
EL MÉTODO ANALÍTICO EN LOS ESTUDIOS SUPERIORES: FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS Y RENÉ JUST HAÜY EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA (1790-1826)

ANALYTICAL METHOD IN HIGHER STUDIES:
JOSÉ DE CALDAS AND RENÉ JUST HAÜY
IN TEACHING PHYSICS (1790-1826)

O MÉTODO ANALÍTICO EM ESTUDOS SUPERIORES:
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS E RENÉ JUST HAÜY
NO ENSINO DE FÍSICA (1790-1826)¹

Martha Yaneth Cerquera Cuellar²

RESUMEN

El problema del método en los estudios superiores de la Nueva Granada, hoy Colombia, ha sido una búsqueda constante de los catedráticos y planes de estudio con relación a la enseñanza de la nueva ciencia. Hacia finales del siglo XVIII y principios del siglo XIX se vivía aún la tensión entre el método de Goudin (escolástico) y el método sintético-analítico de José Félix de Restrepo en la enseñanza de la física, y en particular en la enseñanza de la luz; cada uno de estos métodos establecía criterios para determinar la verdad de las cosas, era la apuesta por la verdad en dar a conocer las formas del proceder de la ciencia. Pero, las limitantes al método de Restrepo no se hicieron esperar, uno de sus discípulos como fue Francisco José de Caldas en 1810 era conocedor del método analítico en los estudios superiores a través del texto de René Just Haüy para la enseñanza de la física. Haüy propone en su libro el método analítico como el camino fructífero para la misma física en la construcción de sus teorías y leyes a través de la experimentación y, por tanto, la vía a seguir en la enseñanza; en otras palabras, Haüy hace del Análisis el principal medio de enseñanza. A la postre, el método analítico o de invención es institucionalizado en el Plan de Santander de 1826 para los estudios superiores a comienzos de la República.

PALABRAS-CLAVE: Método analítico. Enseñanza de la física. Luz. Práctica de saber.

ABSTRACT

The problem of the method in higher studies in New Granada, today Colombia, has been a constant search for professors and study plans in relation to the teaching of the new science. Towards the end of the 18th century and the beginning of the 19th century, the tension between Goudin's (scholastic) method and José Félix de Restrepo's synthetic-analytical method in the teaching of physics, and in particular in the teaching of light, was still alive; each of these methods established criteria to determine the truth of things, it was the commitment to truth in making known the ways of proceeding in science. But, the limitations to Restrepo's method were immediate, one of his disciples such as Francisco José de Caldas in 1810 was familiar with the analytical method in higher studies through the text of René Just Haüy for the teaching of physics. Haüy proposes in his book the analytical method as the fruitful path for physics itself in the construction of its theories and laws through experimentation and, therefore, the way to follow in teaching; in other words, Haüy makes analysis the main means of teaching. In the end, the analytical or invention method is institutionalized in the Santander Plan of 1826 for higher studies at the beginning of the republic.

KEYWORDS: Analytical method. Physics teaching. Light. Practice of knowledge.

¹ Este artículo es resultado de tesis de doctorado.

² Doctora en Educación de la Universidad del Valle, Cali, Colombia. Profesora de la Institución Educativa Álvaro Echeverry Perea-SE en Cali, Colombia.

Submetido em: 22/06/2020 – **Aceito em:** 30/09/2020

RESUMO

O problema do método nos estudos superiores em Nova Granada, hoje na Colômbia, tem sido uma constante busca por professores e planos de estudo em relação ao ensino da nova ciência. No final do século XVIII e no início do século XIX, ainda estava viva a tensão entre o método de Goudin (escolástico) e o método analítico-sintético de José Félix de Restrepo no ensino da física e, em particular, no ensino da luz. Cada um desses métodos estabeleceu critérios para determinar a verdade das coisas, foi o compromisso com a verdade em tornar conhecidas as formas de proceder na ciência. Porém, as limitações ao método de Restrepo eram imediatas, um de seus discípulos, como Francisco José de Caldas, em 1810, conhecia o método analítico em estudos superiores, através do texto de René Just Haüy para o ensino de física. Haüy propõe em seu livro o método analítico como o caminho frutífero para a própria física na construção de suas teorias e leis através da experimentação e, portanto, o caminho a seguir no ensino; em outras palavras, Haüy faz da análise o principal meio de ensino. No final, o método analítico ou de invenção é institucionalizado no Plano Santander de 1826 para estudos superiores no início da república.

PALAVRAS-CHAVE: Método analítico. Ensino de física. Luz. Prática de saber.

1 INTRODUCCIÓN

El tránsito de las últimas décadas del periodo colonial a las primeras de la vida republicana, se caracterizó por varios aspectos cruciales en el hecho educativo: por un lado, la influencia borbónica que traía los choques entre las autoridades centrales y locales en torno a los procesos de reordenamiento social y territorial. Tal influencia no se hizo esperar en la intervención en los saberes a enseñar en los estudios superiores, ya que dicha reforma borbónica sustentaba otra representación de la naturaleza: la utilidad. Y, por otro lado, el declive del virreinato de la Nueva Granada en 1810, año en el que se hace manifiesto el proceso de insurrección independentista.

Es así, como en la primera década del siglo XIX, la sociedad neogranadina se encontraba en circunstancias atípicas de gobierno y organización social que evidenciaban la existencia de una coyuntura particular con fuertes indicios de cambio. Por un lado, el sistema de gobierno español se mantenía pese a los vientos de insurrección y revolución que se percibían y se manifestaban en los discursos políticos, académicos y científicos de los criollos. Y por el otro, el mismo gobierno español autorizaba y patrocinaba empresas de tipo académico, científico e intelectual que eran aprovechadas para acceder a los discursos, los saberes y los conocimientos actualizados de Europa (en especial de Francia), que traían consigo las políticas predominantes que no podían separarse del mundo intelectual, y que eran apropiadas y difundidas de igual forma. (ARBOLEDA & SOTO, 1997, p. 260).

Algunas de las empresas afines al grupo de promotores de la nueva ciencia —Mutis, Caldas, Zea, Cabal, entre otros—, o propuestas por ellos mismos, iban desde la Real Expedición Botánica, el observatorio astronómico de Santa Fe y los viajes exploratorios a lo

largo y ancho del territorio neogranadino (misiones científicas) hasta la cátedra de matemáticas. Eran tiempos en los que se presentaban tensiones entre los partidarios del antiguo método escolástico³ de enseñanza y los promotores de los modernos saberes de la ciencia y de su método experimental. No obstante, éste último ya tenía un camino abierto y cierto grado de institucionalización, para ese momento de la historia, pero su carácter era más endeble de lo que hubieran querido sus promotores. (SOTO, 1995, p. 93); el método “experimental” era débil precisamente porque en los estudios superiores éste seguía atado o atrapado en el aparataje del método escolástico, el efecto evidente era una amalgama de discursos superpuestos.

Cada uno de estos métodos, el escolástico y el sintético-analítico (“experimental”), tuvo como soporte de la enseñanza de la física dos textos fundamentales: el texto canónico de Antonio Goudin y el texto autóctono de José Félix de Restrepo⁴. En las lecciones de física, Restrepo desarrolla el método sintético-analítico como método de enseñanza, y de manera singular lo hace para la enseñanza de la luz. Vale la pena señalar, que en esta época estas maneras del enseñar no guardaron una homogeneidad precisa ni invariable, debido al control de otros saberes y a la presencia de otros métodos ya existentes como el escolástico.

Pero, ¿quiénes eran los promotores de la nueva ciencia? Los promotores eran un manojo de hombres que, con sus propios medios, los de sus amigos y familiares, lideraron la ardua empresa de propaganda y circulación de la ciencia moderna, que hubo de abrirse paso contra el poder religioso que estaba detrás de la filosofía dominante y del control de la educación y el conocimiento.

De ahí que, para la primera década del siglo XIX, el grupo de los promotores de la nueva ciencia, y todos aquellos que compartían tal objetivo, debían mantener el supremo esfuerzo de difundir, argumentar, enseñar, socializar, presentar, avalar y aplicar los métodos, las teorías y los conocimientos de la ciencia moderna. Ya fuese de manera oficial o extraoficial, los neogranadinos debieron buscar la forma de legitimar su discurso a través de los recursos

³ El método escolástico en cabeza de Antonio Goudin para finales de siglo XVIII se soporta en el andamiaje o aparato de la *Lectio, Disputatio* y *Quaestio*. El padre Goudin sistematiza las doctrinas escolásticas en forma de comentarios a Aristóteles. Así lo estructura en su tratado *Philosophia Thomistica, juxta inconcusa, tutissimaque Divi Thomae dogmata: Disputatio unica, lectio, quaestio, articulus y S*; que cuenta con varias ediciones (1777, 1781, 1786, 1791 y 1796) disponibles en <https://catalog.hathitrust.org/Record/009282056>, en el cual la tercera y la cuarta parte del tratado corresponden a la Física.

⁴ Para una revisión más cuidadosa de los métodos analítico y sintético en la enseñanza de los estudios superiores ver: GOUDIN. *Philosophia Thomistica*. Op. cit., p. 128-130. Traducido al español, en SILVA. *Saber, Cultura y Sociedad*. También revisar tablas comparativas de las reglas en: DÁVILA (2012). *Ciencias útiles y planes de estudio en la Nueva Granada: método racional y Canon wolffiano en la Filosofía escolar neogranadina (1762-1826)* p. 65-66.

de que disponían.

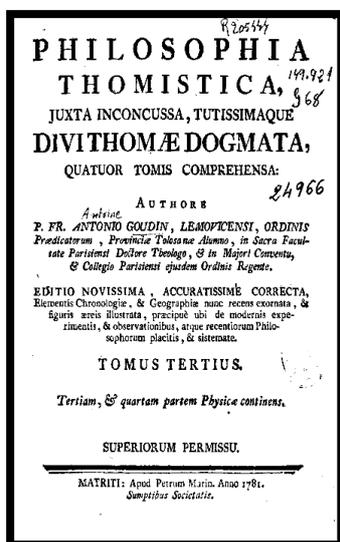


Figura 1 - Texto de Goudin (1781). Guía para la enseñanza de la filosofía en los colegios superiores de la Nueva Granada. Fuente: Martha Cerquera Cuellar, investigación documental.

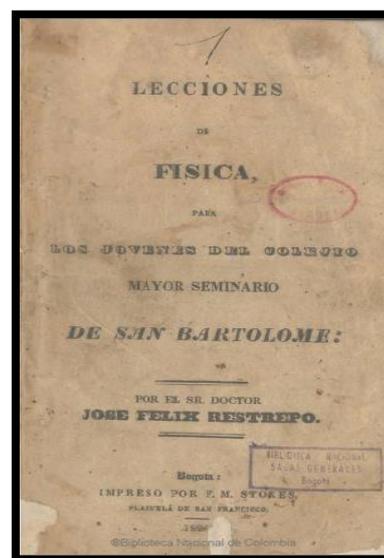


Figura 2 - Lecciones de física, José Félix de Restrepo (1825). Texto que sistematizó su experiencia como catedrático). Fuente: Martha Cerquera Cuellar, investigación documental.

Este fue el caso de Francisco José de Caldas (1768-1816); científico, ingeniero militar, geógrafo, botánico, astrónomo, naturalista Neogranadino y prócer de la independencia de Colombia. Hacia 1810 Caldas fue nombrado catedrático de matemáticas en el Colegio del Rosario por el virrey Antonio Amar y Borbón, debido a que Caldas había enseñado en la cátedra de Matemáticas tiempo atrás como interino. Esta cátedra, revela a un Caldas preocupado por la enseñanza, antes y después de Mutis. Era el escenario que le permitía al catedrático estar al tanto de los saberes de la nueva ciencia; en la que la matemática y la física experimental, cultivada por Caldas en los últimos años, eran garantía de una enseñanza de la ciencia situada en el horizonte de las comunidades científicas de la época. Caldas representó la oposición de su generación a la forma especulativa de la enseñanza y a una tradición escolar que reproducía los viejos esquemas (QUINTERO, 2001, p. 307).

Así lo expresaba Caldas, en una carta a José Celestino Mutis, al plantear los alcances de su formación:

Por fortuna me tocó un catedrático ilustrado que detestaba esa jerga escolástica que ha corrompido los más bellos entendimientos; me apliqué bajo su dirección al estudio de la aritmética, geometría, trigonometría, álgebra y física experimental, porque nuestro curso de filosofía fue verdaderamente un curso de física y matemáticas. Me entregué a cultivar los elementos que había recibido en el curso de filosofía. Conocí que éstas no eran sino las semillas de las ciencias, que era preciso fomentarlos, multiplicarlos de todos modos, comenzar a observar y poner en práctica los principios. (ACADEMIA DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES [ACCEFYN], 1978, p. 99).

Cuando Caldas indicaba que se había cultivado en la nueva ciencia estaba haciendo referencia a su proceso autodidacta, más allá de la formación recibida de José Félix de Restrepo⁵. Para esa época, Francisco José había leído a los holandeses Musschenbroeck y Gravesande, autores de la Física experimental, y no sólo a estos, sino también a franceses como Sigaud de la Fond, a quien Caldas citó en su "Memoria sobre un nuevo método de medir la altura de las montañas por medio del termómetro y el agua hirviendo," y a Lalande. A estos autores se añaden Jorge Juan y Bails en España. Con ellos, Caldas construyó su relación con el discurso de la nueva física, fortaleció su vocación en la elaboración de experimentos y calibró diversos instrumentos. Así, produjo el cuarto de círculo, la péndola para marcar los segundos, un octante, telescopios y gnómones; a su vez, inventó el hipsómetro, hizo medidas termométricas y barométricas de altura. Caldas en sus cartas a Arroyo enumeró sus alcances en la construcción de estos instrumentos:

Luego que me llegó el almanaque en el correo del 18 de noviembre, se acaloró mi furor astronómico y comencé a trabajar en rectificar la posición del antejo de mi pequeño cuarto de círculo, a arreglar la marcha de mi péndola, y sobre todo, a idear un telescopio astronómico, capaz de alcanzar a percibir las inmersiones y emersiones de los satélites de Júpiter. Los principios de dióptrica (ciencia esencial y precisa al que quiera hacer progresos en astronomía) me fueron de un socorro imponderable... Convengamos en que el cultivo de alguna ciencia es una barrera casi insuperable para el vicio. ¡Ojalá conocieran esto bien los padres y los ayos! ¡Ojalá que, en vez de amenazar y castigar a los niños, les hicieran tomar gusto por cualquier ramo de la física o de las ciencias exactas! (ACCEFYN, 1978, p. 45).

⁵ José Félix de Restrepo (1760-1832) fue educador, magistrado y jurisconsulto neogranadino. En el contexto educativo fue el criollo que más trabajó durante la segunda mitad del siglo XVIII y el primer cuarto de siglo del XIX en desacuerdo con la posición de partido al no restringir la enseñanza al uso de un solo texto-autor.

2 FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS Y RENÉ JUST HAÜY A INICIOS DEL SIGLO XIX (1800-1826)

Caldas fue un hombre diligente y, en su propósito de fomentar los principios de la ciencia moderna, fundó el periódico *Semanario del Nuevo Reyno de Granada*, aceptó dirigir el observatorio astronómico y admitió la cátedra de matemáticas (1809). Como amante del cálculo, hacia 1810 hizo una acuciosa apropiación de la función logarítmica de Laplace en la física de Haüy [...] Caldas explica que había estado buscando infructuosamente la fórmula y que solo fue a través de su amigo Cabal que pudo encontrarla en el *Traité Élémentaire de Physyque* de Haüy (ARBOLEDA, 2015, p. 10), cuando éste regresó de su viaje. Recordemos que José María Cabal (1770-1816) había profundizado sus estudios en Física, Química y Mineralogía junto a René-Just Haüy en su viaje a París.

¿Qué se deriva de este hecho contingente? La presencia de Caldas como catedrático y el estudio del texto de Haüy son indicadores de la existencia de otro discurso en la enseñanza de la física en los inicios de la independencia. En buena medida esto deja ver que Caldas estaba bien preparado para capturar tanto ese nuevo giro en la enseñanza de la física como su utilidad. En este sentido expresaba: “Nosotros hemos estudiado detenidamente este libro, y hemos aplicado la fórmula de que hablamos a nuestro observatorio” (CALDAS, 1809, p. 5). Con estas palabras Caldas da a conocer su conocimiento sobre la existencia de otro discurso de la física, al apropiar nuevos condicionamientos epistemológicos (cálculo) que traía el texto de Haüy, y que lo conllevó al uso de la fórmula de Laplace para medir las alturas en nuestro territorio, en particular entre Cartagena y Santa Fe, calculando así la altura del observatorio astronómico del cual ya era director. En otras palabras, la fórmula de Laplace que estudió Caldas vía Haüy, permitió establecer un modelo explicativo sobre la realidad física de nuestro territorio.

De otra parte, Caldas en la anterior cita deja ver su capacidad para leer la edición de 1806 de Haüy escrita en francés, pues Caldas y Cabal dominaban la lectura en dicha lengua. Sin embargo, mantenían la esperanza de que, “ojalá una pluma sabia ponga estos elementos de física en nuestra lengua y que ese furor de traducir novelas que componen las costumbres, se convierta en versiones de obras sólidas, profundas, y que derramen la ilustración por todas partes, sin ofender a la virtud” (CALDAS, 1809, p. 2).

En otras palabras, Caldas perseguía el ideal de traducir el texto de Haüy, como hizo Mutis con los Principia de Newton en su momento. El encuentro afortunado de Caldas con el texto de Haüy hizo que el catedrático estuviera al tanto de los alcances de la enseñanza de la física en Francia bajo el método analítico, como de los debates científicos de la época con respecto a la luz. Aunque a René Just Haüy (1743-1822) se le conoce más por sus aportes a la

mineralogía, este trabajo rescata sus contribuciones a la física y a la enseñanza en el contexto francés. Haüy tenía el rol de científico y maestro, en su libro sistematizaba su enseñanza y los alcances del método analítico.

3 RENÉ JUST HAÜY Y EL MÉTODO DE ANÁLISIS EN LA ENSEÑANZA DE LA LUZ

Las fortalezas de la teoría corpuscular de la luz, en la década de 1805-1810, dieron a los seguidores, como Haüy, una confianza creciente, expresada en el *Traité élémentaire de physique* en 1806 (2.ª ed.), en el cual manifestaba su preferencia por la teoría corpuscular de una manera un tanto curiosa: “Las dos grandes teorías tienen consigo autoridades a su favor de gran peso. Sin embargo, si uno las compara en todos los aspectos, uno no puede negar la preferencia por la de Newton” (HAÜY, 1806, pág. 138).

Cabe destacar que la obra de Haüy fue una alternativa de solución al momento de crearse la enseñanza secundaria en Francia en 1802. La comisión nombrada, conformada por Laplace, Monge y Lacroix, reconocidos hombres de ciencias, al no encontrar libros apropiados para la enseñanza de la ciencia física en la formación secundaria, invitó al ciudadano Haüy a escribir el tratado de física. El tratado fue publicado en 1803, reeditado en 1806 y en 1821. Constaba de dos volúmenes; el primero, para la clase de matemáticas de 5.º, cuyo programa se centraba en los fenómenos físicos fundamentales, y el segundo, para la clase de matemáticas superiores, que debía abordar el estudio de los principios generales de la alta física, la electricidad y la óptica.

La importancia del tratado elemental de física de Haüy radica en que fue un libro republicano que circuló en la Nueva Granada, hoy Colombia, en tiempos de su independencia, y contenía elementos característicos de la ciencia republicana dirigidos a la formación de los ciudadanos en contravía de la ciencia tradicional; aspectos que ocupaban también a Caldas. En este ámbito republicano, Biot, conocedor de Haüy, señalaba la influencia afortunada de su obra y de los alcances del método analítico o de invención para el estudio de la física en Francia⁶:

⁶ Jean-Baptiste Biot, (1774-1862), fue un físico, astrónomo y matemático francés; formó parte del grupo de los corporulistas de la luz defensores de Newton.

Hay que reconocer, ya que esta confesión es útil, que eso que ha perjudicado los progresos de la física en Francia, es que se ha hecho una ciencia de exposición en lugar de la investigación. Nos contentamos con ofrecerle al público algunas series de experimentos brillantes, en lugar de tratar de fijar exactamente las leyes de los fenómenos y de determinar sus relaciones, que no puede hacerse por unos razonamientos geométricos; y tal ha sido el efecto de ese paso en falso, que del resto hay que introducir en la enseñanza de la física, las consideraciones exactas y los métodos rigurosos, que por sí solos pueden hacerla avanzar. Afortunadamente existe una obra en francés que tiene, dentro de ese informe, el efecto de más utilidad, y que, sin ninguna duda, pronto será el hogar del estudio de la física, en una mejor dirección. Me refiero al Tratado de Física del Sr. Haüy. Esta obra ha reflexionado por mucho tiempo en un espíritu correcto, delicado y fino, acostumbrado a ideas específicas, y familiarizados con los métodos de la invención por sus propios descubrimientos, pudiendo contener los principios más seguros y precisos. (Biot, apud HULIN, 1997, p. 248).

Las apreciaciones de Biot son muy favorables al texto de Haüy al indicar su potencia en la búsqueda de los principios, pero también son una crítica muy fuerte a la física que se venía enseñando en Francia, a la cual señala como ciencia de exposición; en la que los experimentos pasaron de ser comprendidos por unas pocas personalidades, a convertirse en la física experimental demostrativa que compartían y practicaban todos los físicos de mentalidad y talento promedio. Con un espíritu similar al de la crítica de Biot, el autor Nieto-Galan (2011) expone que:

Espectáculo, admiración y diversión eran palabras comunes hacia 1800, e incluso en plena Ilustración. En Francia, uno de los famosos experimentos públicos de Nollet consistía en colgar un joven atado con cuerdas del techo de un salón y a continuación electrificarlo con una máquina de fricción, lo que convertía a su cuerpo en una especie de imán que atraía pequeños objetos. Nollet pedía después a un joven de entre el público acercarse al joven electrizado para darle un beso. En su aproximación, y ante la fascinación de los presentes, saltaban chispas eléctricas de un cuerpo al otro. Fue así como el “beso eléctrico” se hizo extremadamente popular.

El éxito de estas demostraciones no consistía tanto en proporcionar pruebas experimentales sobre la naturaleza de la electricidad, sino en mostrar la parte más espectacular de la misma para satisfacción del público. Así la filosofía natural de la Ilustración se convertía en una especie de ritual que pretendía hacer emerger dramáticas y maravillosas propiedades de la materia inerte. La paradoja estaba servida. Había que despertar sentimientos cuasi irracionales en los espectadores para convencerlos de la verosimilitud de cuestiones bastantes racionales desde la perspectiva de la ciencias de la época... ya en el siglo XIX la llamada filosofía de la demostración formaba parte de un negocio que se extendía desde los teatros hasta las galerías populares de ciencias prácticas... era una filosofía natural que formaba parte de la cultura del entretenimiento, del espectáculo como medio de diálogo con el público... En este mundo de la exposición los objetos desempeñaban un papel fundamental: bombas de vacío, máquinas eléctricas, bolas de marfil, espejos, autómatas, un conjunto de cosas cargadas de múltiples significados culturales. (NIETO-GALAN, 2011, p. 81).

En un sentido amplio, las apreciaciones de Biot eran reflejo de una gran preocupación en los físicos reconocidos de la época, entre ellos el mismo Haüy y, en este sentido, valoraba que el texto era eficaz al poder separarse no solo de la ciencia demostrativa, sino de aquellos razonamientos geométricos (óptica geométrica) que pretendían explicar y unificar los fenómenos físicos, dando una organización limitada a la óptica. Vale la pena señalar cómo el mismo Haüy (1806) lo explicitaba en su texto:

Al comprender bajo la denominación general óptica todo lo que concierne a la ciencia de la luz, se aplica más esta nominación a la parte que trata de la luz directa, a ésta se llama catóptrica, la que considera la luz reflejada en la superficie de los espejos, y dióptrica, la que tiene por objeto una luz refractada a su paso de un medio más denso a uno menos denso o recíprocamente. Varios físicos que se han ocupado de seguir rigurosamente el orden prescrito por esta subdivisión han omitido un objetivo más esencial, que es el de llevar las ideas mismas al método analítico, y evitar de hacer entrar en la explicación de un fenómeno conocimientos que no serán expuestos posteriormente, así se ha comprendido en la óptica propiamente dicha varios efectos de la visión que suponen la inteligencia de la estructura del ojo, mientras que esta estructura ella misma no puede ser bien concebida por los principios de la dióptrica. (HAÜY, 1806, p. 136).

En otras palabras, Haüy precisaba que hasta ese momento los físicos se habían detenido en examinar y corroborar las leyes de los fenómenos como se nos representan en la catóptrica y la dióptrica, dejando a un lado ideas más esenciales que permitieran ir al fondo de las cosas, en el caso de la visión nos indica la no coherencia entre los efectos de la visión y los principios de la dióptrica, por ello Haüy proponía ir a los principios mínimos que tienen que ver con la naturaleza y la propagación de la luz. Y en este sentido, Haüy planteaba ir al método analítico para buscar los principios, y no al método sintético encargado de presentar los enunciados y leyes de los fenómenos. Para Haüy, la física debía dar más cuenta de los principios, pues ya no importaba lo sistemático de la luz, que aceptaba la geometría de la óptica; por el contrario, lo que interesaba eran los principios sobre la naturaleza y la propagación de la luz, es decir, lo analítico.

En síntesis, puede señalarse que la crítica de Haüy al orden establecido en la óptica: catóptrica y dióptrica, era la necesidad de plantear otro orden del discurso de la física en la enseñanza de la luz, en el cual el método analítico como eje que ordenaba el pensamiento, era la ruta que el autor proponía para hacer de la física y su enseñanza una ciencia de invención, productora de principios y cuyas leyes generales se dedujeran de ellos. Su planteamiento le dio un giro al discurso presentado en los textos que le precedieron, en los que el método sintético expuesto por los físicos se había detenido en las leyes para dar cuenta explicativa de los fenómenos. En buena medida, Haüy proponía un nuevo orden en el discurso de la física y de la luz, que se reflejaba en la manera de organizarlo al interior de su libro de texto:

Aquí está el orden que nos propusimos seguir para preservar, en la medida de lo posible, la conexión de las ideas, y no permitir que avancen las verdades cuyo turno aún no ha llegado. Nosotros examinaremos de dónde proviene la luz, en qué forma se propaga, cuál es su velocidad y de acuerdo con qué ley disminuye su intensidad en la medida que ella se aleja de los cuerpos luminosos.

De estos principios, que están relacionados con la luz directa, pasaremos a las leyes generales de reflexión y refracción; y a continuación expondremos los fenómenos que conciernen a la descomposición de la luz y los colores.

Una vez establecidos estos principios, los aplicaremos a la explicación de la visión, ya sea natural o ayudada por los instrumentos de catóptrica y de dióptrica. (HAÜY, 1806, p. 137)

Esta nueva estructura de organización a partir del método analítico planteada por Haüy ofrecía una solución oportuna para hacer de la física en Francia una ciencia de investigación que apostara por la búsqueda de los principios y la construcción de un método riguroso de invención, es decir, el método analítico en la enseñanza creaba las condiciones propicias para hacer de la física una ciencia productora de principios y teorías que la hicieran avanzar. Ese fue el caso del auge de la perspectiva mecánico-corpúscular, en la era antes de Fresnel (1805-1815), que Haüy defendía, y que fue el acicate para ciertos desarrollos de la física:

La óptica corpuscular fue la piedra angular de la física laplaciana, ofreciendo muchos temas de investigación para que el grupo Arcueil llevara a cabo. De hecho, el interés de Laplace en las fuerzas de corto rango parece haber sido la causa del notable crecimiento en las actividades de investigación en óptica por parte de los físicos franceses en los años 1805-1808. Biot fue el primero en seguir esta línea de actividad, tomando su inspiración directamente de la discusión acerca de la refracción atmosférica presentada en el Libro X de *Mécanique Céleste*. En este, Laplace había examinado el movimiento de un corpúsculo de luz a través de capas esféricas sucesivas de la atmósfera terrestre y había derivado una “ecuación diferencial fundamental de la refracción de la luz”, en la cual él pudo integrar varias hipótesis concernientes a la variación de la densidad de la atmósfera con la altitud y la temperatura. La ecuación se basaba en la suposición no probada que indicaba que ‘las fuerzas refractivas de las capas de la atmósfera son proporcionales a sus densidades’. Laplace le pidió a Biot y Arago que verificaran esta suposición en un estudio detallado acerca de la refracción en gases... En síntesis, fue un renovado interés en las investigaciones ópticas en Francia a principios del siglo XIX. (FRANKEL, 1976, p. 144).

El interés por la teoría corpuscular lo hizo evidente Haüy en la introducción a su *Tratado elemental de física* (1806), cuando anunciaba que serían discutidas las dos opiniones concernientes a la luz, “una de los cuales hace consistir el fluido en una emanación de cuerpos luminosos, y la otra la adivina expandida en toda la esfera del universo y animada por un movimiento vibratorio que le comunica el mismo cuerpo, afirmando que dará las razones que aseguren la preferencia en la primera opinión” (HULIN, 1997, p. 258). La defensa explicativa de Haüy, como miembro del grupo de científicos emisionistas, como Biot, Poisson y Laplace,

defensores de la teoría corpuscular de Newton, fue así:

Las dificultades que se oponen a las hipótesis newtonianas no tienen la misma fuerza que las críticas hechas a Descartes. Se le ha objetado a Newton que los rayos de la luz que envían los astros son de una infinidad de direcciones diferentes que entonces unos obstaculizarían a los otros y no podrían continuar su movimiento rectilíneo, pero se puede suponer que las moléculas de la luz son tan tenues, si son tan extremadamente tenues como podamos suponerlo, sus distancias respectivas son incomparablemente mayores que sus diámetros, y a medida que las moléculas de un rayo encuentran un pasaje tanto más libre entre los de los otros rayos o están menos expuestas a su encuentro, la relación entre las distancias y los diámetros es mayor, el obstáculo será sensiblemente nulo si se concibe que la relación sea hasta el infinito... Por lo demás, aun si miramos que no está suficientemente demostrada, ella merecería ser adoptada así sea porque conduce a una explicación más satisfactoria de los fenómenos, entre otros, la refracción y la aberración, mientras que es muy difícil de concebir estos fenómenos con las hipótesis de Descartes. (HAÛY, 1806, pág. 139).

A lo que se refería Haüy en su defensa de la teoría corpuscular tenía que ver con los principios mecanicistas de Newton llevados al plano de la luz. Las ideas de Newton mostraban cómo los fenómenos luminosos eran también referidos a masas sujetas a las leyes del movimiento, es decir, la ley de la fuerza debía ser simplemente extendida y adaptada al tipo de fenómeno que se fuera a estudiar, en este caso a la naturaleza y propagación de la luz. La mirada corpuscular respaldada por Haüy asumía una visión discreta de la materia en la cual su tamaño y la distancia entre ellos no intervenían o no afectaban su propagación rectilínea, pues el espacio, como ente independiente en Newton, no jugaba un papel relevante.

La edición de 1806 del Tratado de Haüy incluyó apartados nuevos sobre el galvanismo y la luz. Explicó la ley de la reflexión y la de refracción de la luz como derivadas del principio de atracción. En este contexto el autor comentaba:

Después de exponer la forma en que se encuentra el fluido, cuando sus moléculas (corpúsculos) libres en el medio del espacio, siguen constantemente el camino que tomaron, a partir del cuerpo que los lanzó, ahora tenemos que considerar el cambio que sufre el mismo fluido, en la dirección de su movimiento, conociendo los cuerpos que aparecen en su pasar. (HAÛY, 1806, p. 149).

Haüy introdujo así el capítulo sobre la reflexión y la refracción de la luz a partir de los principios mecánico-corpuralista de Newton colocando a funcionar así el método analítico. Aunque estos fenómenos habían sido estudiados en la Nueva Granada por Restrepo en sus lecciones bajo el método sintético, vemos cómo las explicaciones dadas dejaban de lado la causa que los producía, ya que en el método sintético primaban las razones de la óptica geométrica para describir los efectos que ocurrían en la luz, sobre todo cuando encuentra un objeto o medio en su camino.

No obstante, en las lecciones Restrepo era consciente de los trabajos de Descartes, Gasendo, Maynan y Newton al dar cuenta del origen de la refracción de la luz, pero solo los mencionaba e indicaba que no pasaban el nivel de hipótesis. Restrepo, al contrario de Haüy, no tomó posición por ninguno de ellos. Lo cual revela a un maestro cuidadoso del método sintético; de ahí que *“Restrepo comunica a otros la verdad que se ha conocido”* (DÁVILA, 2011, pág. 64), haciendo cumplir las reglas de dicho método con sus excepciones, en particular la regla tercera: *“(…) después de las definiciones se colocan los axiomas; y si nos hemos de valer de algún principio que pertenezca a otra facultad, se pone después de los axiomas con nombre de hipótesis”* (Restrepo - 1823, apud DÁVILA, 2011, p. 52).

Las circunstancias de enseñanza vividas por Restrepo muestran que el discurso sobre las causas del fenómeno de la refracción no había alcanzado el nivel de validez suficiente, y que, en palabras del mismo Haüy, requería la búsqueda de principios explicativos que conllevaran a verdades que no podemos dejar perder. En síntesis, la postura de Restrepo era la de un catedrático de filosofía que reconocía sus límites y la de Haüy la de un científico-maestro que apostaba por el método de análisis en la enseñanza. Este interés de Haüy en dar otro orden al discurso de la física, vía el método de análisis, lo llevó a hacer un vuelco discursivo en la enseñanza de la física a inicios del siglo XIX en Francia. Sin embargo, es posible que Caldas, hacia 1808 y 1809, siendo catedrático del Rosario y conector del texto de Haüy, diera a conocer en la Nueva Granada la importancia del método analítico en la enseñanza, que no le era ajeno en sus trabajos de invención.

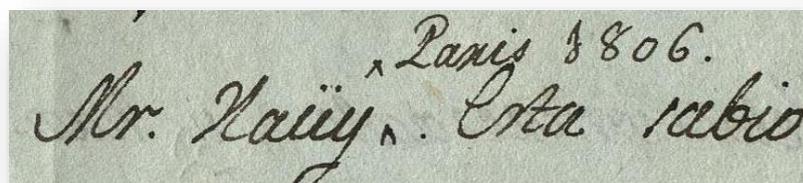


Figura 3 - Manuscrito inédito de Francisco José de Caldas en el periódico el Semanario 1809. (Puño y letra de Caldas). Imágenes tomadas del Archivo Histórico de la Universidad del Rosario. En proceso de Catalogación. Libro 16.
Fuente: Martha Cerquera Cuellar, investigación documental

Caldas, al referirse a Haüy, lo caracterizaba como un hombre sabio y virtuoso, así lo escribía con su puño y letra en el documento borrador del periódico el Semanario de la Figura 3 ilustrada arriba, título asignado al autor por haber recogido todos los conocimientos y todos los hechos más recientes sobre el barómetro, y los presenta en su obra con aquella claridad y precisión que caracterizan sus escritos (CALDAS, 1809, p. 2). El criollo ilustrado fue asertivo en la descripción hecha de Haüy, pues en toda su obra, y en particular en el capítulo de la luz, también se evidencia su preocupación por dar a conocer tanto los conocimientos como los hechos experimentales recientes, a partir de la búsqueda de principios mecánicos-corporales.

Por tanto, si Caldas ha estudiado detenidamente este libro como solía afirmar en el Semanario de 1809, pudo haberse identificado con Haüy en la importancia que ambos daban a los principios, observaciones y experimentos previos a leyes preestablecidas. En el caso de Caldas se enfrentaba al establecimiento de coeficientes generales preestablecidos (datos o números) que tenía que sobrellevar en sus observaciones barométricas. No obstante, Caldas decidió realizar sus propias observaciones y mediciones en contextos específicos ya que dichos coeficientes no eran aplicables en ciertas condiciones a los fenómenos físicos. Este fue el caso más concreto de apropiación que hizo Caldas de Haüy al aplicar la nueva fórmula de Laplace encontrada en el libro, determinando así la altura del observatorio astronómico.

Caldas formaba parte del cuadro que reunió los fenómenos físicos de las regiones equinociales, en el que estableció la apuesta y el desarrollo para el territorio de la Nueva Granada. Caldas propuso dos caminos: el primero, conformar una expedición geográfica-económica destinada a recorrer el virreinato, y el segundo, mejorar los estudios superiores en los jóvenes. En este sentido hacía una crítica a la educación que recibían los jóvenes de la época, tildada de no ser útil a la patria:

Si en lugar de enseñar á nuestros jóvenes tantas bagatelas; si mientras se les acalora la imaginación con la divisibilidad de la materia, se les diese noticia de los elementos de astronomía y de geografía, se les enseñase el uso de algunos instrumentos fáciles de manejar; si la geometría práctica y la geodesia ocupasen el lugar de ciertas cuestiones tan metafísicas como inútiles; si al concluir sus cursos supiesen medir el terreno, levantar un plano, determinar una latitud, usar bien la aguja; entonces tendríamos esperanzas de que, repartidos por las provincias, se dedicasen á poner en ejecución los principios que habrían recibido en los colegios y á formar la carta de su patria. Seis meses consagrados á unos estudios tan interesantes bastarían para poner á un joven en estado de trabajar en la grande obra de la geografía de esta colonia. Yo ruego á los encargados de la educación pública mediten y pesen si es más ventajoso al Estado y á la Religión gastar muchas semanas en sostener sistemas aéreos, y ese montón de materias fútiles ó meramente curiosas, que dedicar este tiempo á conocer nuestro globo y el país que habitamos. (CALDAS & TENORIO, 1849, pág. 31).

La enérgica crítica de Caldas a la educación que recibían los jóvenes deja ver que los alcances dados en la Nueva Granada a la refracción atmosférica, entre otros fenómenos físicos, no trascendía a los colegios superiores. En otras palabras, las prácticas de la ciencia moderna y las observaciones científicas de las élites criollas no se apropiaban en la enseñanza del curso de física. Pero esa preocupación de Caldas, de que no se reflejaban en los estudios superiores la adecuación y uso de saberes técnicos de la física y la astronomía guarda estrecha relación con el papel que jugaba la *práctica de saber* en las instituciones educativas. Pues ésta configuraba el proceso de apropiación del discurso de la física y, en este sentido, establecían los mecanismos y las estrategias de regulación que condicionaban cuál discurso de la física se enseñaba y cuál método se seguía; procesos mediados por las relaciones de saber y de poder (Estado y religión) que reglaban los discursos de la ciencia cuando llegaban a la institución. Si bien es cierto que fuera de los colegios superiores existían empresas y discursos que contribuían a consolidar la nueva ciencia, como la Expedición Botánica en su primera etapa (1783-1808) y las misiones de los científicos, éstas no definían la práctica de saber en las instituciones educativas. En síntesis, en los procesos de apropiación de la ciencia, los colegios superiores de Santa Fe y Popayán, a principios del siglo XIX, hicieron sus propias elaboraciones del discurso de la ciencia, produciendo nuevas prácticas, mixturas o exclusiones de dicho discurso en la enseñanza.

Así mismo, la crítica de Caldas a la educación que recibían los jóvenes indica también cómo la noción de ciencia útil, que justificaba la apertura de la cátedra de filosofía y el curso de física, no era coherente con las prácticas de enseñanza de la física a inicios del siglo XIX. Los alumnos no tenían acceso al estudio y uso de instrumentos para explorar su territorio; transcurrió casi medio siglo (1774-1826) para que se institucionalizaran esas prácticas en los ámbitos educativos. Si bien es cierto que la misma élite de los criollos ilustrados en la Nueva Granada encontraba mucha dificultad para procurarse instrumentos científicos, ya que su adquisición estaba gravada por impuestos especiales, su adquisición tampoco estaba al alcance de los colegios superiores. “Solo a 20 de agosto de 1803 se emitió la ordenanza real

que suprimió los impuestos sobre instrumentos de astronomía y de física que los organismos públicos o personas desearan importar al Virreinato con fines pedagógicos” (CHENU, 1994, pág. 58).

La relación de Caldas con el texto de Haüy trajo como consecuencia que en la Nueva Granada se conocieran las recientes propuestas que en educación y en el desarrollo de la ciencia (física) se estaban dando en Europa. Y le reveló a Caldas el propósito de Haüy de construir un nuevo orden en el discurso de la física para potenciar su desarrollo mediante el método analítico. Tal coincidencia probablemente fue la oportunidad para que Caldas se fortaleciera en el método analítico o de invención, que de alguna manera él venía utilizando en sus prácticas y observaciones, era la ruta favorable para potenciar la ciencia y mejorar la enseñanza que recibían los jóvenes. Al mismo tiempo, dicho método analítico fisuró paulatinamente la dependencia del curso de física de la cátedra de filosofía, regido aún por las demostraciones y la defensa de principios y de teoremas establecidos.

Haüy en su texto también se esforzó por dar a conocer los elementos conceptuales (teóricos) en los propósitos de la física para diferenciarla de la historia natural:

Haüy, desde el comienzo de la presentación de su programa, define el propósito de la física, especificándolo por comparación con el de la historia natural, entre la teoría y la clasificación; esta elección no es sorprendente teniendo en cuenta sus intereses: el del naturalista que mira el aspecto de las personas con puntos de referencia específicos para establecer su clasificación (esta se caracteriza por su objetivo de "rango" y "descripción"); en cambio el físico por combinar los hechos observados, se las arregla para realizar toda una sola teoría. (HULIN, 1997, p. 252).

Haüy hacía hincapié en el carácter científico de la física e insistió en la importancia del valor predictivo de una teoría. Tales aspectos caracterizaban la nueva apuesta en términos del objeto de estudio de la física a principios del siglo XIX en el contexto francés, y es probable que gracias a Caldas y a su compañero Cabal se dieran a conocer dichos alcances del método analítico en la enseñanza de la física para el contexto de la Nueva Granada.

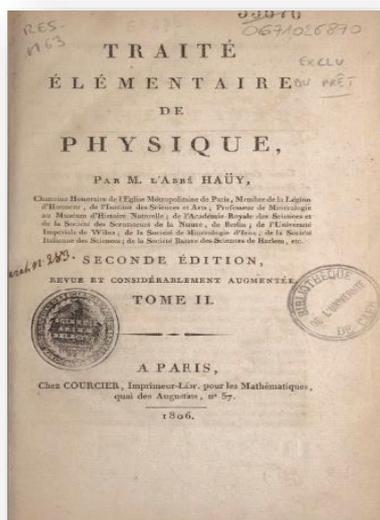


Figura 4 - Tratado elemental de Física, René Just Haüy (1806). Fuente: Martha Cerquera Cuellar, investigación documental



Figura 5 - René Just Haüy. Fuente: Wikipedia

4 LA INSTITUCIONALIZACIÓN DEL TEXTO DE HAÜY Y SU MÉTODO ANALÍTICO EN EL PLAN DE SANTANDER DE 1826

El discurso de la nueva física expuesto por Haüy en su método analítico, y estudiado por Caldas a principios del siglo XIX, fueron prácticas que antecedieron a los procesos de institucionalización en los estudios superiores en Colombia. Este hecho significa que los discursos, en este caso de la física, en sus procesos de cambio fueron movidos también por un principio de exterioridad que fijó los límites de su aparición discursiva, hasta lograr situarse en una práctica que les diera regularidad y especificidad. Es así, como solo después de veinte años apareció el libro de Haüy institucionalmente en el Plan de Estudios de 1826 como el texto referente para la enseñanza de la física general y particular en nuestra naciente República. Así se expuso en el Capítulo XXIV: clase de filosofía y ciencias naturales, artículo 155 de dicho Plan:

Artículo 155. Física general y particular. Un catedrático explicará el conocimiento de los cuerpos por sus propiedades, por sus efectos y por las leyes que arreglan sus movimientos. Del análisis de los cuerpos subirá a la teoría general de las afecciones, propiedades y leyes comunes a todos los cuerpos, abrazando así la física general y particular. Estas lecciones se darán por los principios de la física de Haüy, usándose también los de Libes y Biot: Se verificará la enseñanza en el gabinete de física para hacer las experiencias y conocer el uso de los instrumentos físicos. Los discípulos llevarán un diario de las variaciones del termómetro, del barómetro, del higrómetro y las de la atmosfera, con expresión de los tiempos sanos, secos, lluviosos, etc., lo que al final darán un resultado de observaciones metereológicas muy importantes para la agricultura, la medicina y la vida social. (SANTANDER, 1924, p. 433).

El artículo citado deja ver el lugar dado por primera vez, a los gabinetes de física en dicho Plan como condición sustancial para renovar la enseñanza de la física y sus métodos, además de utilizar los instrumentos para recolectar información necesaria para los problemas sociales que requerían subsanar.

La función de aprovisionar los recursos y los libros estaba ahora en manos de José Félix de Restrepo, en ese momento como director general (hoy día Ministro de Educación), quien terminó asumiendo y estableciendo como referente para la enseñanza de la física el texto de Haüy. Aquí resulta muy significativo que Restrepo en tanto Director de instrucción pública, no recomiende en su propio texto las lecciones de física, para orientar la enseñanza del futuro ciudadano en el primer plan de estudios de la República. Tal vez porque él fue consciente de las limitaciones conceptuales y pedagógicas de su texto en tanto pertenecía a la tradición de enseñanza de la física vía Nollet- método sintético, que él mismo orientó en los establecimientos ilustrados del período colonial. Y porque, además al estar Restrepo al servicio de un proyecto de Estado, era conecedor de las disposiciones de la Junta de estudios de 1821, que había asumido el método analítico como el método de enseñanza, quedando estipulado en el artículo 2° del decreto con que Santander organiza “los colegios y casas de educación de las provincias del sur”, el 20 de enero de 1824. En otras palabras, Restrepo reconoce que el texto de Haüy era un texto coherente con el Plan de Santander.

El método analítico a partir del texto de Haüy, se muestra aquí en relación con las prácticas políticas de la naciente república de la Gran Colombia, cuya apuesta estaba direccionada en la formación de un nuevo ciudadano. El registro de los procesos de institucionalización de la enseñanza de la física a partir del discurso del método analítico de Haüy se refleja en los actos de certámenes y conclusiones de los colegios superiores ubicados en Santa Fe y Popayán, que, a su vez, explicitan los procesos de separación del curso de física de la cátedra de filosofía. Esta búsqueda de autonomía del curso de física requirió de casi medio siglo para hacerse explícita en el Plan de Estudios de 1826, pero sin lograrlo plenamente.

El método analítico propuesto por Haüy y que asume, el Plan de Estudios de Santander fue una clara discontinuidad con respecto al discurso de la enseñanza de la física que se venía dando, en manos de Restrepo. Esto nos evidencia que las disputas no fueron solo de orden epistemológico por el método (analítico y sintético) sino también fueron pedagógicas, en cuanto la Física se hacía más compleja y su enseñanza en los colegios de la República debía responder en los estudios superiores a la invención. No obstante, el texto de Haüy brinda un discurso más técnico, científico y político para la República naciente. Tal discontinuidad dejó ver las fisuras en el discurso de la enseñanza de la física al interior de la cátedra de filosofía; fisuras que indican a su vez los indicios de separación entre el curso de física y la cátedra de filosofía. En este sentido, el profesor Saldarriaga (2011) sostiene:

La separación de la física de la filosofía se dio en el Plan de 1826, porque en ese momento comienza a delinearse una disociación clara entre la filosofía como enseñanza de la lógica, metafísica (la Ideología y la Gramática General de Destutt de Tracy en este caso) y moral; de las matemáticas, física (con el texto de Haüy), química, e historia natural (que conforman el núcleo básico de las ciencias naturales y que correspondían a la física en el antiguo trienio de filosofía) (SALDARRIAGA, 2011p. 88).

A este fenómeno Saldarriaga lo ha llamado el estallido del canon filosófico. Sin embargo, surge una duda: cuando se revisan los años posteriores en que se distribuyeron los cursos en el Plan de 1826, los colegios superiores como el de Popayán seguían los cursos de física, y en particular la óptica, bajo las directrices de la óptica geométrica y no de los principios de la propagación de la luz, es decir, ausentes del método analítico. En suma, una cosa era el Plan de 1826 y otra sus formas de funcionamiento, es decir, su práctica de saber.

5 A MANERA DE REFLEXIÓN

La presencia del discurso de Haüy en el Plan de Estudios de Santander fue una clara discontinuidad con respecto al discurso de la enseñanza de la física que se venía dando en manos de Restrepo (método sintético-analítico), y que arrastraba huellas de la historia natural. No obstante, el texto de Haüy brinda un discurso más técnico, científico y político para la república naciente a principios del siglo XIX.

Sin lugar a dudas, la institucionalización del texto de Haüy en el Plan de Santander significó un cambio de método en la enseñanza de la física, en el cual el método analítico, con base en la búsqueda de principios experimentales, daría las condiciones de posibilidad al catedrático para establecer una relación más dialógica con el conocimiento de la física, y de cara a la invención para la conformación de nuevos ciudadanos (científicos) que requería la naciente República.

El método analítico quedó finalmente estipulado en el artículo 2° del decreto con que Santander organiza “los colegios y casas de educación de las provincias del sur”, el 20 de enero de 1824. Ya no se trata del silogismo, sino de los “discursos”, o el “método académico”, léase “analítico”: la filosofía se enseñará en castellano y se procurará que vaya desterrándose de las conclusiones públicas y demás actos literarios la forma silogística usada por los peripatéticos, la que tampoco sirve para descubrir la verdad; los argumentos se pondrán en pequeños discursos o en el método académico (SANTANDER, “Decreto sobre el Plan”, en *Obra educativa*, T.I, p. 149-150).

La convergencia de: la decisión de la Junta, el texto de Haüy, y la instauración de la cátedra independiente para el curso de física a principios del siglo XIX, configuraron el momento crucial para la consolidación del método analítico en la enseñanza a nivel de los estudios superiores a inicios de la república. Y en este sentido, su paso al horizonte de la enseñanza de la física como disciplina y no como un saber (filosofía natural) al interior de la cátedra de filosofía, entendida ésta como la ciencia mayor a modo de escalera por donde se asciende al conocimiento. Aunque conviene recordar que el método analítico se introdujo de tiempo atrás en el régimen colonial con el discurso inaugural de la cátedra de Mutis sobre el método matemático (1764), y que en los años subsiguientes de finales del siglo XVIII se presentó como el método privilegiado de indagación en la física newtoniana y las ciencias naturales, sin lograrse del todo.

REFERENCIAS

ACADEMIA DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES. **Cartas de Caldas**. Disponible en: <https://play.google.com/store/books/details?id=JKbVAAAAMAAJ&rdid=book-JKbVAAAAMAAJ&rdot=1>. Revisado el: 16 de diciembre 2018.

ARBOLEDA, Luis Carlos; SOTO, Diana. Francisco Antonio Zea y la institucionalización de las ciencias en Colombia. In: ARBOLEDA, Luis Carlos; OSORIO, Carlos (Org.). **Nacionalismo e internacionalismo en la historia de las ciencias y la tecnología en América Latina**. Cali: Universidad del Valle, 1997. p. 259-276.

ARBOLEDA, Luis Carlos. Élités, Medidas y Estado en Colombia: De finales de la Colonia a la Segunda República. In: ARBOLEDA, Carlos (Org.). **La nación imaginada. Ensayos sobre los proyectos de nación en Colombia y América Latina en el siglo XIX**. Cali: Universidad del Valle, 2015. p. 117-230.

CALDAS, Francisco José. **Cuaderno manuscrito de Caldas sobre el semanario de la Nueva Granada**. Artículos sin publicar según Liborio Zerda. Manuscrito sin catalogar. Bogotá: archivo histórico de la universidad del Rosario, 1809.

CALDAS, Francisco José. (1849). **Semanario de la Nueva Granada: Miscelanea de ciencias literatura, artes é industria publicada por una sociedad de patriotas granadinos**. s.l.:

Lasserre. Disponible en:

<https://play.google.com/books/reader?id=JKbVAAAAMAAJ&hl=es&pg=GBS.PP7>

CHENU, Jeanne. Del buen uso de instrumentos imperfectos: ciencia y técnica en el virreinato de la Nueva Granada. In: ARIAS DE GREIFF, Jorge et al (Org.). **Caldas 1768-1816**: Francisco Joseph de Caldas y Thenorio. Bogotá: Molinos Velásquez, 1994. p. 55-64.

DÁVILA, Juan Manuel. **Ciencias útiles y planes de estudio en la Nueva Granada: Método racional y Canon wolffiano en la Filosofía escolar neogranadina (1762-1826)**. Bogotá: Editorial Pontificia Universidad Javeriana, 2012.

FRANKEL, Eugene. **Corpuscular Optics and the Wave Theory of Light: The Science and Politics of a Revolution in Physics**. 1976. Disponible en:

<http://www.jstor.org/stable/284930>. Revisado el: 9 abril 2013.

HAÛY, René Just. **Traité élémentaire de physique**. París: Chez Courcier. 1806.

HULIN, Nicole. **René-Just Haüy: Des leçons de l'an III au Traité élémentaire de physique. Revue d'histoire des sciences**. 1997. Disponible en: http://www.persee.fr/doc/rhs_0151-4105_1997_num_50_3_1283. Revisado el: 4 noviembre 2018.

NIETO-GALAN, Agustín. **Los públicos de la ciencia. Expertos y profanos a través de la historia**. Madrid: Fundación Jorge Juan, Marcial Pons. 2011.

QUINTERO, Jorge Eliécer. Educación, Ciencia y Política: La pretensión de la modernidad en los siglos XVIII y XIX. In: BARONA BECERRA, Guido; GNECCO VALENCIA, Cristobal (Org.). **Territorios posibles: Historia, geografía y cultura del Cauca, Tomo II**. Popayán: Universidad del Cauca, 2001. p. 297-324.

SALDARRIAGA, Oscar. El canon de las ciencias universitarias en la Nueva Granada, 1774-1896. **Revista Memoria y Sociedad**, Bogotá, v. 15, n. 31, p. 86-102, julio. 2001.

SANTANDER, Francisco de Paula. (03 de octubre de 1924). **Decreto 1 de 1826**. Codificación Nacional, VII, p. 401-451.

SANTANDER, Francisco de Paula. Reforma al Plan de Estudios. Bogotá, 26 de octubre de 1820. In: **Obra educativa de Santander (1819-1826)**. Bogotá: Fundación Francisco de Paula Santander, 1990.

SILVA, Renán. **Saber, cultura y sociedad en el Nuevo Reino de Granada, siglos XVII y XVIII**. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional. 1984.

SOTO, Diana. La enseñanza ilustrada en las universidades de América colonial. Estudio historiográfico. In: SOTO ARANGO, Diana; PUIG SAMPER, Miguel Ángel; ARBOLERA, Luis Carlos (Org.). **La Ilustración en América Colonial**. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, COLCIENCIAS. 1995 p. 91-104.

Revisão gramatical realizada por: Sindy Melissa Metaute Arango.

E-mail: sindy.metaute@udea.edu.co