno. Entre menos denso es el medio más claro son los colores y entre más denso más rojo se ve. Explica que en Oaxaca y México se vió rojo porque Oaxaca estuvo más lejos del fenómeno (éste estuvo más cerca de Zacatecas) y atravesó la luz más medio, y México estuvo más cerca pero se caracteriza por tener un medio más denso.

Al final de este trabajo, hay un Suplemento dirigido a José Francisco Dimás Rangel, quién publicó una carta en contra del trabajo de Gama, porque este último no consideró su teoría sobre las auroras boreales, además en su carta muestra todos los errores que dice cometió en su trabajo. De estas críticas, Gama analizó todos los puntos tratados por Dimás Rangel en su trabajo y mostró detalladamente que Dimás estaba equivocado.

Antonio de León y Gama, DISERTACION FISICA SOBRE LA MATERIA Y FORMACION DE LAS AURORAS BOREALES, por D. Felipe de Zúñiga y Ontiveros, México, 1790.

OBSERVACION DEL PASO DE VENUS SOBRE EL DISCO DEL SOL

Jean Chappe D'Auteroche*

Describe con todo detalle cómo colocó el equipo, cómo realizó la observación, el método que llevó a cabo para evitar errores, y cómo midió la duración del fenómeno. Además mediante un micrómetro instalado en el telescopio, midió el diámetro de Venus al pasar por el disco Solar. Obtuvo también la ascensión y declinación de Venus y del Sol (36.462-466).

Jean Chappe D'Auteroche. Voyage en California pour l'observation du passage de Venus sur le disque du soleil, le 3 juin 1768, Charles Antonine Jombert, Paris, 1772.

POSICION GEOGRAFICA DE MEXICO

Alejandro de Humboldt

Humboldt explica cómo determinó el valor de la latitud y longitud de la ciudad de México. La latitud la obtuvo mediante varias alturas meridianas del Sol y de las estrellas, y la longitud, dice: "deducida de los eclipses de los satélites de Júpiter, de las distancias de la Luna al Sol, del Transporte de tiempo desde Acapulco y de una operación trigonométrica que emprendí para calcular la diferencia de los meridianos entre México y el puerto de Veracruz". De estas observaciones, el geometra francés Oltmanns realizó los cálculos.

Mediante un bosquejo histórico sobre las personas que en México determinaron el valor de la longitud y latitud de ésta ciudad, Humboldt destaca los trabajos de; Velázquez de León (1772), Velázquez y León y Gama (1778), y de Alzate (1791). Considera los resultados de estos autores, como los más cercanos a los que él obtuvo (36.191-195).

Alejandro de Humboldt, ENSAYO POLITICO SOBRE EL REINO DE LA NUEVA ESPAÑA, traducido al castellano por Vicente Gonzalez Arnas, 3a. edición, 5V., Paris, Libreria Lecointe, 1836.

* CHAPPE D'AUTEROCHE, JEAN (1722-1769). Astrónomo francés enviado a Tobolsk (Asia) para observar la conjunción de Venus y el Sol (6-VI-1761). Para una observación semejante vino a México y viajó hasta la Baja California acompañado por dos oficiales españoles. Víctima de su celo científico murió en el cabo San Lucas. Después de su muerte se publicó en París en 1772, su Voyage au Califforne (30.97).

OBSERVACIONES FISICAS SOBRE EL TERREMOTO ACAECIDO EL CUATRO DE ABRIL DEL PRESENTE AÑO

José Antonio Alzate

En México el 4 de abril de 1768 se produjo un temblor del cual Alzate observó sus efectos, los cambios en el clima antes y después de producido el fenómeno, midió aproximadamente el tiempo de duración. Con estos datos dió una explicación de la causa del fenómeno. Su teoría indicaba que los terremotos eran causados por fuegos subterráneos que hacían que la materia se fermentara, calentara e inflamara, produciendo que el aire hiciera presión por todas partes tratando de salir, al lograrlo levantaba la tierra y formaba un nuevo volcán, produciendo temblores.

Dijo, que antes del terremoto hubo lluvias y viento, el agua de las lluvias se mezclaron con las materias a fermentar y produjeron el mismo efecto que una bomba. El que el temblor tuviera un movimiento norte a sur, lo explicó debido a que las montañas estaban alineadas de Norte a Sur. Rechazó el hecho de que los terremotos se pudieran predecir y además que fuera la electricidad la que los produjera (36.327-331).

*José Antonio Alzate. DIARIO LITERARIO DE MEXICO.
DISPUESTO PARA LA UTILIDAD PUBLICA, A QUIEN SE
DEDICA. Impreso en México, en la Imprenta de la
Bibliotheca Mexicana, 1768.*

MERCURIO VOLANTE, CON NOTICIAS IMPORTANTES Y CURIOSAS SOBRE FISICA Y MEDICINA

José Ignacio Bartolache*

Este periódico se publicaba semanalmente, cada miércoles, empezó el 17 de octubre de 1772 y terminó el 10 de febrero de 1773 por problemás económicos. Consta de 16 números de los cuales sólo tres se refieren a la física, los demás tratan de medicina*.

* BARTOLOCHE y DIAZ DE POSADA, JOSE IGNACIO (1739-1790). Bartolache aparece como un personaje muy interesado en la filosofía moderna, de escasos recursos económicos y con una personalidad violenta que le provocó muchos problemas. Bartolache fue una persona conflictiva dentro del medio académico, como estudiante no aceptaba lo viejo y anticuado de las enseñanzas, y como profesor de matemáticas y medicina quizo actualizar los cursos. Cuando impartió matemáticas escribió para su clase un cuaderno de Lecciones Matemáticas (en 1769,

NUM. 2.- *Verdadera idea de la buena física y de su grande utilidad.*

Trata de decir a la gente, instruida o no, lo importante qué es la física. Protesta ante muchas situaciones tales como que se escriba en latín, que las mujeres sean colocadas como inútiles a la ciencia y que los graduados en artes se crean filósofos, cuando no se necesita estudiar para serlo, etc.

Por buena física entiende: "una ciencia que nos da conocimiento de los cuerpos, bastante para explicar la naturaleza de ellos, sus propiedades y los efectos sensibles que resultan de la combinación de unos con otros y para venir en el de sus causas inmediatas...". Su base y fundamento "es la *historia natural*, esto es, las exactas y bien averiguadas noticias de la existencia de los cuerpos que componen el mundo...".

Divide a la física en tres reinos: "vegetable", animal, mineral, celeste y terrestre (historia del globo o geografía). Dice que la física se ve auxiliada por la química, y que ambas han sido importantes para la minería, metalurgia, vidriería, tintorería, etc. Menciona que para llegar a hacer buena física es necesario el previo estudio de las matemáticas, como la aritmética y la geometría.

Después realiza críticas a diversos autores como:

a) Aristóteles, de quien dice: "filósofo muy celebrado, y muy digno de serlo, con tal que no se regule su mérito por sus ocho libros de *Physica auscultationes*, que dejó escritos de propósito para que nadie los entendiese..."

b) De Renato Descartes "...hombre de vasto ingenio, buen geómetra y con cuantas disposiciones había menester para salir un gran físico;

siendo este su primer libro), en este cuaderno se menciona que saldrían otros tres, *Principios de Aritmética, Geometría y Mecánica*. Este último hubiese sido de gran interés para este trabajo, pero no han sido encontrados o quizás no se llegaron a imprimir.

Bartolache recibió ayuda de Joaquín Velázquez de León en sus problemas académicos, gracias a éste pudo recibirse como médico profesión que nunca ejerció como tal, ya que sus inquietudes principales fueron divulgar la ciencia moderna. Publicó en 1772 un periódico médico ilustrado llamado, *MERCURIO VOLANTE*, con Noticias importantes y curiosas sobre física y medicina; por problemas económicos sólo se imprimieron 15 números.

Realizó observaciones del paso de Venus por el disco del Sol en 1768 al lado de Aizate y en 1771 con Joaquín Velázquez de León y Antonio de León y Gama.

Finalmente se acomodó como ensayador segundo supernumerario de la Casa de Moneda, donde pudo ayudar a resolver problemas que surgían en su medio social (principalmente de salud y académicos) con ese ingenio del que siempre gozó hasta el día de su muerte ocurrida el 16 de junio de 1790 (37.49-71).

cayó sin embargo en la flaqueza de formarse muy de propósito y a su fantasía un sistema cabal de física..."

c) De Newton sin embargo dice: "...hacerse dueño del mundo físico, poner en admiración a todas las gentes y dar celos a las naciones más ilustradas, que creyeron tener a fines del siglo próximo en los inventos del caballero Isaac Newton repetidas pruebas de lo sumo a que puede aspirar el ingenio humano..."

NUM. 3.- *Noticia y descripción de los instrumentos más necesarios y manuales que sirven a la buena física.*

Empieza por mencionar la utilidad del termómetro y del barómetro, los cuales sirven para estimar ciertos efectos de la naturaleza. El primero sirve para graduar el calor y el frío, mientras que el segundo sirve para pesar el aire. Después de hacer una reseña histórica, describe el método de construcción de ambos instrumentos e insiste en su utilidad. Al final describe los "defectos que deben evitarse en la construcción del termómetro".

NUM. 4.- *Continuación del pliego precedente.*

Este número trata sobre el Barómetro o baroscopio, empieza por narrar cómo se inventó, hace una descripción general de cómo se usa y explica el fenómeno de la manera siguiente: "El aire atmosférico es un cuerpo grave, pero fluido...una columna de este aire...pesa contra la de azogue la oprime forzándola a mantener suspensa y equilibrándose entre ambas.... De donde se infiere que creciendo el peso del aire o por ser a veces mayor o por ser más densa aquella columna que suponemos estar gravitando de continuo contra el azogue, deberá entonces subir éste por el tubo algo más; y al contrario, debe bajar siempre que la columna de aire, su antagonista, perdiere algo de su densidad o de su longitud..."

Respecto a los usos que le da al barómetro dice: que para "conocer cuán pesado está el aire en cualquier instante que importare saberlo...para medir alturas y profundidades,...pronosticar serenidad, lluvia, tempestades, bueno o mal tiempo, hasta dos o tres días antes". Añade que es muy útil para conocer la profundidad de una mina, sin el mayor esfuerzo (no dice como hacerlo).

Por último menciona los defectos de construcción y ciertas advertencias (A64, 40).

MERCURIO VOLANTE, José Ignacio Bartolache, casa de D. Felipe de Zúñiga, México, 1772-1773.

DETERMINACION DE LA SITUACION GEOGRAFICA DEL VALLE DE MEXICO

Joaquín Velázquez de León*

En este trabajo Velázquez de León hace resaltar el trabajo que hicieron los mexicanos desde el siglo XVII por establecer la posición de la ciudad de México. En base a estos mismos, él calcula también la latitud y longitud de la ciudad, haciendo notar que es el valor más preciso que había hasta esa fecha, aun considerando los valores europeos, que dice son pocos e inexactos.

Explica los métodos que se usan para determinar la longitud de un lugar, mediante "la diferencia en latitud y la distancia entre dos lugares, cuya averguación, sea navegando o caminando en tierra siempre es muy difícil" o por medio de "la diferencia de las horas que se cuentan en los dos lugares observando en ellos a un mismo tiempo un mismo fenómeno celeste como los eclipses o cosas semejantes". Se inclinó por el segundo.

* VELAZQUEZ CARDENAS DE LEON, JOAQUIN (1732-1786). Este es un personaje clave en la historia de la filosofía del siglo XVIII. Se convirtió en el pilar de muchas actividades científicas, como (38,22-44):

a) Siempre brindó apoyo tanto moral como económico a personas importantes en este ambiente, como fueron Antonio de León y Gama, y José Ignacio Bartolache, entre los conocidos.

b) Fundó una Academia de matemáticas, e impartía esta materia en la Universidad.

c) Realizó diversas observaciones astronómicas, con las cuales precisó la posición geográfica de muchos lugares, entre ellos la ciudad de México, también levantó planos e hizo triangulación de esta ciudad.

d) Fue el primero en la América hispana en hacer un corte estratigráfico y en interpretarlo correctamente.

e) Intervino en el problema del desagüe de la ciudad de México, inventó diversos tipos de máquinas para desaguar minas, implementó sistemas de seguridad para evitar derrumbes en minas, propuso un método para separar la plata del oro, intervino también en el funcionamiento y empleo de la máquina para cernir tabaco, por la cual se dice enfermó y le causó la muerte.

f) Y lo que le dio el mayor mérito, su intervención en la organización de los Mineros para que se formara un Tribunal de Minería y se fundara el Real Seminario de Minería.

Observó algunos eclipses, pero encontraba discrepancias entre el cálculo y la observación; además como eran poco frecuentes, decidió observar los satélites de Júpiter. Como necesitaba un telescopio, lo adquirió en California en 1768, y realizó observaciones de un eclipse de Luna. Comparó sus resultados con los de Alzate.

Al final, menciona las personas que calcularon la posición del Estado de California y Veracruz, hace un crítica de los errores que tuvieron al hacer dicho cálculo, y finaliza dando sus resultados (36.175-191).

Joaquín Velázquez de León. "Descripción histórica y topográfica del valle, las lagunas ciudad de México", México, 1773, 1775.

CUESTIONES TEOLOGICO-FISICAS, DEFENDIDAS EN LA CIUDAD DE
QUERETARO POR EL R. P. FRAY JOSE DE SORIA
EN ENERO DE 1768 ANOS

José Antonio Alzate

Es un resumen de un impreso que contiene 6 colecciones, donde cada una trata de explicar mediante conceptos físicos cada día de la creación del mundo.

Empieza, como es natural, con el primer día, mencionando todo lo que se creó y aceptando el sistema de Newton respecto a la luz y sus fenómenos (como reflexión, refracción y propagación). Para el segundo día se explica la creación del firmamento mediante la teoría de evaporación causada por el calor. Para el tercer día, cuando se juntan las aguas en un lugar se sigue el sistema de Descartes para su explicación. Para el cuarto día, donde se adornó el segundo cielo con los astros y se establecieron otros tres cielos, se describe el Sol y la Luna (como se conocen en ese momento) se establecen 17 planetas más (Venus, Mercurio, Marte, Júpiter con 4 satélites y Saturno con cinco) y se adoptan las hipótesis del sistema copernicano y ticoniano. En el quinto se explica la formación de las aves y peces por evaporación. Y por último en el sexto se crean los animales terrestres (entre ellos el hombre) y los insectos, además de otras cosas.

Con base en demostraciones de los físicos, se niegan las generaciones espontáneas (36.485-488).

José Antonio Alzate. DIARIO LITERARIO DE MEXICO. DISPUESTO PARA LA UTILIDAD PUBLICA, A QUIEN SE DEDICA. Impreso en México, en la Imprenta de la Biblioteca Mexicana, 1768.

DE LAS DIFICULTADES PARA ACEPTAR LA TESIS HELIOCENTRISTA

Francisco Javier Clavijero*

En esta sección, Clavijero describe la Teoría del sistema del mundo de Copérnico, para después analizar todos sus errores. Comienza por decir que Copérnico derrumbó el sistema tolemaico, basándose en la antigua teoría de Aristarco y perfeccionándola con el tiempo.

Menciona el orden de los planetas que giran alrededor del Sol, de la siguiente manera: Mercurio, Venus, Tierra (la Luna gira a su alrededor), Marte, Júpiter (4 satélites a su alrededor) y Saturno (5 satélites a su alrededor). Además le atribuye a la Tierra tres movimientos: el diurno (movimiento de rotación), el anual (movimiento de translación) y el del paralelismo (producido por las cuatro estaciones).

Al respecto de esta teoría dice: "El sistema Copernicano no puede ser defendido como tesis [...] 1o Porque [...] parece oponerse a las Sagradas Letras; 2o. Porque los jueces romanos de la fe la juzgaron absurda y herética [...]; 3o. Porque [...] fué puesta por la compañía de Jesús en la lista de opiniones proscritas y fue prohibida a los profesores de Filosofía [...]; 4o. La imposibilidad de que la Tierra sea impulsada a la vez por tres

* CLAVIJERO, FRANCISCO JAVIER (1731-1787). En 1748 entró en la Compañía de Jesús dedicándose a la ciencia, al estudio y a la enseñanza. Incorporó en 1763 la cátedra de filosofía del colegio de los jesuitas en Valladolid. Fue aquí que escribió un tratado para esta clase titulado: *Cursus Philosophicus diu in Americanis Gymnasiis desideratus*, lo único que se ha encontrado de este tratado es la última parte llamada: *Physica Particularis*, la cual se encuentra actualmente en la biblioteca de Guadalajara (39.7-10).

movimientos diversos". Además da otros ejemplos con los cuales se supone la Teoría no se cumple (36.483-484).

Francisco Javier Clavijero. PHYSICA PARTICULARIS. Ms. Biblioteca Publica de Guadalajara (Microfilm de la Biblioteca de El Colegio de México). Traducción de Bernabé Navarro.

REFLEXIONES SOBRE LA UTILIDAD QUE LAS BELLAS LETRAS PUEDEN SACAR DE LA SAGRADA ESCRITURA, Y SOBRE LA PRIMERA EDAD DEL MUNDO.

José Antonio Alzate

Hace una reflexión, en base al trabajo de el abad de Fontenú, sobre el libro del Génesis y explica que al tratar un cronologista de fundamentar todas sus hipótesis terminan por no hacer estudios serios. Argumenta el por qué tanto la astronomía como la agricultura son las ciencias más antiguas que se conocen desde Adán y Eva (36.495-497).

José Antonio Alzate. DIARIO LITERARIO DE MEXICO. DISPUESTO PARA LA UTILIDAD PUBLICA, A QUIEN SE DEDICA. Impreso en México, en la Imprenta de la Bibliotheca Mexicana, 1768.

b) Libros impresos para la enseñanza de la FÍSICA.

En esta sección nos referiremos a los libros que fueron escritos en México en el siglo XVIII, para la enseñanza de la física.

Fuera de los textos que escribieron los jesuitas (los cuales aún se encuentran en latín) para enseñar física, solo se han encontrado dos el escrito por Bataller en el Seminario de Minería, que consta de 5 tomos, y el de Benito Díaz de Gamarra escrito en Michoacán, que consta de 2

tomos. El primero de ellos, y por razones hasta hoy desconocidas, no se imprimió, sólo se encuadernaron los manuscritos, sin embargo dada la importancia de esta obra para este trabajo, se analizará en esta sección.

A continuación hacemos el análisis de ambos textos.

ELEMENTOS DE FILOSOFIA MODERNA

Juan Benito Díaz de Gamarra *

Esta obra fué escrita por Gamarra, como libro de texto para la cátedra de filosofía del Colegio de San Francisco de Sales; él la impartió durante poco tiempo, mientras fué catedrático y rector de este Colegio. Esta es la obra que abarca mayor cantidad de temás de física, que se escribió en México en el siglo XVIII.

Esta obra consta de dos partes. La primera se constituye de la siguiente manera(41):

Párrafo I.- Dedicatoria

Párrafo II.- Historia de la Filosofía

Párrafo III.- Prólogo

Párrafo IV.- Elementos de lógica

Párrafo V.- Elementos de Metafísica

Párrafo VI.- Elementos de ética o filosofía moral

La segunda parte se refiere al último elemento de la filosofía moderna, que Gamarra considera como la física. Esta parte aún no se ha terminado

* DIAZ DE GAMARRA y DAVALOS, JUAN BENITO (1745-1783). *Trató de introducir la filosofía moderna después de los jesuitas, en el Colegio de San Francisco de Sales, enseñandola en base a una obra redactada por el mismo Elementa Recentioris Philosophiae, en 1774 (39.11).*

Al principio con esta obra gozó de gran popularidad al grado de haber sido recomendada para enseñarse en la Universidad de México y Puebla (42.37). Llegó a ser rector y catedrático de filosofía del Colegio de San Francisco de Sales.

Debido a su gran talento empezó a generar la envidia de muchas personas, quienes empezaron a atacarlo al grado de producir su renuncia en ambos cargos, y hacer una denuncia ante el Santo Oficio por su obra (Gamarra tuvo el don de la resignación ante todos los ataques). El Santo Oficio no condenó esta obra al contrario la consideró apta para su enseñanza (42.37).

A pesar de que hubo personas que lo defendieron, las hubo más que lo atacaron hasta el día de su muerte en 1783.

de traducir del latín, sin embargo haré un pequeño análisis, basándome en el resumen de Junco de Meyer (42.122-144).

Entre los autores que cita Gamarra, se encuentran: Tosca, Bossuet, Calvino, Maignan, Mersenne, Vives, Purchot, Franklin, Martín Martínez, Mussechenbroek, Nollet, Luis, Boerhaave, Faye, Hooke, Joblot, Derham, Hartsoeker, Willis, Lewenhoeck, Boyle, Jacquier, Corsini, Melchor Cano, Gravesande, Berti, Brixio, Bacon, Descartes, Gassendi, Leibniz, Malebranche, Spinoza, Helvecio, Montesquieu, Wolff y Newton (42.165-168).

Este libro se encuentra dividido en dos partes, el contenido de la primera es el siguiente:

Párrafo VII.- ELEMENTOS DE FISICA

DISERTACION I.

I. *De la física y de su objeto.*

Dice que la física es una disciplina "cuya función es indagar la naturaleza y su orden, leyes, fuerzas y efectos, e investigar el origen y las causas de las cosas singulares". Divide a los objetos de la física en: cuerpo, espacio y movimiento. Distingue en órdenes; natural y sobrenatural.

II. *Utilidad de la física.*

La refiere en: la medicina, la náutica, los relojes, los "tubos ópticos", los microscopios, etc.

III. *De la física de los peripatéticos.*

Crítica la escuela peripatética, tomando como base al padre Tosca, a quién reprocha el hecho de creer que la física moderna se cultiva por herejes.

V. *Autores a quienes seguimos.*

Afirma que no seguirá la posición de ningún filósofo, ya que dice: no hay "ninguna secta que haya visto toda la verdad y ninguna que no haya visto alguna verdad."

VI. *De las reglas de filosofar.*

Dice que seguirá las prescritas por Newton.

VII. *Division de la física.*

Divide la física en: general y especial. La primera trata del cuerpo tomado en general, de los principios de los compuestos naturales, de los fenómenos y de sus causas. La segunda "de los distintos generos de los cuerpos y de sus fuerzas, propiedades y operaciones". Expone además la opinión de diversos autores sobre lo que es un cuerpo.

DISERTACION II. Sobre los principios del cuerpo natural.

Los divide en Principio Determinable y Determinante. El primero se refiere a la materia, y el segundo a la forma. Añade además que la importancia de estos principios, radica en saber su naturaleza, cuestión que los peripatéticos no analizaron.

En los capítulos II, III, y IV analiza y critica los conceptos que los peripatéticos tenían de los principios.

En los capítulos VI y VII se introduce ligeramente el sistema Newtoniano. El capítulo VIII trata sobre el sistema de los elementos. El capítulo IX trata sobre la inclinación que posee de los principios internos de los cuerpos (sobre materia y forma). En el capítulo X continua de manera más amplia hablando de la forma sustancial. El capítulo XI lo dedica a los principios secundarios o sensibles.

DISERTACION III.- Propiedades de los cuerpos

I. *Magnitud*

II. *Figura y situación*

III *Divisibilidad.*

Gamarra discute varias opiniones sobre si se puede dividir hasta el infinito un cuerpo. Piensa que es posible.

IV. *Porosidad de los cuerpos*

V. *Transpiración de los cuerpos.*

VI. *Rarefacción y condensación.*

Dice, "se explica por la dilatación y contracción de los poros".

DISERTACION IV.

I. *Fermentacion de los cuerpos*

II. *El tiempo.*

Lo considera como una propiedad de los cuerpos, ya que sin ésta no se podría explicar el movimiento. Describe las opiniones de diversos autores. El lo define como: "duración sucesiva de las cosas mudables".

III. *El espacio*

IV. *El vacío.*

Gamarra lo define como "un espacio notable dentro del ámbito del universo no ocupado absolutamente por ningún cuerpo". Como el vacío en aquel entonces se producía en la parte superior del tubo de mercurio, él creía que no podía existir vacío por la porosidad del vidrio, la que permitía que entrara una "sustancia etérea sutilísima".

La segunda parte de este libro se refiere al movimiento.

DISERTACION I. Del movimiento local

I. *De la naturaleza del movimiento y del reposo*

II. *De las propiedades y división del movimiento*

III. *Leyes newtonianas de la naturaleza.*

IV. *Leyes de los movimientos que tienen lugar en la colisión de los cuerpos.*

V. *El movimiento reflejo y sus leyes*

VI. *El movimiento refracto y sus leyes*

DISERTACION II. Estática o de algunos movimientos particulares de los cuerpos sólidos.

I. *Nociones previas*

II. *De los principios o leyes fundamentales de los instrumentos de la estática.*

DISERTACION III. Mecánica o doctrina de las máquinas.

Aplica los conceptos de la Mecánica a las máquinas; como es el plano inclinado, cuña, polea, etc (A69).

DISERTACION IV. Hidrostática.

Explica 6 leyes de movimiento de la presión de los fluidos.

Hasta aquí, constituye la parte de Mecánica, Gamarra consulta mucho más las obras de Nollet (A70), que la de Newton. Esto nos hace pensar que se basó mucho en este autor, para redactar esta obra.

La tercera parte se refiere a la *Electrología o de la virtud eléctrica*.

La cuarta parte se refiere a: De las cualidades de los cuerpos.

DISERTACION I. De la naturaleza física de las cualidades sensibles

- I. *Nociones previas*
- II. *Naturaleza física de la cualidad sensible*

DISERTACION II. De las cualidades táctiles

- I. *Del calor*
- II. *Del frío*
- III. *Del criterio del calor y del frío*

DISERTACION III. De las cualidades olfativas, gustables y audibles.

- I. *En que consiste el olor de los cuerpos*
- II. *En que consiste el sabor de los cuerpos*
- III. *El sonido y sus principales cualidades*

DISERTACION IV. De las cualidades visibles o de la luz y sus propiedades.

- I. *Naturaleza de la luz primitiva y derivada*
- II. *Reflexión y refracción de la luz*
- III. *Óptica, catóptrica y dióptrica*

DISERTACION V. De las cualidades no sensibles.

- I. *Simpatía, antipatía, idiosincrasia, antiperistasis*
- II. *De las fuerzas de los medicamentos, venenos y antidotos*

En la última o quinta parte habla de la Composición del mundo.

Mundo elemental. Cuerpos terrestres, meteoros y planetas.

DISERTACION I. Composición del mundo.

- I. *Doctrina de la esfera visible del mundo*
- II. *Triple posición de la esfera*
- III. *Exposición de los sistemas del mundo*
- IV. *Crítica de los mismos*

DISERTACION II. De la Tierra elemental

- I. *Naturaleza de la Tierra*

- II. *Figura, situación y magnitud del globo terráqueo*
- III. *De algunos cuerpos terrestres y en primer término de las petrificaciones.*
- IV. *De la fuerza de la piedra magnética*

DISERTACION III. Del elemento agua

- I. *Naturaleza del agua*
- II. *Naturaleza del fuego*
- III. *Meteoros en general*

Capítulo último. Qué hay que decir de las plantas.

*Benito Díaz de Gamarra, ELEMENTA RECENTIORIS
PHILOSOPHIAE. México, José Jauregui, 1774.*

PRINCIPIOS DE FISICA MATEMATICA Y EXPERIMENTAL

Francisco Antonio Bataller*

Bataller redactó 4 Tratados que llevan por título Tratado de Mecánica de Sólidos, de la Hidrodinámica, de las Propiedades de los Cuerpos y de la Optica (A46).

Ninguno de los cuatro Tratados, fue una traducción o intento de copia de algún libro. Se observa que Bataller tuvo que leer muchos autores, entenderlos y extraer las ideas principales que necesitaba para su curso.

* BATALLER, FRANCISCO ANTONIO. Bataller nació en Granada el 20 de agosto de 1751, hijo de Miguel Bataller, ministro de la audiencia de México. Entre 1771 y 1777 realizó estudios en el Colegio de San Isidro en Madrid, estudiando entre otras materias, la física las matemáticas. Llegó a México en 1777 y se ocupó de trabajos mineros. Solicitó en 1786, por la muerte de Velázquez de León la dirección del Colegio de Minería, se le respondió que ya se había dado a Fausto de Elhuyar, el cual lo contrató como profesor de física en 1792. Al no haber un libro de texto, estuvo encargado de redactar uno, el cual lo empezó en 1795 y terminó en 1798, llevando por título Principios de física matemática y experimental. Bataller murió el 25 de abril de 1800 en la ciudad de México.(37.112).

En estos Tratados aparte de explicar la teoría, comprueba algunas veces con experimentos. Además resuelve ejercicios tanto conceptuales y matemáticos como prácticos, principalmente relacionados con problemás de la minería. Describe las ideas principales de autores importantes, para explicar las diversas opiniones respecto a una misma teoría. Critica las teorías, mostrando en que fallan, sin importarle de quién provenga dicha información.

A continuación, se explicará brevemente el contenido de cada uno de los tratados.

TRATADO I.- DE LAS PROPIEDADES DE LOS CUERPOS.

Dentro de este tratado Bataller hace referencia a diversos autores como Newton, Mussembroek, S'Gravesande, Lineo, Werner A.G., Leibnitz, P. Tosca, Purchot, Pitágoras, Empédocles, Demócrito, Epicuro, Gassendo, Descartes, Boscovich, Abate Sauri (Curso de Matemáticas), Conde Marivetz, Aristóteles, Paracelso, Becker, Staahal, Boyle, Hales, Priestley, Tales Milesio, Van helmont, Lavoisier, Black, Laplace, Bergman, Kissan, Werner, Lewenhoek, Liberkhun, Malpigh, Hook, Baker, Keil. Esto nos da idea que Bataller más que redactar de otros libros, tuvo que haber entendido primero sus ideas, para poder extraer, resumir y criticar lo que estaba correcto y lo que no en la literatura especializada que consultó (A65).

1) *Del espacio, del lugar, del tiempo y del movimiento.*

Define cada uno de estos términos, que son la base de la mecánica, especialmente el último de ellos, el movimiento.

2) *Del vacío.*

Define lo que es vacío perfecto; para comprobar su existencia utiliza cuatro argumentos relacionados con las figuras de los cuerpos, la división de la materia, la naturaleza del movimiento de los cuerpos, y la gravedad específica de éstos. Menciona que Newton fué el primero en probar su existencia. En relación a la minería menciona que este es el principio de las bombas hidráulicas y de las jeringas.

3) *De la existencia, o esencia de los cuerpos, de su extension y figura.*

Dice que la existencia del cuerpo está dada con base en el conjunto de sus propiedades tanto particulares como generales, como la extensión y la figura.

4) *De los principios o elementos de los cuerpos.*

Los principios son las partes fundamentales de que se compone una cosa, los divide en metafísicos (sustancias no perceptibles a nuestros sentidos), mecánicos (lo que compone un instrumento) y físicos (las partes fundamentales). Estos últimos se dividen en primarios (partículas simples indivisibles) y secundarios (producto de la descomposición de mixtos, estos también indivisibles). Critica las diversas opiniones que tenían los peripatéticos y los atomistas.

5) *De la porosidad de los cuerpos.*

Comprueba la existencia de la porosidad en el reino animal, vegetal y mineral. En los cuerpos, lo hace mediante la compresión, dilatación y su efecto en la elasticidad y el sonido. Define masa, volumen (o sólidos) y densidad (o rareza), y dice que $\text{masa} = (\text{densidad})(\text{volumen})$.

6) *De la impenetrabilidad y de la inercia de los cuerpos.*

Después de demostrar la existencia de la impenetrabilidad dice que de aquí surgió el problema de la inercia, ya que "la fuerza inercia resulta de la resistencia que hacen los cuerpos, para no ceder su lugar a otros, ó lo que es lo mismo, para no ser penetrados de otros".

7) *De la atracción y coherencia de los cuerpos.*

Da una reseña histórica de la gravedad. Afirma que la atracción es una propiedad general de la materia. Estudia las atracciones entre sólidos-sólidos, líquidos-líquidos y sólidos-líquidos, propone varios experimentos para comprobar lo dicho. Argumenta cómo la atracción puede ser vista como una fuerza mecánica que está en razón directa de las masas. Muestra experimentos hechos para comprobar la fuerza de atracción que tienen las montañas.

8) *De la división o divisibilidad de la materia.*

Describe las opiniones de varios autores, como Zenón, Epicuro, Cartesio, Leibnitz, Newton, Boscovich, y otros, sobre si la materia es o no indivisible. Demuestra que no lo es.

TRATADO II.- DE LA MECANICA DE LOS SOLIDOS.

En este tratado cita a menos autores, tales como Descartes, Leibnitz, Benito Bails, Daniel Bernoulli (Memorias de la Academia de Pettersburgo), Camus, Bessua, Huygens, Eulero y s'Gravesande. En esta parte, trata de toda la mecánica de los cuerpos sólidos tanto en reposo como en movimiento. Primero define los conceptos que va a necesitar, para llegar a las tres leyes fundamentales del movimiento; de la inercia, de causas y efectos, y de la acción y reacción, con las cuales explica el movimiento uniforme y variado, descenso libre, movimiento compuesto, encuentra los centros de fuerza y centros de gravedad, y por último aplica las leyes del movimiento compuesto al equilibrio de las máquinas simples (A66).

1) De los principios generales del movimiento.

Define mecánica, potencia, mása, movimiento absoluto y relativo, camino (distancia), dirección del movimiento, tiempo, velocidad absoluta, relativa, uniforme y variable, movimiento retardado y acelerado. Mediante estos conceptos establece las tres leyes del movimiento:

LEY I.- "Ningun cuerpo puede determinar por si al movimiento ó al reposo, y por consiguiente deve perseverar en su estado de reposo, ode movimiento uniforme à no ser que alguna potencia lo haga mudar de estado".

LEY II.- "Los efectos son proporcionales a las causas", esto es: "...si una causa agente F produce un efecto E quando la causa resulte ser $(M)(F)$ producirá un efecto $(M)(E)$ " donde M es la mása.

LEY III.- "La reaccion es siempre igual y contraria a la accion".

2) De las leyes del movimiento uniforme.

Dice que hay movimiento uniforme, cuando el cuerpo se mueve con velocidad constante.

3) Del movimiento variado, y con especialidad del movimiento uniformemente acelerado y retardado aplicado al descenso de los cuerpos graves.

Define el movimiento uniformemente acelerado como "aquel que tiene un móvil cuando en tiempos iguales, adquiere grados de velocidad iguales" y su ecuación es: $V = (F)(T)/M$, donde V es la velocidad, F es la fuerza, M es la masa y T el tiempo. Además el espacio total recorrido (E) es: $E = (T)(V)/2$.

4) *Del movimiento compuesto.*

Dice que este movimiento se produce en un cuerpo cuando influyen varias fuerzas en distintas direcciones y describe el caso de fuerzas oblicuas (resolviendo por paralelogramos) y fuerzas paralelas. Define el momento como "la fuerza ó cantidad de movimiento que se regula por el producto de la masa multiplicado por la velocidad".

5) *Aplicación de las leyes del movimiento para determinar los centros de las fuerzas, y los centros de gravedad.*

Define el centro de fuerzas o centro de equilibrio como "un punto por donde pasa la derivada de varias potencias que agitan a un cuerpo ó a un sistema cualquiera de cuerpos en el caso que todas ellas se pueden reducirse a una sola". Y centro de gravedad o centro de masas como "el punto por donde pasa la resultante de las fuerzas particulares que comunica la pesantes ó gravedad à cada parte de dicho cuerpo ó sistema de cuerpos en cualquiera situacion que se hallen colocados".

6) *Aplicación de las leyes del movimiento compuesto al equilibrio de las maquinas.*

Por último aplica las leyes del movimiento compuesto al equilibrio de las máquinas simples, tales como: funicular, la palanca, la balanza, la romana, la polea, el torno, el plano inclinado, el tornillo y la cuña.

TRATADO III.- DE LA HIDRODINAMICA, ESTO ES; DE LA NATURALEZA DE LOS FLUIDOS, Y DE SUS MOVIMIENTOS.

De todos los tomos este es el más grande, al que más le dedicó ejercicios, experimentos, y lecturas. Por la gran cantidad de autores que aparecen se observa, que leyó más libros que para los otros tratados, los autores que cita son: Newton (*Principia Philosophiae Naturalis*) es el primero, s'Gravesande, Lavoisier (*Traité Elementaire de Chimie* 1789), de la

Metherie (*Essai Analytique sur l'air pur*, 1788), Boerhave (*Diario de física* del año de 1783), Chabaneau, Monjes (*Diario de Física* 1778), Benito Bails (*Curso de Matemáticas*), Sigaud de la Fond, Mussembroek, Brison, Jorge Juan, Belidor, Parent, Imeaton, Aristóteles, Hobbes, Galileo, Torricelli, Pascal, Desaguilleurs, Mariote, Deluc, Ros, Laussure, Priestley, Vandermonde, Bertholet, Monge, Morveau, Du Vernoir, Morreau, Doverunois, Magallanes, Changueux, Cavallo, Hurter, Perrier, Picard, Halley, Bouguer, Shukburg, Dehiss, Otton de Guerik, padre Gaspar Schoto, Roberto Boyle, y Nollet (A67).

Quizás a este libro le dedicó mayor esfuerzo porque es el que está más relacionado con la minería, incluso varios de sus problemás están hechos con base en problemas reales de minas. El índice es el siguiente:

1) *De la Fluidez, y del equilibrio de los Fluidos.*

Usa la definición de Newton de fluido como "un agregado de partículas, o cuerpecillos que ceden à la menor fuerza, y cediendo se mueven en todas direcciones". Menciona varias teorías sobre la causa de la fluidez pero se concreta a decir que aun no se comprende. Define los fluidos en compresibles e incompresibles; da ejemplos, hace demostraciones, experimentos y varias deducciones, ayudándose siempre de figuras.

2) *De la presión que hacen los Fluidos en las vasijas donde se hallan contenidos.*

Analiza la presión en fluidos, tomando partes infinitamente pequeñas y considerando siempre el fluido en reposo. En su última proposición se refiere a las minas diciendo: "Los gruesos, que deben darse à los cilindros de las Bombas, y de otras Maquinas Hidraulicas han de estar en razon compuesta directa de las alturas, de los radios de los cilindros de las gravedades específicas de los fluidos e inversa de las tenacidades de los metales de que se compongan", lo demuestra, y resuelve un problema matemáticamente.

3) *De la presión que padecen los Fluidos en los tubos comunicantes.*

Define tubos comunicantes como las "partes ò cavidades por donde la masa del fluido de un recipiente se comunica con la de otro". Define

también fluidos homogéneos y heterogéneos, y menciona lo que sucede si se mezclan en tubos y se mantienen en equilibrio.

4) *De la presión que padecen los cuerpos sólidos metidos dentro de los fluidos.*

Respecto a esto dice que: "la fuerza con que un fluido comprime, y sostiene a un sólido metido dentro del; es igual al peso del volumen del fluido ocupado por el sólido". Realiza muchas demostraciones, deducciones, y experimentos.

5) *Del uso de la Balanza Hidrostática, y del Aerómetro, o Pesalicores para averiguar la gravedad específica de los cuerpos.*

Resuelve problemas relacionados con la balanza y describe la tabla de Mussenbroek de gravedades específicas.

6) *De la variación que padece el equilibrio de los fluidos en los tubos capilares, y en otros casos.*

Define tubos capilares como "unos tubos muy angostos y delgados, que apenas cabe por ellos un cabello", realiza varios ejemplos en base a experimentos, y muestra su aplicación en la máquina neumática.

PARTE SEGUNDA: De la hidráulica o movimiento de los Fluidos.

1) *Del movimiento, y velocidad de los Fluidos al salir de los depósitos en que están.*

Define la Hidráulica como "la parte de las Matemáticas, que trata en general del movimiento de los fluidos". Respecto a la velocidad de un fluido, dice que al salir de un depósito, es la misma que si cayera libremente de una altura vertical dada.

2) *Del choque o Percusión de los Fluidos, y de la resistencia de los intermedios.*

Analiza los distintos tipos de choque que puede haber entre los fluidos, por ejemplo; un cuerpo sólido con un fluido, dos fluidos que se mueven a la misma velocidad y chocan en planos diferentes, fluidos diferentes que chocan contra dos planos iguales, etc. Demuestra cada uno de estos casos, deduce algunas consecuencias y realiza experimentos.

3) *Aplicacion del choque, o fuerza del agua al movimiento de las Maquinas.*

Aprovecha la fuerza de una corriente de agua para mover máquinas, como molinos de trigo y de aceite, "en las batanes, en las ruedas destinadas al movimiento de las bombas...", etc. Los ejemplos en que aplica esto, son todos relacionados con la práctica, en la aplicación de la hidráulica, por lo que se basó en puros libros especializados en esto.

4) *Del modo de reconocer, y determinar la velocidad de un Rio, ó de una corriente de agua.*

Muestra los aparatos con los que esto se puede hacer.

PARTE TERCERA: De la Aereometría, esto es, del movimiento, y propiedades del Ayre y de otros Fluidos elásticos, ó compresibles.

1) *De la Fluidez, y Naturaleza del Ayre.*

Menciona las propiedades del aire, dice que es una substancia corporea, fluida, compuesta de partículas esféricas.

2) *Del peso, y gravedad del ayre, y de otros Fluidos aeriformes.*

Muestra como pesar el aire con la ayuda de una máquina neumática, o con una de compresión (esto mediante experimentos).

3) *Del resorte, o elasticidad del Ayre.*

Dice que el aire es un fluido elástico y entonces compresible. Demuestra que si "una misma masa, ó cantidad de ayre se le comprime, y reduce á que ocupe diferentes volúmenes, o espacios, estos estarán en razón inversa de las fuerzas comprimentes".

4) *De la Condensacion, y Rarefaccion del Ayre, por causa del calor, y el frio.*

Respecto a esto dice: "Un volumen determinado de ayre esta expuesto á sufrir aumento, ó disminucion segun el grado de calor, o temperamento que sufiere". Hace demostraciones y experimentos, además de resolver problemas.

5) *Explicacion de varios instrumentos, y Maquinas, cuyo efecto pende del peso del Ayre, de su elasticidad, ode su rarefaccion ocasionada por el calor.*

3) *Aplicacion del choque, o fuerza del agua al movimiento de las Maquinas.*

Aprovecha la fuerza de una corriente de agua para mover máquinas, como molinos de trigo y de aceite, "en las batanes, en las ruedas destinadas al movimiento de las bombas...", etc. Los ejemplos en que aplica esto, son todos relacionados con la práctica, en la aplicación de la hidráulica, por lo que se basó en puros libros especializados en esto.

4) *Del modo de reconocer, y determinar la velocidad de un Rio, ó de una corriente de agua.*

Muestra los aparatos con los que esto se puede hacer.

PARTE TERCERA: De la Aereometría, esto es, del movimiento, y propiedades del Ayre y de otros Fluidos elásticos, ó compresibles.

1) *De la Fluidez, y Naturaleza del Ayre.*

Menciona las propiedades del aire, dice que es una substancia corporea, fluida, compuesta de partículas esféricas.

2) *Del peso, y gravedad del ayre, y de otros Fluidos aeriformes.*

Muestra como pesar el aire con la ayuda de una máquina neumática, o con una de compresión (esto mediante experimentos).

3) *Del resorte, o elasticidad del Ayre.*

Dice que el aire es un fluido elástico y entonces compresible. Demuestra que si "una misma masa, ó cantidad de ayre se le comprime, y reduce á que ocupe diferentes volúmenes, o espacios, estos estarán en razón inversa de las fuerzas comprimentes".

4) *De la Condensacion, y Rarefaccion del Ayre, por causa del calor, y el frio.*

Respecto a esto dice: "Un volumen determinado de ayre esta expuesto á sufrir aumento, ó disminucion segun el grado de calor, o temperamento que sufiere". Hace demostraciones y experimentos, además de resolver problemas.

5) *Explicacion de varios instrumentos, y Maquinas, cuyo efecto pende del peso del Ayre, de su elasticidad, o de su rarefaccion ocasionada por el calor.*

Algunas son el barómetro, la máquina neumática, las bombas, el sifón, el termómetro, la fuente de compresión, etc. Se extiende un poco más en el barómetro, la bomba y la máquina neumática.

TRATADO V.- DE LA OPTICA

A pesar de ser un volumen corto, Bataller consultó muchos autores como Aristóteles, Descartes, Newton (*Optica*), Keil, Eulero, Huygens, Mallebranche, El abat Rochon, Du-Fay, Du-Foux, Zahnius, Kircher, Brisson (*Diario de Física*), Musembroek, Sauri (*Física*), Clereant, Foundaine, Dollond, D'Clingestierna, Clairaut, D'Alembert, P. Boscovich, Fourniere y Maupertius (A68).

1) *De la óptica en General.*

Define la óptica como "la ciencia fisico-matemática ô bien la parte de la Física que trata de la naturaleza y propiedades de la vision de la luz, y de los colores" y la considera como la rama de la física más interesante que haya llamado la atención a físicos y matemáticos. La luz la define como un "ente ô materia, en cuya presencia se nos hacen visibles el tamaño, la distancia, la situación, el color, el movimiento ô el reposo de los objetos". Define cuerpos luminosos, iluminados, diafano o transparente, y opacos. Además dice que la luz se extiende de manera esférica, la dirección de los rayos es en línea recta, y su intensidad disminuye con el cuadrado de la distancia. Los colores se producen de la "descomposición ô refrangibilidad de la luz, como los que se notan en el prisma, en el arcoiris y en la inflexion de la luz...". Define también los colores naturales, variables, y los transparentes.

En esta parte describe también la vision con todas las partes del ojo humano. Hace notar que lo que se puede ver con la vista, está en función del ángulo de visión.

2) *De la Dioptrica, ô Refraccion de la luz.*

La define como "la parte de la Optica que trata de las propiedades de la luz refracta, y de la vision por refraccion". Define superficie refringente, rayos luminosos paralelos, convergentes y divergentes, por medio de figuras hace combinaciones cuando pasan de un medio a otro.

A la lente la define como "un trozo de cristal ó de vidrio claro y transparente terminado por dos superficies planas ó curvas, ó bien una plana y otra curva". Menciona cómo corregir la aberración de esfericidad, y la refrangibilidad.

Define magnitud aparente, verdadera, rayos y lentes convergentes y divergentes, y campo de visión. Concluye este capítulo haciendo ver lo importante de la óptica, que en base a sus teorías se pueden explicar las enfermedades del ojo, como el no ver bien de lejos (miopes)ode cerca (présvitas).

3) *De la Catoptrica, ó Reflexion de la luz.*

La define como "la parte de la Optica que trata de la luz refracta y de la vision por reflexion". Define lo que es espejo o superficie reflectante, y foco real e imaginario. Propone experimentos para comprobar las leyes de la reflexión de la luz.

*PRINCIPIOS DE FISICA MATEMATICA Y EXPERIMENTAL,
Francisco Antonio Bataller, México, 1802. Tomo I, II, III, y IV.*

III.- DIFUSION DE LA MECANICA NEWTONIANA EN LA NUEVA ESPAÑA EN EL SIGLO XVIII.

1.- Breve Exposición de la Mecánica Newtoniana

Cualquier biografía que se hiciera de Newton (1642-1727) en este trabajo, sería muy pobre comparada con lo que se ha escrito, por tal motivo se omitirá, dirigiendo la atención a su obra, los *Principia Mathematica Philosophiae Naturalis*.

La obra de Newton *PHILOSOPHIAE NATURALIS PRINCIPIA MATHEMATICA*.

Los *Principia Matemática*, se editaron por Newton en latín, por primera vez en Londres en 1687, Newton realizó dos ediciones más en vida, una en 1713 en Cambridge y la otra en 1726 en Londres. (43 y 44).

Newton en los *Principia* dió inicio a la formalización matemática de la mecánica. Los *Principia Mathematica* se dividen en tres libros, cuyo contenido es el siguiente.

- a) En el primer libro, el movimiento de los cuerpos en general en condiciones ideales.
- b) En el segundo, el movimiento de los cuerpos en medios resistentes y el comportamiento de los fluidos.
- c) En el tercero, el comportamiento del Sistema Solar, estudia las relaciones; sol-planetas, planetas-satélites, luna-tierra, y sol-cometas.

El contenido de esta obra es el siguiente:

LIBRO PRIMERO: Del movimiento de los cuerpos

- I. Del método de las razones primera y últimas por cuyo medio se demuestra lo que sigue...
- II. Sobre el descubrimiento de las fuerzas centrípetas.
- III. Del movimiento de los cuerpos en secciones cónicas excéntricas.
- IV. De cómo hallar órbitas elípticas, parabólicas e hiperbólicas a partir de un foco dado.
- V. La obtención de órbitas cuando no se da ninguno de los focos.

- VI. Sobre cómo hallar los movimientos en órbitas dadas
- VII. Del ascenso y descenso rectilíneo de los cuerpos
- VIII. De cómo hallar órbitas en las cuales girasen cuerpos sujetos a fuerzas centrípetas cualesquiera.
- IX. Del movimiento de los cuerpos en órbitas móviles y del movimiento de ápsides.
- X. Del movimiento de los cuerpos en superficies dadas, y del movimiento de vaivén de los péndulos.
- XI. Del movimiento de cuerpos que tienden unos a otros con fuerzas centrípetas.
- XII. De las fuerzas atractivas de cuerpos esféricos
- XIII. Sobre las fuerzas atractivas de cuerpos no esféricos
- XIV. Sobre el movimiento de cuerpos mínimos que son sometidos a fuerzas centrípetas tendentes hacia gran parte de otro cuerpo muy grande.

Lo primero que hizo Newton en este primer libro, fué definir todos los conceptos que necesitaría más adelante, como (43):

Cantidad de materia: "es la medida de la misma originada de su densidad y volumen conjuntamente"

Cantidad de movimiento: "es la medida del mismo obtenida de la velocidad y de la cantidad de materia conjuntamente"

Fuerza ínsita de la materia: es una capacidad de resistir por la que cualquier cuerpo, por cuanto de él depende, persevera en su estado de reposo o movimiento uniforme y rectilíneo".

Fuerza impresa: "es la acción ejercida sobre un cuerpo para cambiar su estado de reposo o movimiento uniforme y rectilíneo".

Fuerza centrípeta: "es aquella en virtud de la cual los cuerpos son atraídos, o de algún modo tienden hacia un punto como a un centro"

Magnitud absoluta de la fuerza centrípeta: "es la medida mayor o menor de la misma según la eficacia de la causa que la expande desde un centro en todas las direcciones en torno"

Magnitud acelerativa de la fuerza centrípeta: "es su medida proporcional a la velocidad que genera en un tiempo dado"

Magnitud matriz de la fuerza centrípeta: "es la medida de la misma proporcional al movimiento que genera en un tiempo dado"

Después define: tiempo absoluto y verdadero, espacio absoluto, lugar, y movimiento absoluto. Sigue inmediatamente después con sus tres leyes del movimiento:

Ley I. "Todo cuerpo persevera en su estado de reposo o movimiento uniforme y rectilíneo a no ser en tanto que sea obligado por fuerzas impresas a cambiar su estado"

Ley II. "El cambio de movimiento es proporcional a la fuerza matriz impresa y ocurre según la línea recta a lo largo de la cual aquella fuerza se imprime"

Ley III. "Con toda acción ocurre siempre una reacción igual y contraria: O sea, las acciones mutuas de dos cuerpos siempre son iguales y dirigidas en direcciones opuestas"

En este libro, describe la teoría general del movimiento de los cuerpos en condiciones ideales, esto es: los cuerpos tienen masa, pero no forma ni volumen, los medios no presentan resistencia y no hay problemas de elasticidad ni de viscosidad.

LIBRO SEGUNDO: Del movimiento de los cuerpos

- I. Del movimiento de los cuerpos a los que se resiste en razón de la velocidad.
- II. Del movimiento de los cuerpos a los que se resiste en razón del cuadrado de las velocidades.
- III. Sobre el movimiento de los cuerpos a los que se resiste parte en razón de las velocidades y parte en razón del cuadrado de dicha razón.
- IV. Del movimiento circular de los cuerpos en medios resistentes.
- V. Sobre la densidad y compresión de los fluidos, y sobre hidrostática.
- VI. Del movimiento y resistencia de cuerpos pendulares.
- VII. Sobre el movimiento de fluidos y la resistencia de proyectiles.
- VIII. Sobre el movimiento que se propaga en los fluidos.
- IX. Sobre el movimiento circular de los fluidos.

En este libro ya no consideró condiciones ideales, introdujo parámetros en el movimiento, de tal manera que se acercaran más a la realidad, como resistencia (encuentra una relación entre resistencia y velocidad), viscosidad, densidad,

elasticidad, etc. Analizó también el movimiento en fluidos, e hizo un tratamiento corpuscular de las ondas en medios fluidos.

LIBRO TERCERO: Sobre el sistema del mundo

Contiene: Reglas para filosofar, Fenómenos, Preposiciones, "Sobre el movimiento de los nodos de la Luna" y el Escolio general.

En este libro reconstruyó el sistema Copernicano de acuerdo con las leyes de Kepler haciendo correcciones al introducir su ley de la gravedad. De esta manera pudo explicar el movimiento de las mareas considerando el efecto de la gravedad hacia el Sol y hacia la Luna, predecir algunas irregularidades en el movimiento de la Luna, los planetas y explicar la trayectoria de los cometas considerándolos como cuerpos que gravitan en torno al Sol.

Los libros de los Principia tardaron del orden de medio siglo en ser comprendidos, primero por personas de pensamiento excepcional, que al comprender el texto contruyeron su propio discurso, por medio del cual compartieron a través de la divulgación y difusión, la nueva filosofía. Es importante conocer cómo se llegó a dar el proceso de socialización a través de la difusión y enseñanza a un público mas amplio. Por esto es conveniente conocer el contenido y el enfoque de la obra alrededor de la cual se realizó el consenso (45.11-12).

En la siguiente sección, analizaremos de manera general la evolución del movimiento de ideas que se reclamaban de la física experimental en los dos países que mayor influencia tuvieron en la transmisión de la mecánica Newtoniana en la Nueva España; Francia y España, a lo largo del siglo XVIII, para de aquí obtener como dice Arboleda, "pautas operativas para examinar el impacto en la periferia..." (45.12).

2.- Su Difusión en Francia y España

Desde 1550 fueron los jesuitas los que como profesores enseñaron la física Aristotélica en Europa, basándose en los libros *Physica*, *Generazione et Corruptione*, *Meteorologica*, y *De Coelo*. Además de las matemáticas, las que

consideraban útiles para la poesía (astronomía), historia (geografía), política (tecnología militar), arquitectura, náutica, etc (46.93-94).

Oficialmente la física aristotélica perduró en muchos lugares de Europa hasta 1752, ésta se limitaba a estudiar las esencias o principios de las cosas. Aún se consideraba que cualquier rama que requería cálculos, pertenecía a las matemáticas y no a la física.

La mecánica Newtoniana vino a revolucionar la ciencia, sin embargo no fue tan fácil el proceso. La teoría de gravitación de Newton no convenció a sus contemporáneos, quienes eran principalmente seguidores de la filosofía Cartesiana.

Huygens y Leibniz criticaron los *Principia* y los interpretaron como un libro que trataba de efectos y no de causas, escrito además con excelentes matemáticas, pero nada de física. Había quienes lo aceptaban como una filosofía mejor que la escolástica, como Joseph Saurin. No fue el caso de Fontenelle y Regnault quienes le exigían una respuesta a la causa de la gravedad. Newton siempre se mostró evasivo ya que no encontró la causa mecánica de la gravitación (46.41).

Hubo quienes divulgaron y difundieron su obra sin condición, aceptándola como estaba escrita, como Algorotti en 1737 y Voltaire en 1738. Otros como s'Gravesande y Desaguliers eliminaron ese obstáculo, quitando la idea de la gravedad como causa oculta, para asignarla como efecto manifiesto, para ellos era lo mismo gravedad que gravitación o atracción. Decían: "atracción significa no más que eso, si se atraen los cuerpos entre ellos mismos, estos se moverán alrededor uno de otro", consideraban esta fuerza como el momentum o la inercia que mantiene el movimiento (46.47).

A pesar de que Newton tenía ya muchos seguidores, los cartesianos aún no la aceptaban. Clairaut, d'Alembert y Euler encontraron dos fenómenos con los cuales derrumbaron por algún tiempo la filosofía Newtoniana (ya que ésta no los podía explicar), y con los cuales a su vez triunfó por completo y tuvo que ser aceptada por los matemáticos franceses, quienes la hicieron famosa (como Maupertuis, Bouguer, Clairaut, y d'Alembert), al reconocer el error en sus cálculos. Los dos problemas eran los siguientes (46.49-51):

1.- Según las teorías de Newton la Tierra debería ser oblata, más achatada en los polos que en el ecuador, pero según las mediciones que había realizado Jacques Cassini, jefe del observatorio de Paris, tenía forma oblonga; más larga de los polos que del ecuador. Esto atrajo la atención de todo el mundo, al grado que se mandaron expediciones al Ecuador en 1735 (A74) y a Laponia en 1736. De aquí se encontró que la teoría de Newton predecía bien la forma de la Tierra.

2.- El segundo problema se refería al cálculo del movimiento de la Luna. Clairaut, d'Alembert y Euler habían calculado en 1747 el valor para la precesión del movimiento de la Luna, y mostraban que la ley de la gravedad fallaba, y se arreglaba con una fuerza que fuera como r^{-3} . Buffon defendió las ideas de Newton, pero no consiguió mucho, fue hasta 1749 que Clairaut encontró los errores de los cálculos, y al corregirlos observaron que concordaban perfectamente con la ley de los cuadrados de la teoría de Newton. D'Alembert aún con su fuerte espíritu cartesiano empezó a creer en el Newtoniano.

Desde 1700 se enseñaba por muy pocos profesores lecturas de física. Pero la física experimental en las universidades surgió después del advenimiento de la filosofía experimental Newtoniana. Había universidades en las que los profesores enseñaban la filosofía cartesiana, principalmente Francia, y en otras la Newtoniana, como Inglaterra. En estas últimas se redactaron libros de texto de física Newtoniana como los de s'Gravesande y Musschembroek (46.132).

Para Arboleda, el proceso de domesticación de la filosofía Newtoniana tuvo sus orígenes en el "gusto intelectual y la necesidad psicológica de unos cuantos ilustrados de exponer los saberes útiles de la filosofía Newtoniana a la verificación experimental. Y poco a poco, a través de la enseñanza, los laboratorios y las publicaciones, se fueron convirtiendo en una práctica institucionalizada como consecuencia del trabajo profesional de los experimentalistas holandeses". Boerhaave, s'Gravesande y Musschenbroek; y de sus seguidores en Francia, el abate Nollet, el abate Sigorgne y Sigaud de la Fond. Todos ellos utilizaron "la imaginación controlada, la inspiración para producir ideas, la razón para explotar las consecuencias de las ideas, la experiencia como la prueba fina de validéz de todo el proceso...La pedagogía de comunicar los principios de la 'física nueva' a través de la experiencia permitía, además, vencer las resistencias y los intereses de los poderes institucionales defensores de la tradición sistemática". La clave del éxito estuvo en que la física

se despojaba del pensamiento metafísico, "Ni matemática formal, ni especulación filosófica" (45.13).

Gracias a las máquinas, y a la precisión con que se podían reproducir los experimentos de física experimental, ésta penetró con gran éxito en la enseñanza. Nollet, el más interesado en los experimentos, se convirtió en "el 'gran organizador de la victoria' de la institucionalización de la física experimental en el siglo XVIII". Tanto el proceso de institucionalización, como el de profesionalización se vieron fortalecidos por 1790 con la 'profusión de cátedras y de costosísimos gabinetes y museos en colegios, academias y en instituciones privadas, la aparición de obras divulgativas de todo género, la construcción de aparatos, instrumentos, y montaje de colecciones etc." (45.13-17).

Para enseñar física experimental, era necesario contar con instrumentos y máquinas. De esta necesidad empezaron a surgir diversos diseñadores como: s'Gravesande, Nollet, etc. Así se iniciaron grandes compañías alemanas, francesas e inglesas, que empezaron a comercializar los instrumentos de medición, creados principalmente por Jan van Musschenbroek, Jan Paauw, s'Gravesande, Nollet, Sigaud de la Fond, etc (46.70).

También se escribieron textos y libros en forma de cursos de física, para esta materia. De entre los más famosos y que fueron distribuidos por muchas partes del mundo, se encuentran los escritos por Nollet, Jacques Brisson, Sigaud de la Fond, s'Gravesande, Desaguliers, y Mussenbroek (46.150).

Hasta aquí podríamos considerar a grandes rasgos, la evolución de la mecánica Newtoniana en Europa en el siglo XVIII.

SU DIFUSION EN ESPAÑA.

Desde 1714 los ilustrados españoles empezaron a promover la actividad literaria y científica en España (47.38). Al igual que otros países España se vio influida por el iluminismo francés.

Durante el reinado de Fernando VI, los Colegios de los jesuitas eran considerados como los mejores de España. más tarde cuando Carlos III quedó en el trono, las enseñanzas de los jesuitas no atendían a las realidades que

preocupaban al rey, por lo que acudió a profesores laicos o a religiosos no jesuitas para llevar a cabo sus reformas.

Carlos III, influido por las "nuevas luces", pretendía cambiar la educación escolástica por la ciencia de la experimentación. La física por ejemplo debía enseñarse mediante experimentos, y después de haber cursado matemáticas.

Al expulsar Carlos III a los jesuitas en 1764, se produjo un vacío en la enseñanza, y para llenarlo se auxilió de los dominicos, agustinos, y de profesores laicos. De aquí en adelante se instituyó la enseñanza oficial de las matemáticas y la física experimental entre otras.

Aunque Carlos III fue el Rey Borbón que mayor empeño tuvo por impulsar la ciencia moderna, también hubo personas que se dedicaron a difundirla, como fueron por ejemplo Feijóo (gran admirador de Newton y Bacon) mediante su famoso Teatro Crítico; el Dr. Pique, quién en 1775 escribió *Física moderna nacional y experimental*; en 1748 algunos integrantes de las tertulias literarias y científicas hicieron un reglamento de manera tal que el lunes se analizaban cuestiones de matemáticas, el martes de física, etc. De estas reuniones surgió la Sociedad Vascongada de Amigos del País. La de Barcelona se dedicaba a cuestiones de física experimental (32.231).

En 1751 se escribió el *Tratado de las calenturas* con tal éxito que se tradujo al francés, en 1757 se escribió también el *Discurso sobre la aplicación de la filosofía a los asuntos de religión* (32.428).

En la difusión de la mecánica Newtoniana, Musschenbroek fue muy famoso en toda Europa, y en España, su "memorable disertación encabezó la colección de experimentos de la Academia del Cimento de Florencia" (32.430).

En 1753, el Conde de Peñaflores, decidió difundir el conocimiento de la nueva física, basándose en las obras de Nollet, Regnaud, s'Gravesande, de Mme Chavelet, Plinirre y otros. Realizó junto con un amigo, extractos de estas obras y los publicó como discurso en un ensayo (32.436).

A mediados del siglo XVIII, un grupo de ilustrados españoles difundiendo a Musschenbroek, s'Gravesande, Newton y Nollet, lograron que la población se interesara por las ciencias naturales y las matemáticas. Algunos españoles fijaron más su atención en Pluche y Nollet, del primero, tradujeron el libro

Espectáculo de la naturaleza, como el vocabulario científico no era aún familiar en España, el jesuita Terreros y Pando compiló un diccionario de las Ciencias (32.456-459).

Nollet era el que más gozaba de fama en Europa, Peñaflorida poseía la colección de sus tratados de física, la Sociedad Vascongada recomendaba esta obra, en 1757 el padre Zecagnini tradujo las *Lecciones de física experimental*, en 1747 Vázquez y Morales tradujo la obra *Essai sur l'électricité des corps*.

Newton y la física en general se difundieron también a través de la poesía, por ejemplo Gabriel Ciscar compuso un Poema físico astronómico, donde el personaje principal era Newton. También en los periódicos destinados a difundir los conocimientos científicos, se hablaba constantemente del sistema Newtoniano entre otros (32.436).

En la segunda mitad del siglo XVIII, la física y en especial la mecánica Newtoniana, se empezó a utilizar en problemas prácticos, por ejemplo; en 1789 Jovellanos solicitó al Rey la autorización de fundar una escuela de mineralogía y de náutica, con la cual se "fomentaría la explotación y el comercio del carbón de piedra en el principado de Asturias. El instituto se inauguró en 1794, con tres cátedras fundamentales; matemáticas y dibujo, náutica y mineralogía (además de francés e inglés). En el primer año se enseñaban matemáticas; en el segundo, elementos de álgebra, de mecánica y de hidrodinámica, la óptica y la acústica se impartían en el curso de física general, el libro de texto era el de Benito Bails.

En náutica, se enseñaba durante un año la cosmografía, astronomía, navegación y maniobras. El curso de mineralogía se impartía en tres años, en el primero se enseñaba la física general, basándose en el tratado de Chabaneau, se decía que el estudio de las ciencias físicas sólo deberían tener un fin: la utilidad. Además contaba con el apoyo económico, ya que se decía "Ningún dinero estará mejor empleado que el que se destine a adquirir los instrumentos y las máquinas necesarias para esta enseñanza...". En el segundo año se enseñaba la química general y por último en el tercero se estudiaba la mineralogía práctica. Al final de los cursos, los alumnos visitaban las minas más cercanas a Gijón (32.223).

En el Seminario de Nobles de Madrid, se enseñó la mecánica Newtoniana cuando a fines del siglo XVIII adquirió este Colegio un carácter militar (32.205). Lo mismo sucedió en el Colegio de San Telmo de Sevilla, del Colegio Imperial, la Casa de Contratación (16.149-191).

De esta manera, mediante su difusión, la física experimental fue introducida en España con el interés de adquirir una aceptación pública. Después de pasar algunas dificultades, no sólo se aceptó y se institucionalizó, sino que se utilizó para resolver problemas prácticos. La mecánica Newtoniana, se caracterizó por ser la más útil, y se aplicó en los tres aspectos más importantes para España, la náutica, la minería y la artillería.

3.- Difusión en la Nueva España.

Una vez que se vio como se difundió la mecánica Newtoniana en Francia y España, es interesante observar que la Nueva España participó en esta difusión poco tiempo después de que tuviera lugar en Europa, si consideramos que los jesuitas que promovieron la nueva filosofía experimental ingresaron en la compañía de Jesús a mediados de este siglo, y que fueron expulsados en 1767, en este lapso relativamente corto escribieron la mayor parte de sus *Cursus Philosophicus*. Fueron también los primeros que intentaron institucionalizar esta ciencia en la Nueva España.

El segundo intento de institucionalización, se dió con el Filipense Juan Benito Díaz de Gamarra, quién publicó en 1774 su obra *Elementa Recentioris Philosophiae*. Casi lo logra, su libro fue utilizado como texto de la cátedra de filosofía durante poco tiempo en el Colegio de San Francisco de Sales. Por envidias de sus mismos excondícipulos, Gamarra tuvo muchas dificultades, al grado que tuvo que renunciar a sus cargos en el Colegio. Aunque su libro ya se había propuesto como libro de texto para impartirse en la Universidad, se retiró de los Colegios.

La institucionalización de la física experimental en la Nueva España, se logró totalmente en el Real Seminario de Minería, donde se creó la Cátedra de física experimental impartida por primera vez en 1793 por Bataller. Fue aquí donde se difundió oficialmente la mecánica Newtoniana, en el siglo XVIII.

Esta cátedra se utilizaba como auxiliar en la formación de los mineros, pues era necesario conocer las leyes de Newton para explicar el funcionamiento de las máquinas útiles en la minería. Y lo más importante, también proveniente de Newton, era el estudio de la hidráulica o hidrodinámica. Esta era una materia indispensable en el Seminario, pues se estudiaba el comportamiento de los fluidos, en especial el agua y el azogue.

Es en el Seminario de Minería donde se inicia la tradición de la enseñanza de la física experimental en México, no como una ciencia teórica, sino como una ciencia práctica y útil, en este caso en la Minería. El libro que redactó Bataller, tiene algunos ejemplos y problemas que resuelven problemas de Minas. No se trata, en este caso, sólo de divulgar una teoría sino de difundirla e incorporarla a un medio social y cultural específico con fines pragmáticos.

En la sección anterior, se observa que los autores que se consultaron en la Nueva España para difundir la mecánica Newtoniana, fueron casi los mismos que la difundieron en Europa, como: s'Gravesande, Desaguliers, Nollet, Sigaud de la Fond, Mussenbroek, Newton, Jacquier, etc.

Analizando el contenido de algunos de estos libros, tomando en cuenta el orden cronológico de edición, se observa que los más antiguos, como los de s'Gravesande (1746), Desaguliers (1751) y Mussenbroek (1769) son prácticamente Newtonianos. Todos ellos dieron a sus libros la misma estructura que dió Newton a los *Principia*. En la primera parte se dan las tres leyes y las definiciones necesarias para explicar la mecánica, y en la segunda se explica la hidrostática e hidrodinámica. En el libro de Mussembroek se introducen además temas como la electricidad, magnetismo, óptica, y algunos más relacionados con el aire, el fuego, la luz y los meteoros (A75).

Desafortunadamente, de la obra de Desaguliers solo se ha encontrado el tomo II en el archivo del Palacio de Minería, este ejemplar trata de hidrodinámica, suponemos entonces, que el primero se refiere a mecánica. Del tomo II, se infiere que es una obra experimental (A76). Las obras de s'Gravesande (A77) y Mussembroek (A75) aunque también realizan experimentos, su contenido es principalmente matemático.

Benito Bails, consideraba a la dinámica, hidrodinámica, óptica y astronomía, como una parte de las matemáticas, les llamaba matemática mixta o la aplicación de la especulativa o pura. Más tarde se introdujo una nueva edición, que contenía dinámica e hidrodinámica. Esta última, fue importante para la clase de física experimental. Bataller la utilizó para escribir el tomo III de sus tratados, el cual se refiere precisamente a la hidrodinámica (A78).

Las obras de Nollet, fueron las que mayor impacto tuvieron en los novohispanos, muchos de ellos lo citan constantemente. En el Real Seminario de Minería están casi todos los libros que editó, como: *Leçons de Physique Expérimentale* (1789), *L'art des expériences ou avis aux amateurs de la Physique* (1770 y 1784), *Lettres sur l'électricité* (1764), *Recherches sur les causes particuliers des phénomènes électriques* (1754), y *Essai sur l'électricité des corps* (1745). El primero de estos libros, fue el más popular, su contenido también es Newtoniano, sin embargo es mas experimental que matemático (A79).

También es experimental el libro de Sigaud de la Fond, *Elementos de Física Teórica y Experimental*, editado en 1787 (sólo se han encontrado 4 tomos de 6), los primeros cuatro tomos, son de contenido Newtoniano, de estos Elhuyar hizo la primera lista de máquinas y herramientas para el Gabinete de física experimental. Sigaud de la Fond, era conocido por muchos novohispanos, pero donde más popularidad tuvo, fue en el Real Seminario de Minería (A80), quizás porque su libro al igual que el de Bails estaba en español.

Es interesante notar que estos libros, con los cuales se difundió la mecánica Newtoniana en Nueva España, estaban escritos algunos en francés y otros en español. Aunque los libros originales de Desaguliers, s'Gravesande y Mussenbroek, no estaban escritos en francés sino en latín y en inglés se usó la traducción francesa. Con esto se muestra la enorme influencia que tuvo México de la ilustración francesa.

La mecánica Newtonina se introdujo y se estableció en la Nueva España, mediante dos formas: la divulgación de la imagen de Newton y la difusión de las teorías de Newton.

DIVULGACION DE LA IMAGEN DE NEWTON

En esta sección describiremos cómo algunos novohispanos, sin preocuparse por entender las teorías de Newton, lo veneraban, plasmando en sus escritos grandes elogios a tan ilustre autor.

De los novohispanos que aparentemente mostraban no manejar los conceptos de la mecánica Newtoniana, sino más bien reflejaban una admiración por Newton fueron: Antonio Alzate y José Ignacio Bartolache.

Como se vió en el capítulo anterior, Bartolache menciona en su *Mercurio Volante*, a diversos personajes de la física, como Aristóteles, Descartes y Newton. De Aristóteles habla muy mal, poco menos le toca a Descartes, y sin embargo sobre Newton menciona grandes alabanzas de admiración como las siguientes (48.21-22):

"En fin la gloria de filosofar con solidez y conocer la misma naturaleza que Dios cria, sin otenerse a sistemas imaginarios, demostrar con evidencia la conexión de los efectos más admirables con sus respectivas causas, hacerse dueño del mundo físico, poner en admiración a todas las gentes y dar celos a las naciones más ilustradas, que creyeron tener a fines del siglo próximo en los inventos del caballero Isaac Newton repetidas pruebas de lo sumo a que puede aspirar el ingenio humano: todo esto estaba reservado a aquel celeberrimo filósofo matemático inglés, en cuyo elogio nada me ocurre que no parezca muy inferior a la idea de sus raros talentos. Diré solamente, que su física es ya por consentimiento universal lo que hay que saber de buena, la más bien fundada, la sola útil de un modo efectivo y la sola que no ha desmentido la razón, ni la naturaleza, ni alguna experiencia. Son pocos y sencillos sus principios, el método regurosamente geométrico y las consecuencias interesantes a las ciencias y artes; cualquiera de estas cosas que fallase, se echaría menos; y ya no puede pedirse más."

Alzate lo menciona en su revista *Asuntos varios sobre ciencias y artes*, en "Introducción de aire en las minas", cuando habla del aire como formado por átomos, y que al perturbar este aire se produce un movimiento ondulatorio, y añade (29.101):

"Esto lo tengo experimentado repetidas veces en que se me ha ofrecido observar con el microscopio solar o con el prisma, para divertirme con el gran descubrimiento de la luz del sublime Newton".

DIFUSION DE LAS TEORIAS DE NEWTON.

La difusión de las teorías de Newton, se dieron principalmente en libros escritos para la enseñanza de la cátedra de filosofía como el caso de Gamarra, y la de física por Bataller. Como excepción se encuentra la obra de Antonio de León y Gama, quién explica el fenómeno de la Aurora Boreal en función de las teorías de Newton.

En resumen podría decirse que la difusión de la mecánica Newtoniana se dio por los siguientes autores con sus respectivas obras y de la siguiente manera:

a) *DISERTACION FISICA SOBRE LA AURORA BOREAL* de Antonio de León y Gama.

Para explicar como se forman y de que están compuestas las auroras boreales, Gama se refiere al método matemático de Newton, como el más confiable para no caer en errores, literalmente dice (36.249):

"Es principio asentado entre filósofos modernos, que para indagar las obras de la naturaleza no se hayan de fundar en ligadas hipótesis, o ligeras conjeturas, sino en demostraciones claras, deducidas por cálculos matemáticos, o experimentos ciertos, para no incurrir en grandes errores: así se explica el célebre Samuel Clarke, intérprete de la óptica de Newton, al principio de su obra y el mismo Newton en ella. De manera, que todas aquellas opiniones que no tienen otra prueba ni matemática, ni física, que la débil conjetura de sus autores, se deben desterrar de toda buena filosofía, mayormente cuando las razones en que se fundan tienen entre sí cierta repugancia, que no se pueden fácilmente combinar..."

Después usa las teorías de Newton del peso del aire (es decir que a mayor altura menos denso es) para demostrar que la altura de la atmósfera no es muy corta y que la aurora se forma arriba de ésta, donde se encuentra el éter, dice (36.254):

"Pero como este aire cuanto más se eleva sobre la superficie de la Tierra, es más tenue y ligero; de aquí es que su acción cese de elevar los vapores o exhalaciones a muy corta distancia de la Tierra"... "Nos supongamos que la acción de este aire vaporífero no cese de llevar consigo las exhalaciones emanadas de la Tierra; es necesario que ellas vayan siendo más y más tenues y sutiles, a proporción de la mayor rareza que va adquiriendo el aire en sus mayores distancias; porque como asienta Newton, va perdiendo éste su resistencia en la misma proporción que se enrarece, hasta no tener alguna. Y siendo esta rarefacción en razón cuadrupla de las distancias de la Tierra, en sentir del mismo Newton; de suerte que en la altura de 210 millas inglesas, que componen solamente 76 leguas comunes de Francia y 792

loesas, es 1 000 000 000 000 000 000, esto es, un trillón o tricuento de veces más raro que en la superficie de la Tierra, ... , no habiendo en la naturaleza otra más rara y más tenue que aquella materia sutilísima que ocupa los dilatados espacios celestes nombrada éter; y este según el mismo Newton es solamente 700 000 veces más raro que nuestro aire; se infiere ser imposible la existencia de un otro fluido tantos millones de veces más raro que el éter."

Para explicar de que esta compuesta una aurora boreal y por que se observa muy luminosa, toma la teoría de Newton de que el vacío esta lleno de éter y además que la luz es la materia del éter, y que se produce al vibrar éste, al respecto dice (36.258):

"Después que el gran Newton, con repelidas observaciones y demostraciones matemáticas destruyó el sistema de Descartes, ya no queda duda sobre la existencia del vacío en los inmensos espacios que hay desde nuestra atmósfera hasta las estrellas fijas; y que los cuerpos celestes se mueven en virtud de las leyes de su gravedad y tracción mutua que les imprimió el Criador al tiempo de su creación, sin que se encuentren obstáculos que les retardo o destruya su movimiento; porque si este se hiciera por un medio resistente, irían perdiendo parte de su fuerza y velocidad, y se observarían muchas irregularidades en él, contra lo que se tiene experimentado en tantos miles de años, en que han mantenido una uniformidad constante."

"El célebre Newton expresamente lo declara, hablando de la proporción que tiene la cantidad de la materia de los cuerpos, con la resistencia del medio por donde se mueven; de que excluyen los cuerpos celestes, como no se mueven por un fluido corpóreo, sino por unos vapores tenuísimos y rayos de luz que ocupan los espacios celestes. Pero en otra parte dice que estos espacios celestes están ocupados del éter, luego el éter no es otra cosa que unos vapores sutilísimos, o la luz. Se prueba evidentemente ser la luz la materia del éter, por la definición que le da Hanovio fundada en la doctrina del mismo Newton, diciendo, ser la causa de ella una gran copia de vibraciones de éter."

Atribuye a la Luna el que se produzca este fenómeno, apoyándose en la obra de Newton de los Principios filosóficos, dice (36.260):

"A más de esto, todo agente obra según la disposición que halla en el paso: la acción de la Luna es una misma en todo el orbe terráqueo; y con toda, en el flujo de los mares se experimenta mucha variedad: en unos puertos suben más las aguas que en otros, y en algunos son insensibles las mareas; advirtiéndose también la propia variedad en cuanto al tiempo en que se observan: lo cual depende también en mucha parte de la circunstancias locales, como se puede ver en Newton, y en las doctas Disertaciones de Bernoulli, Mac-Laurin, y Euler, que se hallan en el tom.3 de los Principios filosóficos..."

Para explicar el porque de los colores de las auroras, utiliza la teoría de Newton de la descomposición de la luz y dice (36.262):

"La luz en sí misma consta de siete colores, por este orden, rojo, naranjado, amarillo, verde, azul clara, azul oscura, y morado o púrpuro, como lo experimentó Newton en la descomposición que de ella hizo por medio de un prisma de cristal triangular; en lo que han convenido todos los físicos que le sucedieron, repitiendo los mismos experimentos."

Como conclusión, León y Gama difunde y utiliza las teorías de Newton, tanto de mecánica, como de óptica. En mecánica, se refiere principalmente a la gravedad y el vacío.

b) ELEMENTOS DE FILOSOFIA MODERNA de Juan Benito Díaz de Gamarra.

Como se dijo anteriormente, este libro consta de dos partes. En la primera que se refiere a la Historia, Logica, Metafísica y Etica, menciona a Newton en diversas formas (en ninguna de ellas se introduce en sus teorías mecánicas), y de la siguiente manera:

En la primera sección se refiere a la historia de la filosofía. De la ecléctica (iniciada por los griegos) dice que surgió "para sacar de muchas sectas la verdad que en una sola no se podía encontrar", con la escolástica perdió auge durante muchos siglos, hasta que Bacon en el siglo XVI la popularizó como filosofía moderna ecléctica, la cual perduró en Inglaterra hasta Newton, dice (42.12):

"...Y esta forma eclectica de filosofar predominó entre los ingleses casi hasta los tiempos de Newton, bajo cuya autoridad se convirtió en sectaria."

"En Inglaterra, hasta donde había penetrado la forma cartesiana de filosofar, Isaac Newton, dado a luz el año 42 del siglo anterior, inició otra filosofía que de ahí en adelante se convirtió en sectaria y hoy es defendida con grandes esfuerzos por muchísimos."

La nueva filosofía fué llamada newtoniana o matemática, sus seguidores eran (42.13):

"Keill, Roger Coles, S'Gravesande, Musschenbroek, Clarke, Mac-Laurin, Jurin, Desaguliers, Krafft; y, para no mencionar a otros, la teoría de Newton agrada enteramente a los astrónomos modernos."

En la siguiente parte menciona todos aquellos que han contribuido en la filosofía natural, respecto a Newton dice (42.15-16):

"Y en cuanto a la astronomía, a partir del siglo XV después de Cristo sobresalieron sus restauradores: George Peurbach, Johann de Regiomonte, Copérnico, Tycho Brahe –célebre por su concepción del sistema del mundo–, Kepler, Galileo, Huygens, Hevelio, De la Hie, Newton, Cassini, etcétera."

"...Newton, con sus observaciones ópticas, con su aplicación de la geometría a la ciencia natural..."

En la sección de Lógica clasifica las causas de obtener errores y no alcanzar la verdad como tres: los sentidos, la voluntad y la mente. Como ejemplo de los errores de los sentidos menciona todas las corrientes que querían explicar el fenómeno de los colores de la luz, hasta que Newton lo explica con la verdad (42.64):

"...el excelso ISAAC NEWTON, luz y ornamento de Inglaterra, parece haber tocado ciertamente el asunto, 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 este o de aquel color."

"Nosotros, por tanto, aunque no queremos (ni es necesario) exponer aquí según su importancia la opinión Newtoniana acerca de la luz y de los colores, sin embargo, no conocemos otra mas verosímil."

"Pues no es leve argumento en favor de los Newtonianos aquel de que cambiada la luz, se cambia el color..."

Dice que sólo los enfermos de oftalmia ven alos de colores, en el Sol, y se demuestra con un experimento de Newton (42.64):

"Esto mismo se demuestra con un fácil experimento del celebre Newton."

De los errores de la mente, dice que uno es aquel que se adquiere de prejuicios de personas (de los maestros que enseñan una filosofía y descartan las demás, no con razones, sino con ofensas y vociferaciones) y libros (dice qué juicio tener para poder escoger el mejor texto). Sobre las obras de Newton dice (42.77):

"¿Quién si ignora la física moderna, pensará que los principios de filosofía natural del solo Newton superan a todas las bibliotecas de los escolásticos en solidez, firmeza, utilidad, si alguien examina el método y las fuentes de los casos? Téngase el mismo juicio sobre los demás puntos que con gran frecuencia inducen a los hombres a los errores"

En otra parte de la Lógica también habla de la pedantería filosófica. Dice que pedante era inepto entre los latinos, dentro de los pedantes coloca a los consecuentarios, los que al no poder refutar con conocimientos, amenazan y

ofenden para derribar al menos de rango y posición a los adversarios, además dice (42.87):

"Por ejemplo, que alabe alguien la investigación filosófica de Boyle, Leibniz, Newton, Lewenhoeck, Clarke, Kerham y de los demás heréticos que colocaron en buena luz la filosofía. El consecuenciarlo deduce: que es herético o sospechoso de herejía, que no debe ser oído y que cuanto erudición de ahí dimana: debe ser rechazada como perniciosa."

En la sección de Metafísica habla sobre aquellos filósofos que han ido en busca de la verdad y dice (42.149):

"Quienes se glorian del nombre de filósofos deben estar de tal manera inflamados por el deseo de buscar la verdad, que, sin adherirse a ninguna secta y sin seguir ni a Aristóteles, ni a Platón, ni a Leibniz o a Newton, sino siguiendo la verdad, no deben jurar por las palabras de ningún maestro."

En una parte de la sección de ética o filosofía moral, habla de las virtudes y de los vicios que impiden llegar a las metas, como ejemplo de una persona sin vicios pone a Newton, diciendo (42.188):

"Es fama que, preguntado Newton si alguna vez se había dado a los amores, respondió que nunca le había sobrado tiempo de las meditaciones filosóficas para pensar acerca de ese punto."

La segunda parte de este libro, llamada Física, no se ha terminado de traducir al español (se encuentra en la Biblioteca Nacional de la UNAM), por lo cual no se menciona.

c) **PRINCIPIOS DE FISICA MATEMATICA Y EXPERIMENTAL** de Francisco Antonio Bataller.

Este libro se relaciona con Newton de tres maneras:

- i) Menciona a Newton y a sus teorías.
- ii) Establece las leyes de la mecánica newtoniana y hace uso de diversos conceptos tomados de los *Principia Matemática*, dentro de un programa docente en el Seminario de Minería.
- iii) Utiliza la mecánica Newtoniana para la solución de problemas prácticos de la minería novohispana.

A continuación se analizarán los tres casos. En el primer caso se darán las citas textuales que mencionan a Newton, para evitar confusiones. En el segundo se hará una comparación con el libro de *Principios Matemáticos de la filosofía*

natural de Newton, para poder analizar el contexto de la mecánica Newtoniana en esta obra.

i) Citas de Newton

El capítulo 2 del tratado 1 trata sobre el vacío y dice (A65.11):

"...Aunque la existencia de este vacío está suficientemente probado por Newton (), y otros muchos Autores, que le han sucedido, con todo, respecto á que se ha dudado de ello, así por los antiguos (), como por algunos modernos lo dexaremos en estado de cuestion ó lo propondrémos, como una hipótesi."

En el capítulo 4, de este tratado, se refiere a los principios o elementos de los cuerpos, los que divide en primarios (aquellos elementos que ya no se pueden descomponer) y en secundarios (compuestos que se pueden separar en elementos). Sobre los principios primarios, explica las opiniones de varias personas, entre ellas la de Newton, lo considera atomista y no comparte su opinión, argumentando de la siguiente manera (A65.53-54):

"Este celebre autor dice () que los principios primarios de los cuerpos son unas partículas, ó cuerpecillos sumamente pequeñas esféricas, y perfectamente duros, es decir, de una dureza absoluta, ó infinita, tal que ninguno de los agentes naturales, es capaz de allercrila, ó hacerle impresion. De consiguiente supone tambien que estas partículas son indivisibles"

"Contra esta opinion de NEWTON hoy que decir dos cosas: una que la dureza de las primeras partículas de la materia no se puede suponer perfecta, ó infinita: pues aunque se supongan de tal naturaleza, que los agentes naturales no sean capaces de hacerles impresion, respecto á que estos no son infinitos no se puede inferir, que la dureza sea infinita: á mas de que esto se opone al principio, que se ha repetido algunas veces, y dexamos supuesto ()..."

En una referencia que hace al libro llamado *Física del Mundo* (escrito por varios autores) se refiere a Newton sólo al decir que en este libro se intenta contradecir el sistema de atracción de Newton (A65.59):

"Lo esencial de este Sistema se reduce á tres puntos. El 1o. es contradecir el Sistema de Atraccion de Newton, recurriendo para esto á impulsión, como hacia Cartesio"

En el artículo que se refiere a los principios, en especial de los particulares menciona diversas opiniones, entre ellas la de Newton, dice (A65.74):

"...de los Físicos, aun aquellos, que han formado sus sistemas particulares, como Cartesio, Newton, Lepnitiz, y el P. Boscovich, se inclinan á suponer que la materia de las primeras partículas de los cuerpos es homogénea. Así mismo es opinion comun en el día de que las partículas elementares son de una

solidez casi perfecta, é inalterable por los agentes naturales, y que su figura es esférica, ó quasi esférica, fundada en unas razones muy sólidas."

Al referirse a la porosidad Bataller no comparte la opinión de Newton entre otros autores, al hacer un cálculo de la porosidad dice (A65.93-94):

"Sobre estas reflexiones han establecido Newton (), Keil (), Mussembroek (), y otros físicos un calculo especioso, para hacer el colejo de la cantidad de poros, ó vacíos, que hoy en los cuerpos, con respecto á su peso absoluto, ó á su gravedad específica. Mas por quanto no conocemos la figura de las particulas del oxa, ni del cristal, por exemplo, ni se sabe tampoco, si la materia estraña, que llena los poros de uno, y otro cuerpo, es ó no de la misma gravedad específica: nos persuadimos ó que este calculo no puede ser exacto. Asi es, que en la hipotesi de algunos físicos (), que suponen, que cada cuerpo tiene una atmosfera eterea, diferente de naturaleza en unos, que en otros, no tiene lugar el calculo de Newton: Por tanto dexaremos al cuidado de los curiosos estas investigaciones, y pasaremos á dar otras nociones, que tienen relacion con la materia de que se trata en este Capitulo."

En el capítulo que se refiere a la atracción a distancias grandes, menciona la obra de Newton, dice (A65.138):

"La atracción de los cuerpos á distancias grandes, se prueba por un gran numero de razones fundadas en principios metemáticos, y en observaciones astronomicas, como puede verse en las Obras de Newton (), Freind, Keil (), y de otros que tratan con extension de esta materia. Aqui nos contentamos con indicar dos razones de las mas generales."

Relacionando las aguas y los vapores del mar con la gravedad, dice (A65.139-140):

"Por la misma razon: si las aguas, que se levantan en vapores del Mar, que se regula compone cerca de dos terceras partes de este Globo, no pudiesen bolver á él, en el discurso de algunos siglos, vendria la tierra á quedar sin mar, y sin aguas. Y he aqui una idea por mayor, de la razon en que se fundan los Newtonianos, para suponer, que la gravedad, ó la propension, que tienen los cuerpos á dirigirse hacia el centro de la tierra, es un efecto de la atracción en general."

Cuando menciona que los planetas con sus satélites giran alrededor del Sol por acción de la gravedad, dice (A65.142):

"Luego si por la misma razon suponemos, que la tierra se mueve alrededor del Sol, segun el sistema de Copernico, y de Newton, es indispensable que la Luna sea atraida por la tierra: pues en este caso se hallará la Luna respecto de la tierra, en el mismo estado, que se há considerado el cuerpo lunar A, respecto de la Luna L."

Cuando habla de la historia del descubrimiento de la atracción general, no se le atribuye a Newton, sino desde los Griegos, hasta Copérnico, Galileo y Kepler, sobre este último dice (A65.144):

"No hay duda, que Newton trabajo sobre estas ideas de Keplero; pero no obstante esto, es preciso confesar, que á el se le debe la aplicación general de este principio, no solo á la Astronomía, sino á todas las partes de la Física. Se cuenta que el motivo de haver adelantado sus ideas sobre esta materia, nació de haverle caído una manzana sobre la cabeza: de aqui comenzó á discurrir, si los cuerpos á una gran distancia de la tierra tendrían la misma propension de dirigirse hacia el centro del ella, y á conjeturar que la Luna podría también ser atraída de la tierra. Despues con su gran talento, y la aplicación del calculo de los infinitos, estableció sus sistema de atraccion, con tan numerosas aplicaciones, que con razon ha sido, y es admirado de todos los sabios, como puede verse en casi todas las obras modernas, que tratan, así de la Física, como de la Astronomía."

Cuando habla de las cosas que contribuyen a variar el efecto de la atracción en el contacto, menciona que un tiempo los químicos observaban que ciertas substancias se combinaban con mayor facilidad que otras, en un tiempo le llamaron afinidad después atracción, más tarde atracciones electivas, y respecto a Newton dice (A65.148):

"...En el día, que se supone, que el efecto nace de un solo principio se le da indiferentemente por los Químicos el nombre de atraccion, de adherencia, de cohesion, y el de afinidad; pero ocurriendo siempre en esta parte á las leyes del Sistema de atraccion de Newton, que está generalmente recibido, por todos los Químicos modernos."

En el artículo cuarto, donde se refiere a las leyes de la atracción, empieza con Newton diciendo (A65.152):

"Despues que Newton arregla su sistema de atraccion, y estableció la ley de que la atraccion se exercia en razon directa de las masas, e inversa de los quadros de las distancias, advirtió que esto se podía verificar muy bien á grandes distancias; pero que no correspondía con exactitud en las distancias cortas. Por esta razon se vio obligado á decir, que era necesario establecer la razon inversa de los cubos de las distancias, ó bien otra potestad mas alta. Posteriormente todos los Partidarios de Newton, y con especialidad el Conde de Boufflon (), han hecho un gran numero de tentavios á fin de comprobar esta ley de la razon inversa de los cubos."

Cuando habla de la razón inversa de los cuadrados de las distancias se refiere a Newton así (A65.155-156):

"Amos de esto Newton (), Euler (), M. de la Grange () y otros Matematicos demuestran, que para que un cuerpo se mueva en una elipse en virtud de la fuerza centripeta, y de la centrifuga, es necesario que esta siga la ley de la razon inversa de los quadrados de las distancias..."

Quando se refiere a que la atracción se ejerce en razón directa de las masas dice (A65.156):

"Que la atraccion se ejerce en razon directa de las masas, es una cosa, en que convienen todos los Fisicos, y esto mismo se convence por varios calculos, y razones, que pueden verse en Newton (), y en el comentador de la Mecanica del Sr Don Jorge Juan ()."

Al referirse a la divisibilidad de la materia, menciona varias opiniones entre ellas la de Newton, que dice (A65.168):

"La opinion de Newton. Este celebre Autor toma una opinion media, entre las de los antiguos, y la de Cartesio: dice (), que los elementos de los cuerpos son extensos, pero perfectamente duros, y por lo mismo indivisibles..."
después añade (A65.170):

"...Tampoco se puede comprehendérse como siendo extensas estas particulas, segun las opiniones de Cartesio, y de Newton, no sean divisibles: lo que parece repugna á las ideas, que tenemos de la extension, y de su divisibilidad de la materia."

Donde prueba que hay infinitos de distintos órdenes ($1/x$, $1/x^2$, ...), se refiere a Newton de la siguiente forma (A65.177):

"La posibilidad de estos infinitos se convence por varias razones, que pueden verse en Newton (), y en otros Autores ()."

En el tratado II, no menciona el nombre de Newton para nada.

El tratado III, empieza con la definición de Newton de un fluido, sacada de su obra Principia Philosophiae Naturalis (A65.2):

"Por fluido entendemos un agregado de particulas, ó cuerpecillos que ceden á la menor fuerza, y cediendo se mueven en todas direcciones."

"Esta es la definición que da Newton (a), y otros autores de los fluidos..."

En la pregunta que se hace Bataller de que si las partículas de los fluidos son sólidas, e inalterables, dice de Newton (A67.9):

"...El que las particulas del agua, y del azogue sean solidas, tiene algun mas fundamento segun la opinion de Newton (1): pues se advierte, que el agua en el instrumento llamado, martillo de agua (m), y el azogue en la parte superior del Barometro dan un golpe, y sonido, como si fuesen cuerpos solidos..."

Para demostrar que un fluido contenido en un recipiente, y en reposo presenta una superficie horizontal, lo hace en base a que (A67.18-19):

"En la Proposición, que se acaba de demostrar, se supone la tierra perfectamente esférica, Segun el sistema de Newton, y las observaciones de los Físicos modernos resulta sea un Elipsoide (); pero siendo como es, la diferencia de los diametros mui corta, hay tambien mui poca diferencia de los arcos esféricos, alas elípticas; por lo que en la practica quando las distancias son cortas no merece tenerse en consideracion."

En el capítulo sexto, donde se refiere a la variación que padece el equilibrio de los fluidos en los tubos capilares, dice que aún no se ha encontrado explicación convincente de los efectos de los tubos capilares con líquidos, considera la mas común, la de Newton y dice (A67.98):

"La opinion mas comun, y que ofrece menos dificultad es la dela atraccion, y respulsion, segun el sistema de Newton (). Conforme a este sistema, si ponemos una gota de agua al comenzar a subir por entre los dos planos de cristal, es facil entender, que estas atraerán a la gota de agua a cierta altura: esta se halla alli atraida de los mismos planos; pero como estos se hallan mas inmediatos por razon dela inclinacion, que se les dá, la gota de agua subira mas arriba, y de hay a otra mayor altura, hasta llegar a lo mas alto de los planos. En los demas casos se discurre de un modo semejante a este: menos en el primero (), en que es preciso recurrir a el efecto dela repulsion, a atraccion negativa. Porque en realidad bien examinada la cosa, lo que llaman repulsion los Newtonianos son unas atracciones negativas, es decir, que siendo mayor la atraccion, que tienen las particulas del azogue unas con otras, que la que tienen en el cristal, prevalese el efecto de esta, a aquella, y asi retrocede, y baxa un poco el azogue en la pierna capilar dela linea del nivel en lo que se advierte, que aunque parece repulsion este retroceso del azogue, no es sino un efecto dela atraccion que tienen entresi las particulas del azogue..."

En la segunda parte, del capítulo 2, relacionado con el choque de los fluidos y de la resistencia de los intermedios dice (A67.157):

"Advirtiendo Newton, que las teorías a cerca de las resistencias de los intermedios no eran satisfactorias completamente, ocurrió a la experiencia, y para esto se valió de los Pendulos. Conoció, que la regularidad del movimiento de estos contribuye mucho, para la mayor exactitud. Con todo esto, con las experiencias que hizo, como advierte el Sr Don Jorge Juan () no resulta, que las resistencias sean como los cuadrados de las velocidades, que era el principal objeto, que se propuso reconocer: pues aunque esta se verifica en las oscilaciones grandes, no resulta asi en las pequeñas..."

En la sección de usos del Barómetro, utiliza el método de Shuckburg (de Inglaterra) para conocer la altura de cualquier cerro con la ayuda de este

instrumento. Al explicarlo y dar un ejemplo añade que este método no es válido para todos los países (como los del Ecuador) pero se puede corregir considerando que las densidades del aire varían como una progresión geométrica y las alturas como una progresión aritmética y sobre Newton dice (A67.295-296):

"Si se vá subiendo de línea en línea, irán creciendo estas alturas en razón recíproca de las del Barómetro, y formanó una serie de términos semejantes á la de los logarítmicos correspondientes á los números que representan dichas alturas: ó una serie de términos semejantes á las áreas, ó espacios hiperbólicos comprendidos entre las Asíntotas de la hipérbola equilateral, como demuestran Halley (), Newton (), o una serie de términos semejantes á los de una progresión harmónica, según prueba de Luc en la Obra citada: que todoó ello viene á ser una misma cosa."

ii) Contexto de la Mecánica Newtoniana en esta obra.

En el Tratado I, se manejan, los conceptos que se usan en los siguientes dos Tratados. Menciona los distintos puntos de vista de diversos autores y los analiza.

En la descripción de esta obra hecha en el capítulo anterior, se puede observar cómo los conceptos que define Bataller no son los mismos que define Newton en su primer libro. También al igual que Gamarra, tiene una tendencia a empezar como empezaban otras obras como las de Nollet (A70), Mussembroek (A75), y s'Gravesande (A77), etc.

El tratado II, consiste esencialmente del material que Newton maneja en el libro I de sus Principia Matemática, ambos hablan de las leyes del movimiento. No lo hace en el mismo orden y de la misma manera que Newton, sino que sintetiza el material de muchas obras que también difundieron la mecánica Newtoniana, incluyendo la de Newton (A66).

También tiende a seguir el mismo orden que los libros que se mencionaron anteriormente, con tendencia hacia el de Nollet y Sigaud de la Fond, ya que el de Mussembroek y el de s'Gravesande son más teóricos (A80).

Parte del contenido de la primera y segunda parte del Tratado III, que se refieren a hidrostática e hidráulica respectivamente, se encuentra en el libro II de la obra de Newton, el contenido no es exactamente el mismo, Bataller toca

puntos que Newton no menciona, y viceversa, Newton trata muchos casos de fluidos que Bataller no menciona tampoco. Además la tercera parte del tratado que se refiere a la Aerometría o estudio del aire como un fluido, no viene en la obra de Newton.

En este tratado y en el anterior, Bataller se muestra muy experimental. Este tratado se parece mucho en su estructura y en su dinámica (principalmente experimental) al libro de R. Cotes (A47). Definitivamente no es una copia de este sin embargo se pudo haber guiado más en este texto que en otros.

Englobando estos tres tratados, su contenido teórico-experimental general, se refiere a la mecánica Newtoniana, no extraído de los Principia directamente, aunque hay consultas directas de este texto, más bien tienden a ser, tanto de estructura como de contenido, similar al de los libros europeos difusores de esta filosofía. Sin embargo es conveniente notar, que la obra de Bataller a diferencia de las europeas, de la de Newton e incluso de la de Gamarra, resuelve problemas prácticos de Minas.

En el tratado V, el personaje al que mas recurre Bataller, es a Newton, quizás porque sus *Opticks* era de mucha importancia en su época. Este tratado no se analizará en este trabajo debido a que lo importante es la parte de Mecánica, sin embargo no cabe duda que sería buena idea el analizarlo, en el contexto de la óptica de su época.

iii) Utilización

Bataller definió la mecánica newtoniana o "Taxonomía" como: "la ciencia físico-matemática que trata de la naturaleza y propiedades del equilibrio de los cuerpos". Como los cuerpos se dividían en sólidos y fluidos, la mecánica se dividía en dos: "una que trata del movimiento de los primeros, y otra del que corresponde a los segundos", ésta última llamada hidrodinámica.

La mecánica de los sólidos se dividía en estática y dinámica. "La Estática o Maquinaria -decía- es la que abraza todo lo perteneciente al equilibrio de las fuerzas y por consiguiente al movimiento libre de los cuerpos" (A56.1-3).

En el Tratado II, el cual se refiere a la mecánica de los sólidos, solo trata la estática o maquinaria. Define varios conceptos, como fuerza, velocidad, masa, distancia, tiempo, y las 3 leyes de Newton para analizar el movimiento de los

cuerpos. Toda la física que desarrolló en este tratado, la utilizó al final, donde aplicó las leyes del movimiento compuesto al equilibrio de las siguientes máquinas simples:

Funicular: "Aquella en que solo se haze uso de cuerdas para sostener un poco contrarrestar el esfuerzo de varias potencias".

De la Palanca: "Una barra de qualquiera figura que descansa sobre un punto nombrado, punto de apoyo base hipomaetia y Centro de movimiento de la palanca, de modo que las fuerzas aplicadas sobre ella no pueden darle otra movimiento que el de rotación alrededor de otro punto".

Balanza: "La balanza es una maquina compuesta de la palanca AB llamada la cruz en cuyos extremos cuelgan por medio de cordones dos platillos C y D donde se ponen los cuerpos que queremos parar equilibrandolos con un peso conocido".

Balanza romana: "sirve para pesar las cantidades de peso muy grande, que no pueden pesarse comodamente en la Balanza Ordinaria. Es una palanca de primera especie de brazos desiguales".

Carrucha o Polea: "Cilindro de poco grueso y de un diametro arbitrario".

Torno o exe de peritrochio: "Es un eje que gira obligado de una palanca y de las potencias que se le aplican".

Plano inclinado: "Es aquel que forma angulos oblicuos con el horizonte".

Tornillo: Consta de dos piezas, una que se llama el Tornillo y otra llamada luerca.

Cuña: "Es un prima triangula hecho de una materia dura cuyo oficio es partir o rajar: mantener separados dos cuerpos; comprimir y sugetar unos con otros, y algunas vezes sirve para levantar pesos".

El estudio de las máquinas simples era importante porque las máquinas que se manejaban o conocían en ese tiempo, eran producto de una combinación, algunas veces compleja de las máquinas simples.

Sin embargo el estudio de las máquinas e instrumentos en general era importante, porque se podía obtener con mayor eficiencia y menor esfuerzo lo que se deseaba, los instrumentos también contribuían en este beneficio.

En la segunda mitad del siglo XVIII, los novohispanos comprendían la utilidad de los diversos tipos de máquinas e instrumentos, tanto en la vida cotidiana como en cualquier tipo de trabajo o labor. Como se mencionó anteriormente, Bartolache difundió diversos tipos de instrumentos útiles a la medicina (como el termómetro y barómetro), Alzate mostró a través de sus revistas el gran beneficio económico que la Nueva España podría lograr si se introdujeran

máquinas en diversas áreas de trabajo, y Velázquez de León fue de los primeros que inventó algunas máquinas y sistemas para el servicio de las minas.

Bataller, a diferencia de los demás, primero hizo un tratamiento físico matemático que permitía saber el por qué del funcionamiento de las máquinas, y después explicaba el para qué servía y cómo se utilizaba. Esto permitió, por una parte, que algunas máquinas e instrumentos que no podían ser comprados o traídos de Europa, se construyeran en México con la misma calidad tanto de diseño como de función y precisión, que en cualquier otro país, Humboldt por ejemplo decía:

"La Escuela de Minas tiene un laboratorio químico, una colección geológica clasificada según el sistema de Werner, y un gabinete de física, en el cual no sólo se hallan preciosos instrumentos Ramsden, Adams, Le Noir y Luis Berthoud, sino también modelos ejecutados en la misma capital con la mayor exactitud, y de las mejores maderas del país" (30.81).

La física que utilizó Bataller para explicar el funcionamiento de las máquinas, fue totalmente Newtoniana, como acabamos de ver; la mecánica que incluye las leyes de Newton y las de movimiento, se utilizaron para determinar el equilibrio de las máquinas simples, máquinas que se utilizaron desde la construcción de un reloj o de un molino para aprovechar el viento, hasta complejos mecanismos de desagüe de minas.

La parte de la mecánica Newtoniana que mayor trascendencia tuvo en el Seminario, fue la hidrodinámica, la cual en palabras de Bataller *"es la ciencia, que trata del equilibrio, y movimiento de los fluidos"*. Los fluidos los divide en incompresibles y compresibles. Respecto a los primeros, la hidrostática se encarga del estudio del equilibrio, y la hidráulica del movimiento. Del estudio de los compresibles se encarga la aerometría. Para desarrollar este tratado consultó en algunas ocasiones la edición en latín de los *Principia Mathematica de Newton* (A66.1).

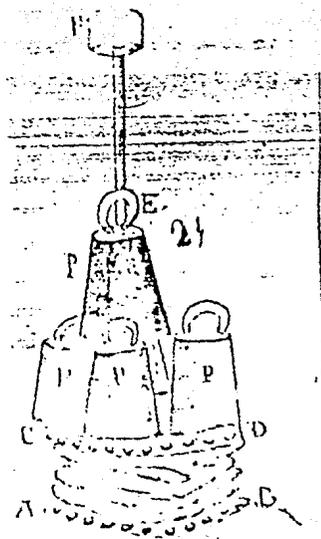
La hidrodinámica de esa época se confundía o mezclaba con la química cuando se trataba de estudiar los métodos de amalgamación que involucraban el fuego; es decir, había que explicar por qué algunos metales sólidos, se transformaban en líquidos al aplicarles calor, para esto consultó *Tráite Elementaire de Chimie de Lavoisier* (traducido en el Real Seminario de Minería para usarse en la cátedra de química), *Esai Analitique sur l'air pur*

de dela Metherie, y otros, concluyendo que aun se desconoce la causa, dice, es *"secreto intimo de que pende la movilidad de las particulas delos fluidos"* (A67.7).

En la primera parte del Tratado III de hidrodinámica, describe la física del fluido en equilibrio y la presión que hacen los fluidos en las vasijas donde se encuentran contenidos, se basa en el "principio" de que presión* es igual al producto de la base por la altura por la gravedad específica** del agua para explicar el funcionamiento de la palanca hidráulica o fuelle hidráulico, mostrado en la figura 1. La palanca esta constituida por un fuelle de cuero movable (ABCD), que carga varios pesos (P), del centro sale un tubo (EF) que conecta con el interior del fuelle, al llenar este de agua, se observa que basta poner unas gotas de agua por el tubo para mover los pesos.

Demostó además en base a la definición de presión que (A67.31-36):

"Los gruesos, que deben darse á los cilindros de las Bombas, y de otras Maquinas hydraulicas han de estar en razon compuesta



PALANCA O FUELLE HIDRAULICO

FIG. 1

* Bataller definió la presión como una fuerza que "es igual al peso dela columna vertical del fluido, que esta sobre ella" (A67.19).

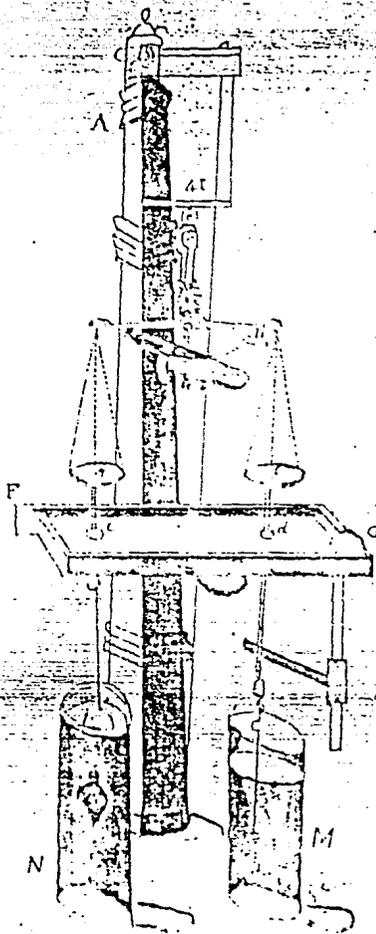
** - Hoy en día; gravedad específica es la densidad del líquido por la gravedad.

directa de las alturas, de los radios de los cilindros; de las gravedades específicas de los fluidos; é inversa de las tenacidades de los metales de que se compongan. Para mostrar la relación de este principio con la minería, diré que resolvió el siguiente problema: "Determinar el grueso, que se deve dar á un tubo de cobre de dos pulgadas de diametro, para que aguante el esfuerzo de una columna de azogue de 19 pies de altura".

En el capítulo 5 de la primera parte, explica cómo usar la balanza hidrostática (ver figura 2) para medir gravedades específicas de sólidos, y del areómetro o pesalicores (ver fig. 3) para fluidos. De este último dice cómo construirlo.

En la segunda parte del Tratado III, hizo un análisis del movimiento de los fluidos en especial del choque de estos, para aplicarlos al final al movimiento de las máquinas, como las que se muestran en las figuras 4 y 5. Bataller apinaba al respecto que (A67.167 y 178):

"El agua, que sirve, para mantener la vida del hombre, y de los animales, es uno de los agentes mas poderosa, que se conocen. Su aplicación al movimiento de las Maquinas es tan útil, é interesante, como vemos en los Molinos de Trigo, y de Azeite: en los Batanes: en las ruedas destinadas al movimiento de las Bombas; y en otro gran numero de ingeniosas aplicaciones, que se hacen de la fuerza de este Elemento"... "Para hacer un uso ventajoso de la fuerza del agua, para



BALANZA HIDROSTATICA

FIG. 2

el movimiento de las Máquinas, es necesario atender á otras varias particularidades, que explicaremos por menor, quando se trate de la aplicación de la Física á la construcción de Máquinas que se emplean en la laboria de las Minas".

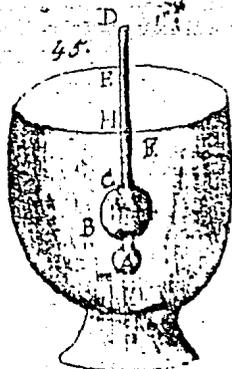
La tercera parte, la dedica a la Aereometría "ciencia o parte de la Física,

que trata de las propiedades del Ayre, y de otros fluidos aeriformes". Estudia el aire como un fluido, el cual tiene peso (o gravedad específica por volumen), menciona que gracias a que el aire es un fluido pesado es posible la existencia del globo aerostático (ver fig. 6) "porque siendo el peso total del Globo

menor que el peso del volumen del ayre, que desaloja, ú ocupa, es preciso que suba para arriba...", según los principios de la hidrostática, de donde se denomina la palabra aerostático (A67.204).

Después de hacer un extenso análisis de las propiedades, explica sus características, funcionamiento, utilidad y construcción de varios instrumentos y máquinas "cuyo efecto - dice - pende del peso del ayre, o de su elasticidad, ó de su dilatación provenida del calor" (A67.234). Las máquinas que analizó, fueron:

1.- El barómetro, "es un instrumento, que sirve principalmente



PESALICORES

FIG. 3

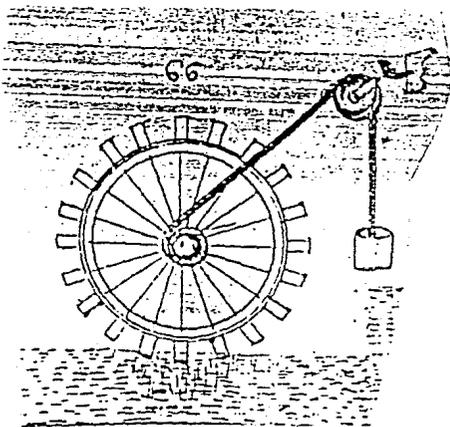
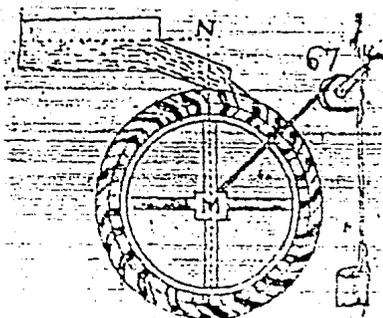


FIG. 4

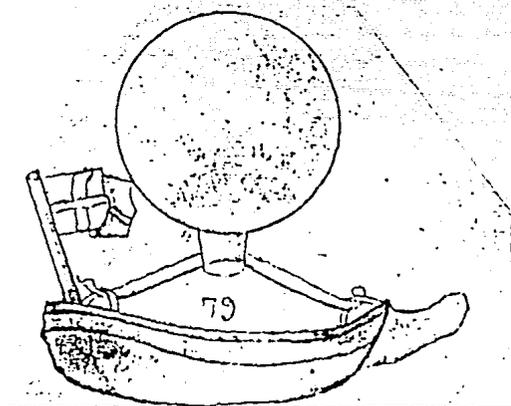
para denotar las variaciones que padece el peso del ayre dela atmósfera". Los usos que Bataller le atribuye a este instrumento son: "1o. El que se hace en la Meteréologia, donde sirve como prognosticos para conjeturar en cierto modo el tiempo sereno, lluvioso, ventoso etc. 2o. En la Fisica, y en la Quimica para el cotejo de varios experimentos, y con especialidad en la Quimica, para graduar las gravedades especificas delos Gases, ó fluidos áeriformes. 3o. Ultimamente sirve este instrumento para saber la diferencia de nivel de un lugar dela tierra, esto es, lo que tiene de mas alto, ó mas baxo sobre el nivel del Mar; y de aquí mismo se saca el metodo para averiguar la altura de un Cerro, y tambien la profundidad de un Mina, ó escavacion subterranea. De estre todos estos usos, se centra especificamente en explicar el tercero, resolviendo el siguiente problema: "Averiguar la altura de un Cerro, ó la profundidad de una Mina por medio del Barómetro", ver fig. 7 (A67.281-304).

2.- Bombas, "son unas Máquinas hidraulicas, ó unos tubos de metal, ó de madera, ó de ambas cosas, que sirben para subir el agua á diferentes alturas". Las bombas, las dividía Bataller en "atrahente e



APLICACION DEL CHOQUE O FUERZA DEL AGUA AL MOVIMIENTO DE LAS MAQUINAS

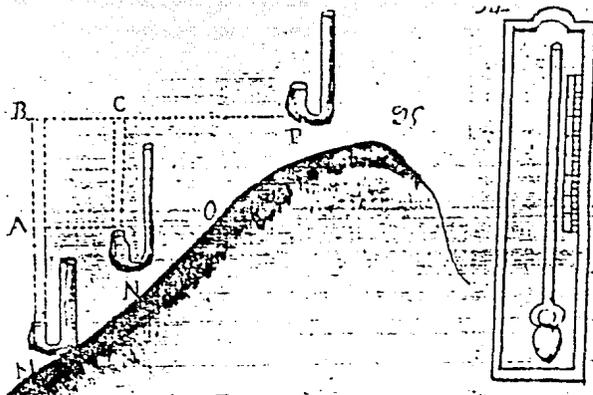
FIG. 5



GLOBO AEROSTATICO

FIG. 6

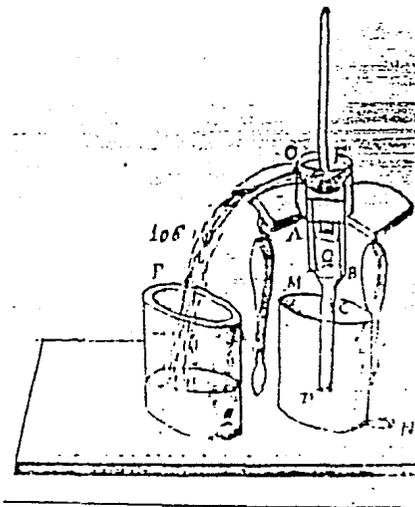
impelente". La atrahente funciona mediante el vacío, la impelente por presión y la compuesta tiene las ventajas de las dos anteriores (ver fig. 8). Bataller se refería a las bombas de la siguiente manera: "No es dudable que las bombas por su simplicidad, por su duración, y por el poco costo con que se pueden hacer, son acaso las Máquinas hidráulicas mas ventajosas y mas propias para los Desagües...apagar incendios, decoración de los jardines" (A67.304-343).



BAROMETRO
FIG. 7

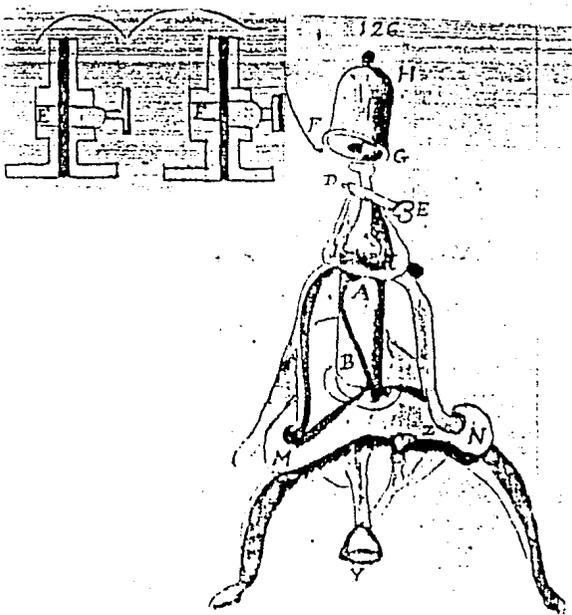
3.- La Máquina Neumática, "Se le dan los nombres de Maquina neumatica, Maquina del vacío, y Maquina de Boyle, â un recipiente, ó campana, (que comunmente es de cristal) del qual se procura extraher el ayre, y resulta un vacío donde se observan varios fenómenos dela naturaleza", ver figura 9 (A67.345-456).

El conocimiento, manejo y uso de las máquinas e instrumentos, era muy importante para el Seminario de Minería, ya que Elhuyar pretendía introducir diversos tipos de máquinas para



BOMBA
FIG. 8

desaguar y extraer el mineral de las minas, por lo que los estudiantes del Seminario se ejercitaban primero en el laboratorio de física y más tarde en las minas.



MAQUINA NEUMATICA.

FIG. 9

"Don Salvador Sein, profesor de física de México, ha probado en una memoria muy importante sobre el movimiento giratorio de las máquinas, que a pesar de la extrema ligereza de los caballos mexicanos no producen en los malacates el máximo del efecto que cuando, empleando una fuerza de 175 libras, andan con una velocidad de cinco o seis pies por segundo". (30.363).

Andrés Manuel del Río*, catedrático de mineralogía del Seminario, tuvo desde su llegada a la Nueva España, el interés de probar a los mineros mexicanos las ventajas de las máquinas y la posibilidad de hacerlas en la Colonia. Construyó una máquina para desaguar las minas de Morán, de la cual Humboldt opinaba lo siguiente (30.362-363):

"Esta máquina, que es la primera de este género que se haya construido en América, es muy superior a las que existen en las minas de Hungría; fue construida según los cálculos y planos del señor del Río... y la ejecutó el señor Lachaussée, artífice natural de Brabante, hombre de señalada habilidad, que también construyó para la Escuela de Minas de México una colección muy importante de modelos útiles para el estudio de la mecánica y de la hidrodinámica".

El mismo Elhuyar *"dedicado con especialidad á perfeccionar los métodos de desagüe de las minas, estableció y mejoró la máquina de columna de agua en la mina de Moran del Monte, con grande efecto y esperanzas. é inventó otra distinta mas sencilla y aplicable que las de Europa, la cual ensayada en grande tuvo la satisfacción de que fuese colocada en las minas de Jesus del Real de Monte"* (A71.9).

Por último la mecánica celeste newtoniana se empezó a enseñar en la cátedra de física del Seminario de Minería, en los últimos años del siglo XVIII.

Hemos visto cómo la mecánica newtoniana fue esencial para la cátedra de física experimental del Seminario de Minería, principalmente relacionada con la elaboración, utilización y aplicación de instrumentos y máquinas útiles para mejorar la explotación y laborío de las minas.

Determinar que tanto mejoró la explotación de las minas, con la aplicación que el Seminario de Minería hizo de la mecánica newtoniana en la utilización de máquinas e instrumentos; sería muy difícil, debido en primer lugar al poco tiempo de vida que tenía el Seminario en el siglo XVIII, es decir apenas 8 años, y sin tomar en cuenta que tardaron 5 años en salir los primeros peritos de minas.

* Don Andrés Manuel del Río (1764-1849). Nació en Madrid y se graduó de bachiller en Alcalá. Estudió física en la capital de España, mineralogía en Almadén, orictognosia en Freiberg y química con Lavoisier en París. Vuelto a España fue enviado a la Nueva, y el 17 de abril de 1795 daba su primera lección de mineralogía en el Colegio de Minería de México. Descubrió en México el vanadio. Al morir dejó escrito el libro de Orictognosia. Murió en esta capital en la más absoluta pobreza (30.96).

Al menos se reconoce sin lugar a dudas, que el Seminario ayudó a mejorar la opinión pública sobre la minería, al respecto Humboldt opinaba que (30.399):

"Las discipulos del Colegio de Minería; una vez instruidos a expensas del Estado, son enviados por el Tribunal a los pueblos cabezas de las varias diputaciones. No puede negarse que el sistema representativo que se ha seguido en la nueva organización del cuerpo de mineros mexicanos tiene grandes utilidades; porque mantiene el espíritu público en un país donde los ciudadanos, esparcidos en un territorio de inmensa extensión, no conocen bastante que tienen intereses comunes; y da al Tribunal la facilidad de reunir sumas considerables siempre que se trata de alguna empresa grande y útil".

Sin embargo, hay datos sobre el incremento en la amonedación que se produjo durante la dirección general de minería de Elhuyar. Por ejemplo de 1789 a 1805, se produjo un incremento que iba de 20 millones de duros a 27 millones (A71.15-16), aunque el mismo Elhuyar opinaba que la amonedación había sufrido un cambio favorable desde la creación del Tribunal, el cual había promovido diversas exacciones en esta actividad (A72.87).

En un estudio que hizo José Joaquín de Eguía a principios del siglo XIX, sobre la utilidad e influjo de la minería en el reino, decía que era necesario reconocer que el estado de la minería mexicana, pasó, de ser decadente a mediados del siglo XVIII, a ser su principal riqueza a finales del siglo, gracias a las reformas fiscales propuestas por los novohispanos y a la aplicación e introducción de la ciencia moderna en la minería. Lo cual hizo que a principios del siglo XIX se dijera: "México ha de ser grande por la Minería" (A73.5).

En un estudio también hecho en el siglo XIX por Elhuyar, menciona él mismo los aspectos que propiciaron los avances de la minería. Algunos de estos fueron: la disminución del precio del azogue, "la esención del derecho de alcabala en los utensilios y efectos que se consumen ella...", "baja del precio de pólvora...", etc. Consideraba como el factor más importante la reunión del cuerpo de minería, promovida por Lassaga y Velázquez de León (apoderados de los principales Reales de Minas), que culminó en la erección de un cuerpo de Minería y la fundación de un Seminario, al respecto dijo (A73.70-80):

"La segunda ocurrencia que en el orden cronológico contribuyó al incremento y prosperidad de la minería, fué la reunion de sus individuos en cuerpo formal, ideada por el mismo Gobierno en 1773, y promovida sin conocimiento de ello en principios de 1774 por Don Lucas de la Soga y Don Joaquín

Velázquez de León... "De mayor importancia ha sido la trascendencia que tuvo a la minería la declaración del libre comercio de estos dominios en el año de 1778".

El mismo Elhuyar no menciona al Seminario de Minería como punto determinante en los avances de la minería, caso contrario a la creación del Tribunal de Minería, del cual siempre habla de manera favorable.

IV.- CONCLUSIONES

Principales aspectos de la difusión inicial de la física moderna en México:

Aunque en los siglos XVI, XVII y parte del XVIII se enseñaba oficialmente en México la filosofía escolástica, basada principalmente en los textos de Aristóteles; *el Anima, Coelo et Mundo, Physicorum*, en el siglo XVII empezó a formarse una comunidad principalmente criolla que cultivaba la ciencia moderna de manera oculta. Esto dió origen a una sociedad con una dinámica cultural propia, que buscaba una cierta originalidad y arraigo del saber.

A mediados del siglo XVIII dentro de instituciones de enseñanza a cargo de religiosos, se inició la difusión de la física moderna. Algunos miembros de la orden de los jesuitas, interesados implantar en sus Colegios la nueva ciencia, redactaron textos llamados *Cursos Filosóficos*, donde explicaban las teorías mecanicistas, entre otras. En estos *Cursos* se observa el debate entre las ideas galileanas y las newtonianas, que para este periodo aún persistían en Europa. El objetivo de los jesuitas se vió parcialmente truncado con su expulsión, en 1767, pues se continuó enseñando en los Colegios ex-jesuitas la mecánica, la óptica, la acústica y la meteorología, por quienes quedaron a cargo de estos establecimientos.

A finales del siglo XVIII, la polémica entre Descartes y Newton en Europa había llegado a una especie de conciliación. Esta situación se reflejó en la Nueva España en la obra *Elementa Recentioris Philosophiae* de Díaz de Gamarra. Gamarra pretendió introducir la física moderna en la Colonia a través de su libro. Aunque su obra llegó a ser libro de texto de la cátedra de filosofía del Colegio de San Francisco de Sales, y se propuso para utilizarse en la Universidad, no tuvo la trascendencia que su autor esperaba. Probablemente por haber sido un intento aislado e independiente que además no respondía a ninguna necesidad de la sociedad. Se puede observar que a pesar de que el Santo Oficio era muy estricto, ni Gamarra ni los Jesuitas tuvieron problemas en difundir a Newton.

Otro de los medios que se usaron en el periodo para difundir la ciencia moderna fueron las publicaciones periódicas. Las publicaciones en un principio analizaban o simplemente relataban asuntos científicos novedosos. Más tarde, algunos novohispanos utilizaron este medio para llamar la atención de la sociedad, mostrándole lo útil que podría llegar a ser la ciencia moderna si se aplicara a cuestiones de interés para la sociedad de entonces. Entre los autores más destacados se encuentran José Antonio Alzate, José Ignacio Bartolache, Antonio de León y Gama, y Joaquín Velázquez Cárdenas de León. Estos dos últimos se caracterizaron por el excelente dominio que llegaron a poseer de las matemáticas y la física, en especial de la astronomía.

Es claro observar a través de las publicaciones, que después de un período de divulgación y difusión, comenzó el de la producción de conocimientos prácticos. Algunos novohispanos que habían asimilado estos conocimientos empezaron a obtener provecho de ellos. En otras palabras los habían "domesticado". Las investigaciones relacionadas con física y publicadas en el siglo XVIII, se referían principalmente a astronomía observacional aplicada a la geografía, instrumentos utilizados en meteorología y medicina, explicación de fenómenos naturales, teorías cosmológicas que pretendían mantener la concordancia entre la religión y la ciencia moderna, etc.

Principales condiciones que intervinieron en el proceso de Institucionalización de la física:

a) Las élites criollas habían alcanzado un alto desarrollo cultural y una conciencia de los propio o de lo "americano". Además las rivalidades que tenían con los españoles los llevó a sentirse superiores e independientes, como lo observó Humboldt en 1803.

b) La existencia de intereses comunes económicos entre un gremio minero rico y poderoso y la Corona, condujeron a ciertas negociaciones, que propiciaron un avance en el desarrollo de la minería

c) El hecho de que algunos de estos mineros hayan domesticado la ciencia moderna, permitió la creación de una Institución científica en

donde se formarían los técnicos de minas que ayudarían al gremio minero paraa mejorar sus condiciones.

d) Para que la física se erigiera como una ciencia institucionalizada y funcionara, se reunieron instrumentos y máquinas de laboratorio, libros de texto elaborados especialmente para impartir cursos de física, etc., que fueron los primeros en el Continente americano.

A la muerte de los mineros novohispanos ilustrados que estaban a la cabeza del proyecto del Seminario de Minería, se produjo un conflicto de intereses entre la Corona y el gremio minero, la Corona despreciando toda capacidad intelectual novohispana, envió un cuerpo de mineros europeos para administrar toda actividad relacionada con la minería, incluyendo la del Seminario. Estos implantaron técnicas europeas para mejorar la explotación de las minas, sin tomar en cuenta las técnicas ya existentes y utilizadas por los novohispanos.

Características de la Institucionalización y la enseñanza de la mecánica newtoniana en el Seminario de Minería:

a) La institucionalización de la mecánica newtoniana en el Seminario fue contemporánea a muchos países europeos, y se dió por primera vez en América. Tuvo una enorme influencia francesa, principalmente en los libros e instrumentos utilizados para impartir la clase.

b) En Europa a finales del siglo XVIII ya no había polémica entre las ideas cartesianas y newtonianas y en México esto también se reflejó en el Seminario de Minería.

c) La mecánica newtoniana se enseñó en México sin tener problemas con la inquisición.

d) Francisco Antonio Bataller escribió en el Seminario de Minería, el libro *Física Matemática y Experimental* para impartir la clase de física. Este texto cubría las necesidades locales, es decir redactó un libro aplicado a problemas de la minería. Para escribir éste libro, Bataller no sólo consultó los libros más populares de la época (como los de Nollet, Sigaud de la Fond, Mussembroek, etc.), sino también leyó a autores que habían desarrollado una física más formal, como D'lambert, Euler, LaGrange, etc.

Bataller enseñó la física newtoniana especialmente, mecánica y óptica. La mecánica en el siglo XVIII era considerada como la ciencia que se encargaba del estudio de las máquinas. Entonces se volvía necesario conocer las leyes de Newton para explicar el funcionamiento de las máquinas útiles a los mineros. Además, mediante el estudio de la hidráulica se podía llegar a conocer el comportamiento de los fluidos, en especial el agua, el azogue y el aire, elementos que intervenían en el trabajo de las minas.

e) La investigación en física, también tuvo su aparición en el Seminario de Minería, cuando Elhuyar fracasó en algunos intentos para instalar máquinas europeas en las minas mexicanas, sin haber tomado en cuenta las condiciones locales. Fue entonces necesario elaborar en la Nueva España, máquinas que se ajustaran a éstas condiciones locales. A Elhuyar le llevó muchos años comprender que no bastaba introducir máquinas y métodos europeos, sino que había que considerar todo aquel conocimiento que se había creado a través del tiempo y de las distintas necesidades a las que se habían enfrentado los mineros novohispanos.

La vida del Seminario de Minería en el periodo que estudiamos aún era muy corta y por ello hablar del grado de domesticación de la mecánica newtoniana en la Nueva España en el siglo XVIII en su conjunto, sería muy aventurado. No había transcurrido suficiente tiempo todavía como para valorar el producto del trabajo profesional de sus egresados. Sin embargo, se puede mencionar, que la asimilación ó domesticación de la mecánica newtoniana fue el resultado de un proceso complejo, y no unidireccional, en el que el contexto social, económico y cultural jugó un papel definitivo e impuso modalidades a la institucionalización sólo comprensibles por su intervención.

APENDICE "A"

LISTA DE INSTRUMENTOS DE FISICA SOLICITADOS EN 1790

El Tribunal General de Minería solicitó al Director del Colegio, Don Fausto de Elhuyar la lista de instrumentos necesarios para formar el Gabinete que se utilizaría para la enseñanza en el Colegio. En 1790 Elhuyar la redactó y la envió al Tribunal.

No he reproducido toda la lista que Elhuyar escribió, ya que también incluyó instrumentos para el "elaboratorio" de Química (22) y Mineralogía. Como no hace la respectiva división, sólo reproduciré lo que creo perteneció al Gabinete de Física.

Como se dijo anteriormente, Elhuyar se basó en la obra *Elementos de Física* de Sigaud de la Fond, de tal manera que constantemente señalaba solamente el tomo, las láminas y figuras de ésta obra.

La lista se muestra a continuación (A37.17):

- 1o. "Una Máquina Pneumatica de estribo, Fig. 3a. Lamina de Phisica de Mr. Sigaud de la Fond por D. Tadeo Lope"
- 2o. "El instrumento para probar la adherencia de dos planos en el vacio, Fig. 4 Lamina id."
- 3o. La balanza que representa la Fig. 2a. Lam. 3a. tom. id.
- 4o. Un Microscopio como el de la fig. 4a. Lam. id. con us adherentes.
- 5o. Un Eolipila con una Lampara mas sencilla que la de la figura 9. Lam. 4a. tom. id.
- 6o. El Instrumento que representa la Fig. 4. Lam. 6 tomo id. para demostrar la ley general del movimiento compuesto.
- 7o. El Instrumento que representa la Fig. 5a. Lam. id. para demostrar la comunicacion del Movimiento en el choque de los Cuerpos.
- 8o. El de la Fig. 2a. Lam. 7 tomo id. para el mismo fin.
- 9o. El instrumento que representa la Fig. 4a. Lam. id. para demostrar la ley del movimiento reflexo.

10. El de la Fig. 6a. Lam. id. para demostrar la resistencia que oponen los Medios al movimiento.

11. El de la Fig. 6a. Lam. id. para el mismo fin.

12. El instrumento que representa la Fig. 1a. Lam. 9 tom, id. para demostrar los efectos de las fricciones.

13. El tubo de cristal Fig. 5a. Lam. 10 para demostrar la velocidad del descanso de los cuerpos en el vacio.

14. La Maquina de Atwood para demostrar el movimiento acelerado y retardado en la linea vertical que representa la Lam. 11 tom. id.

15. La Maquina que representa la Fig. 2a. Lam. 16 tom id. para demostrar las fuersas centrales, con los adherentes que manifiestan las demas Figuras de la misma Lamina.

16. La de la Fig. 2a. Lam. 11 para comprobar la teoria de la Cuña.

18. Las dos Roscas de Archimedes representadas en las Figuras 4a. y 5a. Lam. id.

19. La Maquina de rodage de dientes que representa la Fig. 7 Lam. id.

20. La Rosca sin fin Fig. 2a. Lam. 12. tom. id. la maquina compuesta que representa la Fig. 4a. Lam. id.

21. La Maquina compuesta que representa la Fig. 4a. Lam. id.

22. Una Balanza como de la Fig. 1a. Lam. 13. tom. id. acompañada de su frasco D. guarnecido con su llave, y de un segundo platillo.

23. La maquina que representa la Fig. 2a. Lam. id.

24. Quatro Frascos de la hechura del de la Fig. 4a. Lam. id. de diferentes tamaños.

25. La maquina representada por la Fig. 1a. Lam. 15 tom. id. con las vasijas R.S.T. por duplicado.

26. Dos tubos como los que representa la fig. 5a. Lam. 16 tom. id.

27. Dos Niveles de Agua como el representado por la Fig. 6 Lam. id.

28. La maquina que representa la Fig. 1a. Lam. 17 tomo id. con los tres tubos E.F.H.I.K.L. duplicado.

29. La de la Figura 2a. Lam. id.

30. La de la Figura 9. Lam. id.

31. La Balanza Hidrostática que respresenta la Fig. 2a. Lam. 18 tomo id. con los adherentes que se manifiestan en las Figuras 3a. 4a. 5a. 9a y 10a. de la misma Lam. para variar con ellas los experimentos

32. La de la Fig. 8a. Lam. id. con sus adherentes y dos recipientes de cristal del grandor correspondiente.
33. Dos Areómetros de la construcción de Fareinheit
34. Otros dos de la de Samthenee.
35. Otros quatro de la de Beaumé, de los cuales dos para las sales y dos para el espíritu de vino.
36. Dos tubos recorbados como el que representa la Fig. 9a. Lam. 19 tom. id.
37. Otros dos como el de la Fig. 9a. Lam. 20 tom. id.
38. La Prensa que representa la Fig. 2a. Lamina 21. tom. id.
39. La Eolipila con su carrillo representada por la Fig. 9 Lam. id.
40. La Bomba de fuego de la Fig. 7. Lam. id.
41. El Digestador de Papin Fig. 6a. Lam. id.
42. Dos Eudiómetros de la mejor construcción.
43. El globo de May de baurg qual la representa la Fig. 2a. Lam. 3a. tomo 3, con su correspondiente recipiente Fig. 3. Lam. id.
44. La Balanza respresentada por la Fig. 4a. Lam. id. con su globo de cristal y el recipinete de la Fig. 3a.
45. Una Fuente de compresion como la de la Fig. 3a. Lam. 6 tom. id. con su bomba ó geringa Fig. 4a. Lam. id.
46. Una escopeta de viento como la de la Fig. 9a. Lam. id. 47. La Fuente intermitente Fig. 4a. Lam. 7 tom. id.
48. Las tres Bombas que representa las Figuras. 4a. 6a y 7a. Lam. 9 tom. id.
49. La Bomba de la Fig. 9 Lam. id.
50. Dos Higrometros grandes de la Construcción de Mr. de Sausure.
51. Otros dos Portatiles de la construcción del mismo
52. Quatro termometros regulares con las divisiones Reaumur y Fareinheit.
53. Otros quatro con Cajas dobladizas como el de la Fig. 9 Lam. 10 tom. id.
54. Otros quatro, cuyos tubos esten metidos en otros de vidrio como el de la Fig. 6 Lam. id.
55. Otros dos transparentes puestos en chapas de plata
56. Dos Barometros estables de la Construcción de Mr. de Luc.
57. Otros dos Portatiles de la construcción del mismo.

58. Un Pyrometro como el de la Fig. 1a. Lam. 2a. tom. 4o.
59. El Instrumento que representa la Fig. 2a. Lam. id.
60. El representado por la Fig. 1a. Lam. 3a. tom. id. con su recipiente por duplicado.
61. El Aparato que indican las Figuras desde la 9a. hasta la 12a. Lam. id. con los vidrios necesarios para variar los experimentos por duplicado.
62. El Aparato que representan las Figuras 8 y 9a Lam. 7 tom. id.
63. Seis vidrios planos de distintos colores como el de la Fig. 6a. Lam. 8 tom. id.
64. El Aparato que representa la Fig. 3a. Lam. id. y su prisma por cuadruplicado.
65. El de la Fig. 5a. Lam. id.
66. Quatro lentes de mano de distintos tamaños como el de la Fig. 7 Lam. id.
67. Una maquina Electrica como la que representa la Lam. 19 tom. id. á excepcion de los dos Conductores Fig. 2a. y de la tabla del Banquillo Fig. 5a. El disco de cristal seria de dos pies de diametro y los demas á proporcion.
68. Las dos chapas A y B de la Fig. 4a. Lam. 10
69. Las Campanillas de la Fig. 6a. Lam. id.
70. Una Bateria Electrica de 4 Jarrones como la que representa la Fig. 1a. Lam. 11 tom. id.
71. El Aparato de la Fig. 2 Lam. id. sin velador
72. Dos excitadores como el de la Fig. 3a. Lam. id.
73. Dos Botellas de Leiden preparadas como las de la Fig. 7 Lam. id.
74. La vasija que representa la Fig. 2a. Lam. 1a. tom. id.
75. La de la Fig. 9 Lam. id.
76. Un electroforo de un pie de diametro
77. Seis cristales de turmalina
78. El Instrumento que representa la Fig. 5 Lam. 18 tom. id.
79. Una dozana de basijas de cristal como la de la Fig. 8, Lam. 4a. tomo 1o. de diferentes tamaños.
80. Dos dozenas de recipientes como el de la Fig. 9a. Lam. 2, tom. 1o. de diferentes tamaños.
81. Dos dozenas de vasijas como las de la Fig. 6 Lam. 1. tom. 4 de diferentes tamaños.

82. Media docena de recipientes con cuellos de alaton como los de la Fig. 3a. Lam. 17 tom. 3o. de diferentes tamaños.

83. Una docena de los mismos de cuello abierto sin guarnicion de alaton.

84. Dos docenas de recipientes como el de la Figura 3a. A.B. Lam. 2a. tomo 3 de distintos tamaños.

85. Dos docenas de recipientes como A.B. Fig. 7a. Lam. 4a. tom. 3 de distintos tamaños.

86. Cincuenta libras de tubos de cristal de 3 á r pies de largo y de calibre de una pulgada hasta 3 lineas.

87. Otras cincuenta libras de los mismos, de calibres inferiores hasta el de tubos capilares los mas finos.

Desafortunadamente varios de los tomos del libro de Sigaud de la Fond estan desaparecidos, por lo que no se puede saber con exactitud a que instrumentos se refería en la lista.

Además se pidieron:

1. Cincuenta estuches de Matematicas ordinarios para dibujo
2. Cincuenta estuches de Instrumentos de Geometría Subterránea
3. Cincuenta Balanzas finas de Ensaye
4. Cincuenta id. mas ordinarios para pesar en polvo el metal que se quiera ensayar.
5. Cincuenta juegos de pesas de Ensaye y 100 ejemplares de la Obra de D. Benito Bails, *Compendio de Matemáticas* en 3 tomos.

De los instrumentos que se pueden reconocer de esta lista, se nota que no sólo se solicitaron instrumentos de Mecánica (como la máquina Pneumática, de Atwood, balanzas, balanzas hidrostáticas, etc.), también de óptica (como microscopios, prismas, lentes, vidrios planos, etc.) y de electricidad (bateria eléctrica, botella de Leiden, electroforo, etc.). Lo que nos indica que en un principio se tenía la idea de enseñar toda la Física que se conocía en la época, pero como la Mecánica era indispensable para el manejo y conocimiento de las máquinas (útiles a la minería), se empezó por esta rama del conocimiento.

Como el equipo tardó varios años en llegar, el indispensable se hizo en la Nueva España para poder dar inicio de la clase de física experimental.

APENDICE "B"

LISTA DE INSTRUMENTOS DE FISICA SOLICITADOS EN 1799

En 1799, se volvió a realizar otra lista de instrumentos necesarios para la clase de física, algunos que aún faltaban por llegar y otros de reciente necesidad. Para mostrar que en realidad se le dedicaba mayor presupuesto a esta cátedra, en especial para sus máquinas, aparece textualmente (A37.215):

"La clase de Física Experimental es la que en el día se halla mas surtida de Máquinas, pero a pesar de varias que se han construido aqui, y de las que han venido de Londres, se hallan segun consta de la Nota de instrumentos, Maquinas y utensilios que el Sr. Director D. Fausto de Elhuyar pidió a España, que faltan las siguientes":

1. El Instrumento para probar la adherencia de los planos dentro y fuera del vacío, como el que se representa en la figura 4a. Lamina 2a. del tomo 1 de Sigaud de la Fond.
2. La Balanza que representa la figura 2a. Lamina 3a. tomo idem., para probar la atracción de los fluidos con los sólidos.
3. El instrumento que representa la figura 4a. Lamina 6a. tomo idem, para probar la ley del movimiento compuesto.
4. El instrumento que representa la figura 5a. Lamina idem. de otro tomo 10. para demostrar la comunicación del movimiento en el choque de los cuerpos.
5. El instrumento que representa la figura 1a. lamina 9. tomo idem, para demostrar el efecto de las fricciones.
6. El tubo de cristal figura 5a. lamina 10 tomo idem, para demostrar la velocidad del descenso de los graves en el vacío.
7. La máquina del rodaje de dientes que representa la figura 7. lamina 11, del tomo 2o. de Sigaud.
8. La rosca sin fin, figura 2a. lamina 12 tomo 2 de Sigaud
9. La máquina compuesta que representa la figura 4a. lamina idem tomo idem.

10. Una balanza como la de la figura 1a. lamina 13. tomo idem, acompañada de su frasco con su llave y un segundo platillo, para probar el efecto de la presión de los fluidos en los sólidos sumergidos en ellos.

11. La máquina que representa la figura 2. lamina idem, tomo idem, para probar la presión vertical de los fluidos.

12. Máquina representada en la figura 1a. lamina 15. tomo idem en las vasijas R.S.T. por duplicado, para demostrar la igualdad de la presión de los fluidos en los recipientes de distintas figuras, siempre que sus bases y alturas sean iguales.

13. La máquina que representa la figura 1a. lamina 17 tomo idem, con los tres tubos E.F.H.I.K.L. por duplicado, que sirve para probar el equilibrio de los tubos comunicantes en diferentes vasos.

14. La máquina que representa la figura 9, lamina idem tomo idem, para probar el equilibrio de los fluidos en el sifón en forma de Bomba.

15. La Balanza hidrostática que representa la figura 2a. lamina 18, tomo idem, con los adherentes que se manifiestan en las figuras 3a, 4a, 5a, 6a, 9a, 10a de la misma lamina para variarse con ellos los experimentos.

16. La máquina que representa la figura 8a. lamina idem tomo idem, para probar la variedad de la compresión del aire, según las fuerzas comprimidas.

17. El Globo de Magdebourg que lo representa la figura 2a. lamina 3a, tomo 3o., con un correspondiente recipiente figura 3a, lamina idem.

18. La Balanza que representa la figura 4a. lamina idem, tomo idem, con su globo de cristal y el recipiente de la figura 3a. lamina idem, para probar el peso del aire.

19. La Bomba ó Geringa para probar el efecto de ella en el vacío, como se representa en la figura 9 tomo idem.

20. Los higrometros grandes de la construcción del mismo autor.

21. Otros dos portátiles de la construcción del mismo autor.

22. Dos Barometros estables de la construcción de Mr. Deluc.

23. Otros dos portátiles de la construcción del mismo autor.

24. Un pirometro chico como el de la figura 1a. lamina 2a. tomo 4 de Sigaud de la Fond.

25. El instrumento que representa la figura 2a. lamina idem tomo idem, que es una especie de Pirometro.

26. El instrumento representado por la figura 1a. lamina 3a, tomo idem, con su recipiente por duplicado, para probar que el fuego no manifiesta luz en el vacio.

27. El aparato que representan las figuras 5a. hasta la 12. lamina idem, tomo idem, con los vidrios necesarios para variar los experimentos por duplicado.

28. El aparato que representan las figuras 8a y 9a lamina 7a. tomo idem, para probar la ley de la reflexion de la luz.

APENDICE "C"

LISTA DE LIBROS DE FISICA DEL SIGLO XVIII, PRESUMIBLEMENTE EXISTENTES EN LA BIBLIOTECA DEL SEMINARIO DE MINERIA,

Como no se ha encontrado un inventario los libros que poseía la Biblioteca del Colegio de Minería en el siglo XVIII, he consultado el CATALOGO que surgió de un inventario hecho en 1892 (A81), lamentablemente muchas de las obras que aún aparecían este año, en la actualidad se desconoce su localización. Sin embargo hay libros que no aparecen en este catálogo, y que sin embargo se encuentran actualmente en la Biblioteca del Palacio de Minería (algunos de ellos, ya deteriorados).

Además, como no se sabe qué libros se compraron en el siglo XIX, pero publicados en el siglo XVIII, voy a considerar que todos aquellos libros de física que daten de este siglo (XVIII), fueron comprados en este mismo siglo.

La lista es la siguiente:

Isaac Newtoni. OPUSCULA MATHEMATICA, PHILOSOPHICA ET PHILOLOGICA, Genevae, 1744, 3 tomos.

- Isaac Newtoni. PHILOSOPHIAE NATURALIS PRINCIPIA MATEMATICA, Genevae, 1739, 4 tomos (solo aparecen los tomos I y II).

- B. Bails. OPERA MATHEMATICA, Genevae, 1744, 2 tomos.

- Bails y Company. TRATADOS DE MATEMATICA, Madrid, 1772, 1 tomo.

- Mariotte. TRAITE DU MOUVEMENT DES EAUX, 1718.

- Cassini de Thury. LA MERIDIENNE DE L'OBSERVATOIR 1744.

- Bouguer. LA FIGURE DE LA TERRE 1749.

- Regnault. LES ENTRETIEN PHYSIQUES D'ARISTE ET D'ENDOXE OU PHYSIQUE NOUVELLE EN DIALOGUES, 1750-1755.

- Condamine de la. MESURE DES TROIS PREMIERS DEGRES DU MERIDIEN DANS L'HEMISPHERE AUSTRAL. 1751.

- Condamine de la. JOURNAL DU VOYAGE FAIT PAR ORDRE DU ROI A L'EQUATEUR, 1751.
- Christiani, Wolfii. ELEMENTA MATHESEOS UNIVERSE, 1741-1749.
- Ozanam. RECREATIONS MATHÉMATIQUES ET PHYSIQUES 1725.
- Joh. Hachimi, Becherld. PHISICA SUBTERRANEA 1703.
- Castel. L'OPTIQUE DES COULEURS, 1740.
- Saverien. DICTIONNAIRE UNIVERSEL DE MATHÉMATIQUE ET DE PHYSIQUE, 1753.
- D'Alembert. TRAITÉ DE DYNAMIQUE.
- Lehemanns Johann. PHYSICALISCH = CKYMISCKE, 1761.
- Paulian Aimé Henry. DICTIONNAIRE DE PHYSIQUE DÉDIÉ, 1761.
- Caille de la. LEÇONS ÉLÉMENTAIRES D'OPTIQUE, 1764.
- Arcet de. MEMOIR SUR L'ACTION D'UN FEU EGAL, VIOLENT, 1766.
- Smith, Robert. COURS COMPLET D'OPTIQUE, Avignon, 1767, 2 tomos.
- Pluche. ESPECTACULO DE LA NATURALEZA, 1771-1773.
- Giannini, Pedro. CURSO MATEMATICO PARA LA ENSEÑANZA DE LOS CABALLEROS CADETES DEL REAL COLEGIO MILITAR DE ARTILLERIA, 1779.
- M. R. Côtes. LEÇONS DE PHISIQUE EXPWRIMENTALE, Paris, 1742.
- Nollet. LEÇONS DE PHISIQUE EXPÉRIMENTALE, Paris, 1783, 13 tomos.
- P. Van Mussenbroek. COURS DE PHISIQUE. Paris, 1749, 2 tomos.
- C. P. Etxleben. ELEMENTOS DE FISICA (alemán), Gottingen, 1777, 1 tomo.
- J. T. Desaguliers. COURS DE PHISIQUE EXPERIMENTALE. Paris, 1751, 1 tomo.
- Nollet. L'ART DES EXPÉRIENCES PHISIQUES, Paris, 1770, 3 tomos.
- Regnault. LES ENTRETIENS PHISIQUES. Paris, 1775, 5 tomos.
- Para du Phanjas. COURS DE PHISIQUE. Paris, 1772, 4 tomos.

- Sigaud de la Fond. DESCRIPTION D'UN CABINET DE PHISIQUE, Paris, 1784, 2 tomos.
- Sigaud de la Fond. ESSAI SUR DIFFÉRENTES ESPECES D'AIR, QU'ON DESIGNÉ SOUS LE NOM D'AIR FIXE, Paris, 1779.
- Sigaud de la Fond. ELEMENTOS DE FISICA TEORICA Y EXPERIMENTAL (traducida por Tadeo Lope), Madrid, 1787 (solo aparecen los tomos II, III, V, VI).
- Sigaud de la Fond. RESUMEN HISTORICO Y EXPERIMENTAL DE LOS FENOMENOS ELECTRICOS, Madrid, 1792.
- Model. RÉCREATIONS PHISIQUES. Paris. 1774, 2 tomos.
- M. Guyot. NOUVELLES RÉCRÉATIONS PHISIQUES, Paris, 1779, 3 tomos.
- M. Rozier. INTRODUCTION AUX OBSERVATIONS SUR LA PHISIQUE, etc. Paris, á 1785. 27 tomos.
- S'Gravesande. ELÉMENS DE PHISIQUE MATÉMATIQUE, Leide, 1746, 2 tomos.
- I. Newton. OPTICE. Lausanne, 1740, 1 tomo (latin).
- J. A. de Luc. TRAITÉ DU BAROMÈTRE. Paris, 1784, 4 tomos.
- A. B. de Laussure. ESSAI SUR L'HIGROMÉTRIE, Neuchatel, 1783, 1 tomo.
- De la Metherie. ESSAI SUR L'AIR PUR. Paris, 1788, 4 tomos.
- J. Caballo. TRATADO SOBRE EL AIRE PURO (alemán).
- Leipzig, DESCRIPCION DEL BAROMETRO Y TERMOMETRO, 1778, 1 tomo.
- F. Caballo. TEORIA DE LA ELECTRICIDAD (alemán).
- Ch. Mahon. PRINCIPLES OF ELECTRICITY, London, 1779, 1 tomo.
- Bertholon. DE L'ELECTRICITW DU CORPS HUMAIN. Paris, 1786, 2 tomos.
- Bertholon. ID. DES VÉGÉTAUX, Paris, 1783, 1 tomo.

También había libros de Física Aplicada principalmente a la Minería (como era de esperarse) en especial sobre Hidráulica, como:

- M. Fabre. MACHINES HYDRAULIQUES. Paris, 1783. 1 tomo.
- Ramelli. L'ARTIFICE MACHINE. 1588, 1 tomo.

De esta lista nos damos cuenta que aproximadamente el 65% de los libros son de origen francés, un 12% de España (se consideran los escritos en España y los traducidos al español), un 10% de libros en latín, incluyendo los textos de Newton, tanto de mecánica como de óptica; por último otros en alemán, italian e inglés.

El contenido de los libros es muy variado; aunque la mayor parte están relacionados con física experimental, no siempre se refieren a la mecánica. Algunos temas de los que abordan son: el aire, el fuego, las máquinas e instrumentos, la óptica, la electricidad, etc.

Además la mayor parte de los libros, eran de reciente impresión cuando fueron comprados, esto es si tomamos en cuenta que el Seminario de Minería se creó a finales del siglo XVIII. De entre estos libros los de Sigaud de la Fond y los de Newton aparecen en mayor cantidad.

BIBLIOGRAFIA

La bibliografía se encuentra dividida en dos partes, la primera se refiere a los libros consultados que se escribieron en este siglo, y la segunda a las fuentes de archivo del siglo XVIII. Como se dijo en un principio, las referencias están ordenadas numéricamente.

SIGLAS

A.G.N.: Archivo General de la Nación

F.R.B.N.: Fondo Reservado de la Biblioteca Nacional

B.N.M.: Biblioteca Nacional de México

F.R.P.M.: Fondo Reservado del Palacio de Minería

B.P.M.: Biblioteca del Palacio de Minería

REFERENCIAS ACTUALES

1. Capel, Horacio, *La Física Sagrada*, España, Ediciones del Serbal, 1985.
2. Gortari de, Eli, *La Ciencia en la Historia de México*, México, Fondo de Cultura Económica, 1963.
3. Gómez Cañedo, Lino, *La educación de los marginados durante la época colonial*, México, ed. Porrúa, 1982.
4. García Stahl, Consuelo, *Síntesis Histórica de la Universidad de México*, México, UNAM Secretaría de Rectoría, 2da. edición, 1978.
5. Navarro, Bernabé, *Cultura Mexicana en el siglo XVIII*, México, 1967.
6. Díaz y de Ovando, Clementina, *El Colegio Máximo de San Pedro y San Pablo*, México, UNAM, Instituto de Investigaciones estéticas, 2da. edición, 1985.8
7. Cortés Nava, Ana María, *Los concursos de oposición en el Colegio de San Idelfonso*, Serie de cuadernos del archivo histórico de la UNAM, (por publicarse).
8. Cortés Nava, Ana María, *Catálogo del Subramo Superiores Ordenes del Ramo Rector del Fondo Colegio de San Idelfonso*, México, D.F., Tesis de licenciatura, 1985.

9. Trabulse, Elías, "La obra científica de Don Carlos de Sigüenza y Góngora 1667-1700", en *Actas de la Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia y de la Tecnología*, SMHCT, vol. 1, 1989.
10. Sigüenza y Góngora, Carlos de, *Libra Astronómica y Filosófica*, México, Edición de Bernabé Navarro, UNAM, 1984.
11. García Fernández, H., "Manifiesto filosófico sobre un genio novohispano: Don Carlos de Sigüenza y Góngora", *Ciencia y Desarrollo*, num. 75, año XIII, julio-agosto 1987, pp. 41-50.
12. Palacio Atard, Vicente, *La España del siglo XVIII, el siglo de las Reformas*, Madrid, U.N.E.D., 1978.
13. Mornet, Daniel, *Los Orígenes intelectuales de la Revolución Francesa 1715-1787*, Buenos Aires, Editorial Paidós.
14. Manrique, Gervasio, *La Historia de España en la escuela*, Madrid, M. Aguilar editor, 1936.
15. Herr, Richard, *The eighteenth century revolution in Spain*, Princeton University Press, 1958.
16. Hamnett, Brian R., *La política española en una época revolucionaria 1790-1820*, México, Fondo de Cultura Económica, 1985.
17. Lafuente, A., Peset, J.L., "La formación de los pilotos en la España del siglo XVIII", *La ciencia moderna y el nuevo mundo*, J.L. Peset et al (ed.), Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas- Sociedad Latinoamericana de Historia de las Ciencias y la Tecnología, 1985, pp. 149-191.
18. Lafuente, A., Peset, J.L., "Militarización de las actividades científicas en la España ilustrada (1726-1754)", *La ciencia moderna y el nuevo mundo*, J.L. Peset et al (ed.), Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas- Sociedad Latinoamericana de Historia de las Ciencias y la Tecnología, 1985, pp. 127-148.
19. López Piñero, J.M., Jiménez Blanco, J., González Blasco, Pedro, *Historia y Sociología de la Ciencia en España*, Madrid, Alianza Editorial, 1979.

20. López Piñero, J.M., *La Introducción de la Ciencia Moderna en España*, España, ed. Ariel, 1969.
21. Barbosa-Ramírez, A.R., *La Estructura Económica de la Nueva España 1519-1810*, México, editorial siglo XXI, 1975.
22. Cue Cánovas, Agustín, *Historia Social y Económica de México*, México, Editorial Trillas, 1975.
23. MISCELANEA, *Los Exámenes Universitarios del doctor José Ignacio Bartolache en 1772*, prólogo de Francisco de la Maza, México, Imprenta Universitaria, 1948, pp. 7-15.
24. Navarro, Bernabé, *La Introducción de la Filosofía Moderna en México*, México, el Colegio de México, 1948.
25. Izquierdo, José Joaquín, *La primera casa de las ciencias en México*, Ed. Ciencia, 1958.
26. Saldaña, Juan José, "The Failed Search for Useful Knowledge: Enlightened Scientific and Technological Policies in New Spain", en *Cross Cultural Diffusion of Science: Latin America*, Cuadernos de Quipu 2, México, Saldaña, J.J., editor, SLHCT, 1988, p. 33-57.
27. Brading, David, *Mineros y comerciantes en el México Borbónico (1763-1810)*, México, Fondo de Cultura Económica, 1975.
28. Fritz de la Orta, Gustavo Otto, *El estudio en el Real Seminario de Minería: Análisis comparativo con la facultad de ingeniería*, Escuela Nacional de Ingenieros, 1983.
29. Alzate y Ramírez, José Antonio, Observaciones sobre la Física, Historia Natural y Artes Útiles, en *Obras, I Periódicos*, México, UNAM, edición, introducción, notas e índices por Roberto Moreno de los Arcos, 1980., p.224-241.
30. Humboldt, Alejandro de, *Ensayo Político sobre el Reino de la Nueva España*, México, editorial porruá, 1973.
31. Ramírez, Santiago, *Datos para la Historia del Colegio de Minería*, México, UNAM, 1982.
32. Sarrailh, Jean, *La España Ilustrada de la segunda mitad del siglo XVIII*, México, Fondo de Cultura Económica, 1981.

33. Trabulse, Elías, *Historia de la ciencia en México*, Tomo I, México, Conacyt-FCE, 1983.
34. Moreno Roberto, "José Antonio de Alzate y los Virreyes", *Miscelanea*, extrait des cahiers du monde hispanique et luso-brésilien, caravelle 12, 1969.
35. *El museo mexicano o miscelánea pintoresca de amenidades curiosas e instructivas*, Tomo I, impreso por Ignacio Cumplido, México, 1843.
36. Trabulse, Elías, *Historia de la ciencia en México*, Tomo III, México, Conacyt- FCE, 1983.
37. Moreno, Roberto, *Ensayos de Historia de la Ciencia y la Tecnología en México*, México, UNAM, 1986.
38. Moreno, Roberto, *J. Velázquez de León y sus trabajos científicos sobre el valle de México, 1773-1775*, México, UNAM, 1977.
39. Cardozo Galué, Germán, *Michoacán en el siglo de las luces*, México, El Colegio de México, 1973.
40. Bartolache, José Ignacio, *Mercurio Volante (1772-1773)*, Introducción de Roberto Moreno, México, UNAM, 1983.
41. Kobayashi, José María, *La educación como conquista (empresa franciscana en México)*, México, El Colegio de México, 1974.
42. Junco de Meyer, Victoria, *Gamarra o el eclecticismo en México*, México, Fondo de Cultura Económica, 1973.
43. Newton, Isaac, *Principios Matemática de la Filosofía Natural*, Tomo I, Madrid, Alianza Editorial, 1987.
44. Newton, Isaac, *Principios Matemática de la Filosofía Natural*, Tomo II, Madrid, Alianza Editorial, 1987.
45. Arboleda, Luis Carlos, "Acerca de la difusión científica en la periferia: El caso de la física newtoniana en la Nueva Granada", *Quipu*, vol. 4, 1987, núm. 1, p.7-30.
46. Heilbron, J.L., *Elements of early Modern Physics*, U.S.A., University of California Press, 1982.

47. Osorio Osma, Ramiro, "Historia de la Química en Colombia", *Quipu*, vol. 7, 1990, núm. 1, p. 37-59.

FUENTES DOCUMENTALES

A1.- PROVICIONES DE CATEDRAS DE PHILOSOPHIA. Desde el año de 1764 al 1782, Tomo 6, Vol. 88. A.G.N.

A2.- LIBRO DE PROBANZAS DE LA FACULTAD DE ARTES Y FILOSOFIA DE 1741 A 1755, Vol. 432. A.G.N.

A3.- BOLETIN DEL ARCHIVO GENERAL DE LA NACION, Tomo XXII, 3-4, 1951, Archivo General, México, pag. 489-540. A.G.N.

A4.- PAPELES CURIOSOS (R 1394 LAF), "COMPENDIO de las noticias que S.M. por su Real Orden de 20 de Octubre proximo pasado ordena que se puntualizen para el completo conocimiento de la Geografía, Física, Antigüedades, Mineralogía y Metalurgia de este Reyno de Nueva España...", 1777. F.R.B.N.

A5.- PAPELES VARIOS, TOMO II, Coleccion La Fragua B.N. de M. (R, 626 LAF), "El globo aerostático, y la nave admospherica". F.R.B.N.

A6.- PAPELES VARIOS (R, 573, LAF). Revista Correo Literario de la EUROPA..., Paris, 1780. F.R.B.N.

A7.- CESU, SAN IDELFONSO, RAMO: RECTOR, SUBRAMO: VIDA ACADEMICA, SERIE: Noticias de Catedra y sistema de Enseñanza (s. XVIII), CAJA 54, EXP. 34, DOC. 108 (bibliografía). B.N.M.

A8.- PAPELES VARIOS, TOMO 3 (R 969 LAF), "Dialogo sobre el globo aerostatico, y nave atmosferica, entre un abate y una Dama". Madrid, imp. Blas Roman, 1784. F.R.B.N.

A9.- LIBRO DE JUNTAS DE SINODALES DE 1766 á 1800, Manuscrito encuadernado n.2, 267 f.s.u., RAMO: rector, SUBRAMO: vida académica, SERIE: Noticias de cátedras y sistemas de enseñanza, CESU. B.N.M.

A10.- CESU, SAN IDELFONSO, RAMO: RECTORIA, SUB: VIDA ACADEMICA, SERIE: CONCURSO DE OPOSICIONES. CAJA 63, EXP. 159, DOC. 718, (1787), CATEDRA DE FILOSOFIA. B.N.M.

- A11.- CESU, SAN IDELFONSO, RAMO: RECTORIA, SUB: VIDA ACADEMICA, SERIE: CONCURSO DE OPOSICIONES. CAJA 63, EXP. 159, DOC. 719 (1787) CATEDRA DE FILOSOFIA. B.N.M.
- A12.- CESU, SAN IDELFONSO, RAMO: RECTORIA, SUB: VIDA ACADEMICA, SERIE: CONCURSO DE OPOSICIONES. CAJA 63, EXP. 156, DOC. 712 (1784), CATEDRA DE FILOSOFIA. B.N.M.
- A13.- CESU, SAN IDELFONSO, RAMO: RECTORIA, SUB: VIDA ACADEMICA, SERIE: CONCURSO DE OPOSICIONES. CAJA 63, EXP. 157, DOC. 713 (1785), CATEDRA DE FILOSOFIA. B.N.M.
- A14.- CESU, SAN IDELFONSO, RAMO: RECTORIA, SUB: VIDA ACADEMICA, SERIE: CONCURSO DE OPOSICIONES. CAJA 63, EXP. 157, DOC. 714 (1785), CATEDRA DE FILOSOFIA Y MEDIANOS. B.N.M.
- A15.- CESU, SAN IDELFONSO, RAMO: RECTORIA, SUB: VIDA ACADEMICA, SERIE: CONCURSO DE OPOSICIONES. CAJA 63, EXP. 158, DOC. 717 (1785), CATEDRA DE FILOSOFIA. B.N.M.
- A16.- CESU, IDELFONSO, RAMO: RECTORIA, SUB: VIDA ACADEMICA, SERIE: CONCURSO DE OPOSICIONES. CAJA 63, EXP. 160, DOC. 721, (1788), CATEDRA DE FILOSOFIA. B.N.M.
- A17.- CESU, SAN IDELFONSO, RAMO: RECTORIA, SUB: VIDA ACADEMICA, SERIE: CONCURSO DE OPOSICIONES. CAJA 63, EXP. 161, DOC. 723 (1789) CAT. DE FILOSOFIA Y MAYORES. B.N.M.
- A18.- CESU, SAN IDELFONSO, RAMO: RECTORIA, SUB: VIDA ACADEMICA, SERIE: CONCURSO DE OPOSICIONES. CAJA 63, EXP. 162, DOC. 725 (1790) CAT. DE FILOSOFIA. B.N.M.
- A19.- CESU, SAN IDELFONSO, RAMO: RECTORIA, SUB: VIDA ACADEMICA, SERIE: CONCURSO DE OPOSICIONES. CAJA 63, EXP. 163, DOC. 727 (1791) C. DE FILOSOFIA. B.N.M.
- A20.- CESU, SAN IDELFONSO, RAMO: RECTORIA, SUB: VIDA ACADEMICA, SERIE: CONCURSO DE OPOSICIONES. CAJA 63, EXP. 164, DOC. 729 (1792) C. DE FILOSOFIA. B.N.M.

- A21.- CESU, SAN IDELFONSO, RAMO: RECTORIA, SUB: VIDA ACADEMICA, SERIE: CONCURSO DE OPOSICIONES. CAJA 62, EXP. 147, DOC 693 (1774), C. DE FILOSOFIA. B.N.M.
- A22.- CESU, SAN IDELFONSO, RAMO: RECTORIA, SUB: VIDA ACADEMICA, SERIE: CONCURSO DE OPOSICIONES. CAJA 62, EXP. 149, DOC. 698 (1776 jul-ago) C. DE FILOSOFIA. B.N.M.
- A23.- CESU, SAN IDELFONSO, RAMO: RECTORIA, SUB: VIDA ACADEMICA, SERIE: CONCURSO DE OPOSICIONES. CAJA 62, EXP. 150, DOC. 701 (1778 julio- agosto) C. DE FILOSOFIA. B.N.M.
- A24.- CESU, SAN IDELFONSO, RAMO: RECTORIA, SUB: VIDA ACADEMICA, SERIE: CONCURSO DE OPOSICIONES. CAJA 62, EXP. 151, DOC. 702 (1779 julio- agosto) C. DE FILOSOFIA. B.N.M.
- A25.- CESU, SAN IDELFONSO, RAMO: RECTORIA, SUB: VIDA ACADEMICA, SERIE: CONCURSO DE OPOSICIONES. CAJA 62, EXP. 152, DOC. 706 (1780 junio- agosto) C. DE FILOSOFIA. B.N.M.
- A26.- CESU, SAN IDELFONSO, RAMO: RECTORIA, SUB: VIDA ACADEMICA, SERIE: CONCURSO DE OPOSICIONES. CAJA 62, EXP. 153, DOC. 707 (1781) C. DE FILOSOFIA. B.N.M.
- A27.- CESU, SAN IDELFONSO, RAMO: RECTORIA, SUB: VIDA ACADEMICA, SERIE: CONCURSO DE OPOSICIONES. CAJA 62, EXP. 154, DOC. 709 (1782) C. DE FILOSOFIA. B.N.M.
- A28.- CESU, SAN IDELFONSO, RAMO: RECTORIA, SUB: VIDA ACADEMICA, SERIE: CONCURSO DE OPOSICIONES. CAJA 62, EXP. 155, DOC. 710 (1783) C. DE FILOSOFIA. B.N.M.
- A29.- CESU, SAN IDELFONSO, RAMO: RECTORIA, SUB: VIDA ACADEMICA, SERIE: CONCURSO DE OPOSICIONES. CAJA 64, EXP. 166, DOC. 733 (1794 junio- agosto) C. DE FILOSOFIA Y MEDIANOS. B.N.M.
- A30.- CESU, SAN IDELFONSO, RAMO: RECTORIA, SUB: VIDA ACADEMICA, SERIE: CONCURSO DE OPOSICIONES. CAJA 64, EXP. 167, DOC. 735 (1795 agosto- septiembre) C. DE FILOSOFIA Y MEDIANOS. B.N.M.

- A31.- CESU, SAN IDELFONSO, RAMO: RECTORIA, SUB: VIDA ACADEMICA, SERIE: CONCURSO DE OPOSICIONES. CAJA 64, EXP. 168, DOC. 738 (1796) C. DE FILOSOFIA. B.N.M.
- A32.- CESU, SAN IDELFONSO, RAMO: RECTORIA, SUB: VIDA ACADEMICA, SERIE: CONCURSO DE OPOSICIONES. CAJA 64, EXP. 170, DOC. 741 (1798) C. DE FILOSOFIA. B.N.M.
- A33.- CESU, SAN IDELFONSO, RAMO: RECTORIA, SUB: VIDA ACADEMICA, SERIE: CONCURSO DE OPOSICIONES. CAJA 64, EXP. 170, DOC. 743 (dic 1798, ene 1799) C. DE FILOSOFIA. B.N.M.
- A34.- CESU, SAN IDELFONSO, RAMO: RECTORIA, SUB: VIDA ACADEMICA, SERIE: CONCURSO DE OPOSICIONES. CAJA 64, EXP. 172, DOC. 746 (1800) C. DE FILOSOFIA. B.N.M.
- A35.- CESU, SAN IDELFONSO, RAMO: RECTORIA, SUB: VIDA ACADEMICA, SERIE: CONCURSO DE OPOSICIONES. CAJA 64, EXP. 173, DOC. 749 (abril-mayo 1801) C. DE FILOSOFIA. B.N.M.
- A36.- CESU, SAN IDELFONSO, RAMO: RECTORIA, SUB: VIDA ACADEMICA, SERIE: CONCURSO DE OPOSICIONES. CAJA 64, EXP. 174, DOC. 753 (feb-mayo 1802) C. DE FILOSOFIA. B.N.M.
- A37.- MINERIA, INFORMES 1789-1800 (M.L.90.B), F.R.P.M.
- A38.- ORDENES SUPERIORES 1790 (M.L.120.B), F.R.P.M.
- A39.- LIBRO DE ALMACEN, AÑOS DE 1792 Y 1793 (M.L.177.B), F.R.P.M.
- A40.- CUENTAS MENSALES AÑO DE 1792 (M.L.301.B), F.R.P.M.
- A41.- LIBRO DE CUENTAS MENSUALES, AÑO DE 1793 (M.L.302.B), F.R.P.M.
- A42.- CUENTAS MENSUALES DEL COLEGIO, AÑO DE 1794 (M.L.303.B), F.R.P.M.
- A43.- LIBRO DEL ALMACEN DEL COLEGIO METALICO, MINERIA AÑO DE 1794 (M.L.239.B), F.R.P.M.
- A44.- CUENTAS MENSALES AÑO DE 1796 (M.L.304.B), F.R.P.M.
- A45.- LIBRO DE CUENTAS MENSUALES DEL AÑO DE 1797 (M.L.305.B), F.R.P.M.

- A46.- LIBRO DE CUENTAS MENSUALES DEL AÑO DE 1798 (M.L.306.B), F.R.P.M.
- A47.- LECONS DE PHYSIQUE EXPWRIMENTALE, M. R. Cotes, Paris, 1742. B.P.M.
- A48.- DIARIO DE LOS AÑOS DE 1798-1799 (M.L.174.B), F.R.P.M.
- A49.- LIBRO DE ALMAZEN, AÑO DE 1797 (M.L.283.B), F.R.P.M.
- A50.- CUENTAS MENSUALES, AÑO 1800 (M.L.308.B), F.R.P.M.
- A51.- LIBRO DE ALMACEN, AÑO DE 1800 (M.L.290.B), F.R.P.M.
- A52.- LIBRO DE CUENTAS MENSUALES DEL COLEGIO DE MINERIA, AÑO DE 1801 (M.L.309.B), F.R.P.M.
- A53.- MINERIA, INFORMES 1801-1808 (M.L.91.B), F.R.P.M.
- A54.- MINERIA, ORDENES Y OFICIOS 1801-1803 (M.L.89.B), F.R.P.M.
- A55.- LIBRO DE CUENTAS MENSUALES DEL COLEGIO DE MINERIA, AÑO DE 1802 (M.L.310.B), F.R.P.M.
- A56.- CUENTAS MENSUALES DEL COLEGIO DE MINERIA 1803 (M.L.311.B), F.R.P.M.
- A57.- LIBRO DEL ALMAZEN DEL COLEGIO DE MINERIA DEL AÑO DE 1804 (M.L.298.B), F.R.P.M.
- A58.- LIBRO DE ALMACEN DEL COLEGIO DE MINERIA, AÑO DE 1799 (M.L.282.B), F.R.P.M.
- A59.- ALMAZEN AÑO DE 1796 (M.L.284.B), F.R.P.M.
- A60.- LIBRO DE ALMAZEN DEL COLEGIO DE MINERIA DEL AÑO DE 1798 (M.L.285.B), F.R.P.M.
- A61.- LIBRO DE ALMAZEN DEL COLEGIO DE MINERIA, AÑO DE 1802 (M.L.287.B), F.R.P.M.
- A62.- ALMAZEN 1803 (M.L.288.B), F.R.P.M.
- A63.- Gamboa, Francisco Xavier de, *Comentarios a las Ordenanzas de Minas*, Madrid, 1761. F.R.B.N.
- A64.- Bartolache, José Ignacio, *Mercurio volante*, México, Casa de D. Felipe de Zúñiga, 1772-1773. F.R.B.N.

- A65.- Bataller, Francisco Antonio, *Principios de Física Matemática y Experimental*, Tratado I, México, 1802, MS 1511, F.R.B.N.
- A66.- Bataller, Francisco Antonio, *Principios de Física Matemática y Experimental*, Tratado II, México, 1802, MS 1512, F.R.B.N.
- A67.- Bataller, Francisco Antonio. *Principios de Física Matemática y Experimental*, Tratado III, México, 1802, MS 1513, F.R.B.N.
- A68.- Bataller, Francisco Antonio, *Principios de Física Matemática y Experimental*, Tratado IV, México, 1802, MS 1511, F.R.B.N.
- A69.- Díaz de Gamarra y Dávalos, *Elementa Recentioris Philosophiae Volumen, Primum*, Mexici, 1774. B.N.M.
- A70.- Nollet, M.P. Abbé, *Leçons de Physique Expérimentale*, Paris, 1783, B.P.M.
- A71.- NECROLOGIAS, Tomo 2, México, F.R.B.N.
- A72.- Elhuyar, Fausto de, *Indagaciones sobre la amonedación en Nueva España*, con licencia de Madrid, 1818, F.R.B.N.
- A73.- Eguía, José Joaquín de, *Memoria sobre la utilidad e influjo de la minería en el reino*, México, 1818, F.R.B.N.
- A74.- Bouguer, M., *La Figure de la Terre*, Paris, 1749, B.P.M.
- A75.- Mussenbroek, Pierre Van, *Cours de Physique Experimentale et Mathematique*, Paris, 1796, B.P.M.
- A76.- Desaguliers, J.T., *Cours de Phisque Experimentale*, Paris, 1751, B.P.M.
- A77.- 'sGravesande, Jacobe, *Elemens de Physique demostrez mathematiquement*, Leide, 1746, B.P.M.
- A78.- Bails, Benito, *Tratados de Matemática*, Madrid, 1772, B.P.M.
- A79.- Nollet, M.P. Abbé, *L'art des expériences phisiques*, Paris, 1770, B.P.M.
- A80.- De la Fond, Sigaud, *Elementos de Física Teórica y Experimental*, Madrid, 1787, B.P.M.

A81.- CATALOGO DE LAS OBRAS QUE FORMAN LA BIBLIOTECA DE LA ESCUELA NACIONAL DE INGENIEROS, México, 1892. B.P.M.

A82.- CUENTAS MENSALES DEL COLEGIO DE MINERIA, AÑO DE 1799 (M.L.307.B), F.R.P.M.

A83.- CUENTAS MENSALES DEL COLEGIO DE MINERIA, AÑO DE 1804 (M.L.312.B), F.R.P.M.

A84.- LIBRO DEL ALMAZEN DEL COLEGIO DE MINERIA, AÑO DE 1801 (M.L.289.B), F.R.P.M.