



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
FILOSÓFICAS**

***“DE AERE ET AETHERE:
RASGOS DE ALQUIMIA Y TEOLOGÍA EN EL ÉTER
NEWTONIANO Y SU CRÍTICA AL ÉTER MECÁNICO CARTESIANO”***

**TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE MAESTRO EN
FILOSOFÍA DE LA CIENCIA**

**PRESENTA
RUBÉN SAMPIERI CÁBAL**

**DIRECTOR
JOSÉ ANTONIO HERNANZ MORAL**



Ciudad Universitaria, 2008



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 esta 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.

AGRADECIMIENTOS

Expreso aquí mi más sincero agradecimiento a mi director de tesis, el Dr. José Antonio Hernanz Moral, quien una vez más, con su amistad, ayuda y confianza, me apoyó en muchos sentidos para la realización del presente trabajo.

Al Dr. Larry Laudan, quien más que un lector fue desde el principio un amable asesor y una fuente de confianza y orientación. Me siento profundamente afortunado de haber contado con su conocimiento, amistad y confianza. Con profunda admiración, le dedico, esperando los haya, los momentos afortunados del presente trabajo.

A la Mtra. Angélica Salmerón quien, además de sus valiosos señalamientos y consejos como lectora y amiga me ofreció, como siempre, un invaluable apoyo moral y material no sólo en la realización de este trabajo sino también en la realización de mi maestría.

Asimismo, este trabajo se enriqueció con los valiosos comentarios y señalamientos de mis lectores Dra. Miruna Achim, Dr. Marco Panza y el Dr. Félix Duque.

Agradezco de igual manera a la coordinación del Posgrado del Instituto de Investigaciones Filosóficas de la UNAM por su amable atención y disposición durante mi proceso de formación en la maestría.

Al CONACyT por el apoyo financiero al otorgarme una beca para la realización de mis estudios de maestría en el IIF-UNAM durante el periodo agosto 2005 – julio 2007.

A la Dirección General de Estudios de Posgrado de la UNAM por haberme concedido una beca para realizar una estancia de investigación en la Universidad Paris 7, Francia.

Finalmente, con no menor importancia, agradezco al Proyecto “Distribución social del conocimiento a través de estrategias de alfabetización científico-tecnológica en sistemas regionales diversos, en el contexto de la sociedad del conocimiento” dirigido por el Dr. José Antonio Hernanz Moral del Instituto de Filosofía de la Universidad Veracruzana por el apoyo financiero que me brindó a través de una beca de investigación CONACyT para concluir este trabajo, durante el periodo diciembre 2007 – agosto 2008.

ÍNDICE

De aere et aethere :
**Rasgos de alquimia y teología en el éter newtoniano
y su crítica al éter mecánico cartesiano.**

Presentación	5
1.- Newton y la nueva historiografía: la imagen de Newton a la luz de la alquimia y la teología.	7
2.- La herencia cartesiana: formulación moderna del problema del éter a partir de la identificación materia y extensión.	21
3.- Etapas en el éter de Newton, desarrollo histórico conceptual.	40
3.1 Aceptación y rechazo newtoniano al éter mecánico cartesiano.	50
3.2 Newton y el éter corpuscular.	55
4.- <i>De aere et aethere</i>, una lectura.	59
Conclusión.	68
Bibliografía.	70

Presentación

El presente trabajo tiene como propósito central llevar a cabo el análisis de un concepto fundamental en el desarrollo del pensamiento de Isaac Newton: el éter, a través de la lectura de uno de sus primeras obras destinadas al problema: el *De aere et aethere*. Como intentaremos mostrar a lo largo de la presente investigación, el éter representó para el origen y desarrollo de la ciencia moderna uno de los conceptos clave bajo el cual se articularon una serie de problemas que incluían casi la totalidad de los fenómenos físicos descubiertos y estudiados durante este periodo.

Sin embargo, a pesar de la innumerable constelación de teorías en las que el éter tuvo una profunda significación entre los siglos XVII y XVIII, nuestro interés se centra en discutir el papel y sentidos que dicho concepto tuvo dentro del pensamiento newtoniano y dentro de su discusión con la idea de éter de quien lo hubo formulado en su expresión moderna: René Descartes. Nuestro primer objetivo, por lo tanto, es mostrar los motivos que tuvo Newton para abandonar la idea de un éter mecánico que, no obstante, había abrazado durante los primeros años de su estancia en Cambridge, aquellos que van de 1664 a 1684. Dichos motivos, sin embargo, pueden reconocerse desde ese mismo periodo, aunque de manera implícita, bajo la forma de su idea de principios activos actuando al interior de la materia.

Tales motivos, como pretendemos señalar, no se ciñen únicamente al ámbito de la filosofía natural, específicamente el de la astronomía, sino que abarcan otros ámbitos del pensamiento newtoniano: la alquimia y la teología. En efecto, luego de una exposición sobre la formulación moderna del problema del éter a partir de Descartes, nuestro interés se

centra en discutir que las razones para el rechazo del éter cartesiano por parte de Newton van más allá de ser meras razones científicas, al incluir motivaciones alquímicas y teológicas, como el de la presencia de principios activos en su teoría de la materia y la necesidad de un medio mediante el cual el Creador pueda transmitir la fuerza que mantiene el orden y la estructura del universo.

La tesis principal que guía la presente investigación es pues que el rechazo de un éter mecánico en Newton viene dado por una triple vía: filosofía natural, alquimia y teología, y que, aun cuando el *De aere et aethere* pertenece al periodo en que Newton acepta la hipótesis de un éter a la manera cartesiana, esta obra presenta ya los rasgos que lo harán desistir de una hipótesis mecánica para tal elemento, a su vez, un propósito también importante en nuestro trabajo es mostrar la transición que sufre el concepto de éter en su sentido y función. Por ello, la lectura y el análisis de la mencionada obra representan para nuestro trabajo un recurso fundamental y necesario que será expuesto en el capítulo final.

Así pues, con ello pretendemos mostrar que, si bien es cierto que en el pensamiento e intereses de Newton hay una confluencia de la alquimia, la teología y la filosofía natural, es el éter un elemento clave donde puede leerse y visualizarse esa triple confluencia de inspiraciones para el pensamiento de Newton. En efecto, el éter, a nuestro parecer, pertenece a los tres ámbitos que ocuparon el pensamiento de Newton y es a través de la inclusión de principios activos y la intervención divina de un creador a través de esos principios, que creemos que el éter funge como un crisol en el pensamiento de Newton, donde laten las dimensiones alquímicas y teológicas de su pensamiento.

Capítulo Primero
Newton y la nueva historiografía:
la imagen de Newton a la luz de la alquimia y la teología.

Desde hace aproximadamente tres décadas la historiografía sobre Newton ha centrado su atención en algunas dimensiones de su pensamiento y su obra que de alguna manera habían estado ocultas o simplemente habían sido pasadas por alto. Concretamente la presencia de cuestiones teológicas y alquímicas que ayudaron a configurar su visión integral de lo que él creía constituía el sistema del mundo, han sido integradas a las interpretaciones sobre el lugar, el sentido y la función de Newton y su pensamiento en la ciencia moderna, en la Ilustración y en la propia cultura occidental de los siglos XVII y XVIII. Quizás las dos obras inaugurales de este nuevo tipo de acercamiento sea el estudio de Betty Jo Teeter Dobbs: *The foundations of Newton's Alchemy or "The hunting of greene lyon"*,¹ y el célebre artículo de Richard Westfall, *The role of alchemy in Newton's career*,² ambos de 1975.

Así, Marco Panza, en su reciente obra sobre Newton, afirma que al estudiar la figura del genio inglés habría que renunciar a la pretensión de querer reducir a una sola reconstrucción, una sola matriz originaria, el pensamiento de Newton. Por el contrario, el sustraerse a las anquilosadas oposiciones entre ciencia y pensamiento mágico y religioso puede superarse esa visión parcial; sin embargo, advierte, tampoco hay que buscar una explicación de sus teorías científicas más logradas en factores externos, ya sean teológicos o religiosos. Antes bien, hay que reconocer que si bien, la presencia de estos factores fue

¹ Betty Jo Teeter Dobbs: *The foundations of Newton's Alchemy or "The hunting of green lyon"*. Cambridge University Press, London, 1975.

² "The role of alchemy in Newton's career" en Righini Bonelli. M. L., Shea, William R. (Eds.), *Reason, experiment and mysticism in the Scientific Revolution*, Science History Publications, New York, 1975, pp. 189-232.

una determinante esencial en el pensamiento general de Newton, éste reconocía en todo momento las conveniencias de mantener separados, al nivel del análisis y explicación, los fenómenos correspondientes a la filosofía natural, la alquimia o la teología.³

Con todo, Marco Panza señala que esos aspectos forman parte de la reciente historiografía newtoniana: la suprema racionalidad que Newton dio al pensamiento matemático, el reconocimiento de la fuerza y autoridad últimas dadas a la experiencia, la sumisión al poder ilimitado de Dios y su adhesión a una visión mágica del universo.

Porque no hay que olvidar que, si bien para Newton el análisis y explicación de los fenómenos naturales requería de una diferenciación y especificación en la naturaleza de las respuestas que se dieran a cada uno de ellos, en última instancia, la totalidad de los fenómenos debían conducir a la revelación de una última verdad, una *prisca sapientia* de la cual Newton durante mucho tiempo creyó ser el elegido, el “intérprete privilegiado”⁴ y que debía buscarse en los tres dominios donde se encontraba oculta: en los fenómenos naturales, en los libros herméticos sobre la naturaleza y en el Libro de las Sagradas Escrituras, dominios para los cuales la filosofía natural, la alquimia y la teología eran los caminos adecuados.

Uno de los efectos más notables de esa nueva perspectiva historiográfica es que hoy parece común ubicar la figura de Newton como una figura inserta en el devenir propio de una época y en la confluencia de los rasgos culturales distintivos de esa época. De hecho, una posterior obra de Dobbs, dieciséis años después en 1991, ya situaba todo el temprano pensamiento matemático, físico y cosmológico de Newton como íntimamente vinculado a sus investigaciones alquímicas: *The Janus faces of genius: The role of alchemy in Newton's*

³ Cfr. Marco Panza, *Newton*, Les Belles Lettres, Paris, 2003, p 19.

⁴ Cfr. *Ibid.*

thought.⁵ Lo que estos estudios parecen sugerir, y de hecho es la base de su investigación, es que cuando nos referimos a Newton estamos en un contexto histórico y social que sirve de puente al final del Renacimiento y al nacimiento de la Ilustración. Se trata pues de un contexto en construcción en el que los valores renacentistas y los de la ciencia moderna y la Ilustración conviven en discusión y disputa.

En ese sentido, Newton también forma parte de una nueva forma de investigar la naturaleza, la heredada del experimentalismo baconiano y de la matematización de Descartes, pero sigue dentro de una tradición que está en la misma raíz de la nueva ciencia. Si no olvidamos, por ejemplo, que Kepler y Brahe tenían una alta confianza en la astrología o la cercanía de Descartes con el hermetismo⁶, resultará más sencillo pensar en que el neoplatonismo y el hermetismo renacentista, así como el pensamiento mágico, formaron parte de la instauración de un nuevo método para pensar el mundo y explicarlo⁷, incluso en las obras de Descartes, Galileo y el mismo Newton..

En efecto, la nueva historiografía parece haber echado luz sobre la profunda relación del pensamiento newtoniano con el pensamiento alquímico y teológico. En ese sentido, el estudio del pensamiento de Newton se ha convertido en uno más integrador, uno que ha hecho resaltar la singularidad de la figura del genio, que la ha hecho salir del esquema ahistórico y atemporal en el que una historia más bien positivista lo había sumido. El caso de la biografía realizada por Fontenelle, titulada *Elogio de Isaac Newton*⁸, quizás

⁵ Betty Jo Teeter Dobbs: *The Janus faces of genius: The role of alchemy in Newton's thought*, Cambridge University Press, Canada, 1991.

⁶ Un interesante estudio del papel de hermetismo en el pensamiento y la formación de Descartes lo constituye el libro de Salvio Turró, *Descartes, del hermetismo a la nueva ciencia*, Anthropos, Barcelona, 2002.

⁷ Cfr. Charles Webster: *De Paracelso a Newton: la magia en la creación de la ciencia moderna*, F.C.E., México, 1988. pp. 22-26.

⁸ El texto completo del *Elogio* puede encontrarse como parte de la introducción que Eloy Rada García hace de Isaac Newton, *El sistema del mundo*, Alianza Editorial, Madrid, 1985.

sea un primer momento en la serie de biografías dedicadas a borrar del desarrollo intelectual de Newton cualquier indicio de cultura anti-ilustrada.

Una pequeña muestra de ese apremio por ocultar las facetas y los intereses de Newton en los saberes ocultos es la famosa clasificación de Roger Cotes de los “papeles privados” de Newton como documentos de “escasa importancia”⁹. Sin embargo, es cierto que la nueva historiografía ha inaugurado una interpretación que articula el interés de Newton por esos saberes con el sentido que le dio a su propia obra científica.

Asimismo, la incorporación de estas nuevas perspectivas para el estudio del pensamiento newtoniano ha arrojado una visión del conjunto de su obra científica y su significado, más rica y más acorde a la figura de un pensador que vivió una época de transición en la que los valores de la objetividad y universalidad científica de la modernidad empezaban a imponerse, pero en el que los esquemas renacentistas aún formaban parte de las explicaciones del mundo. Pensamiento mágico, hermetismo, alquimia por un lado, y objetividad, universalidad y nueva ciencia, al inicio del siglo XVII, no eran manifestaciones de la cultura claramente distinguibles, como muestran algunos estudios novedosos sobre algunos pensadores de esos tiempos.¹⁰

Ahora bien, las facetas y elementos resaltados por esta historiografía son novedosos en el sentido de incorporarse a las interpretaciones del pensamiento newtoniano, sin embargo, no lo son en tanto descubrimiento, puesto que tales rasgos, sobre todo el de la alquimia, habían estado presentes en todas las etapas del desarrollo intelectual de Newton,

⁹ Cfr. Eloy Rada García, Introducción a *Principios matemáticos de la filosofía natural*, Alianza Editorial, Madrid, 1987. p. 26 El mismo Rada García parece insinuar que los propios retratos hecho a Newton tenían la clara intención de hacerlo parecer, ecuánime y frío, para un espíritu más acorde con la ciencia que representaba.

¹⁰ Vid. Charles Webster, *op. cit.* passim; Salvio Turró, *op. cit.* passim.

incluso antes de su adhesión a la filosofía mecánica. Dice Dobbs sobre el temprano apego de Newton a la *alchimia*: “it was she who seduced him almost immediately”.¹¹

Es claro también que la filosofía mecánica encauzó casi desde el principio las primeras investigaciones de Newton, sobre todo a su llegada a Cambridge en 1661, cuando tuvo contacto con los mecanicistas de la primera generación: Descartes, Digby, Hobbes, Gassendi entre otros. Según Dobbs

“...although he was introduced to the standard outdated undergraduate curriculum, he was immersed in mechanical philosophies almost from the very beginning, and they formed the stable backdrop against which his alchemy was played out”.¹²

La presencia de estas dos dimensiones jugando un papel central en el pensamiento de Newton no es una inferencia indirecta, de hecho se evidencia en sus propios cuadernos de notas durante su periodo de estudiante en Cambridge:

Newton’s student notebook presents incontrovertible evidence of his early involvement with *philosophia mechanica*...Not only Newton read Descartes himself, that master “mechanician”, but Newton also read most other important works of the period which presented variant mechanical systems. He read Charleton’s epitome of Gassendi and perhaps Gassendi himself with at least a part of Galileo’s work. And while yet an undergraduate, Newton also began to ponder and experiment on various problems of matter and motion. He was in short a mechanical philosopher in his own right, although perhaps not yet fully fledged, for some years before he became an alchemist.¹³

Richard Westfall por su parte ha dedicado también gran parte de su trabajo a mostrar esta confluencia de intereses en Newton; aparte del mencionado arriba, que es el

¹¹ Betty J. T. Dobbs, *The foundation...*, *op. cit.*, p. 197.

¹² *Ibid.*, pp. 196-197.

¹³ *Ibid.*, p. 197.

estudio que guía gran parte del presente apartado, en especial *Alchemy in Newton's library*, *The influence of alchemy on Newton*, *Force in Newton's physics*, *The foundations of Newton's philosophy of nature*, así como *Newton's theological manuscripts* y *Newton and the Hermetic tradition*,¹⁴ son títulos que dicen mucho acerca de la innegable convergencia de estos tres horizontes en el desarrollo del pensamiento newtoniano.

Pero, ¿en qué sentido suele reconocerse que Newton era un alquimista y un pensador embebido auténticamente por la filosofía?, ¿en qué consisten de hecho las llamadas alquimia y teología newtonianas?.

El mérito de la nueva historiografía, a mi parecer, es haber visto el pensamiento newtoniano como una continuidad entre las distintas dimensiones que lo conformaban, es decir, estos estudios configuraron una nueva perspectiva que los llevó a querer salvar la distancia entre una visión “ilustrada” y “objetiva” de la aportación de Newton y sus intereses “personales” u “ocultos”, es decir, la incidencia de sus intereses en las llamadas “pseudociencias” como la alquimia o en los terrenos sombríos del hermetismo y la teología..

De cualquier manera, parece poco probable que tales cuestiones no se hubieran hecho evidentes desde la misma época en que Newton vivió y publicó su obra, -nació en 1642 y murió en 1727-; época, que por otra parte, como acabamos de afirmar no presenta una ruptura clara con el período renacentista donde el pensamiento mágico, la alquimia y la

¹⁴ Richard Westfall, “Alchemy in Newton's library” en *Ambix* 31, 1984, pp97-101; “The influence of alchemy on Newton” en Hanen, Marsha P., Osler, Margaret J., Weyant, Robert G. (Eds.), *Science, pseudoscience and society*, Wilfrid Laurier University Press, Waterloo, Ontario, 1980, pp. 145-169; *Force in Newton's physics. The science of dynamics in the seventeenth century*, Macdonald, London, 1971; “The foundations of Newton's philosophy of nature” en *British Journal for the History of Science* I, 1962-1963, pp. 171-182; “Newton's theological manuscripts” en Bechler, Zev (Ed.) *Contemporary Newtonian Research*, Studies in History of Modern Science, 9, D. Reidel, Dordrecht, 1982, pp. 129-143; “Newton and the Hermetic tradition”, en Debus, Allen G., *Science, Medicine, and Society in the Renaissance. A Festschrift in Honor of Walter Pagel*, 2 vols., Neale Watson Academic Publications, 1972, vol. 2do. pp. 183-198.

teología representaban conocimientos que formaban parte del contexto cultural latente. Creo que entre las obras más profundas a la hora de evidenciar esta difícil transición del renacimiento a la ciencia moderna se encuentra el estudio mencionado más arriba de Charles Webster, *De Paracelso a Newton*. Webster es demasiado claro a este respecto:

Paracelso y Newton no vivieron en mundo completamente ajenos...Paracelso contribuyó al caudal de la teología reformista en el que estaba inmerso Newton. El Neoplatonismo era una fuerza vital entre sus contemporáneos, tanto a fines del siglo XVII como a principios del XVI. La formación cultural de Newton tuvo lugar en el contexto del ascenso de los platonicos de Cambridge. La situación en Cambridge representaba un notable eco tardío del platonismo florentino del Renacimiento, y ambas escuelas se caracterizaban por su intensa fidelidad al espíritu de la teología y filosofía antiguas.¹⁵

Un evidente efecto de esta situación, dice Webster, fue que después de 1660 (época que coincide con el ingreso de Newton a Cambridge) resultara sumamente difícil describir la ciencia de la época en términos puramente mecanicistas. Por otra parte, sería algo interesante sopesar su afirmación del impulso que Paracelso dio a la teología reformista con la intuición mertoniana acerca del estímulo puritano a la ciencia moderna. Para Webster, la célebre *The History of Royal Society* de 1667 lleva a cabo una comparación abierta de la nueva ciencia con la Iglesia reformada de Inglaterra, ciencia que, por lo demás, “había sido pulida y aguzada finamente por Paracelso”.¹⁶

Con todo, Webster subraya la presencia del neoplatonismo o del hermetismo a pesar de estas descripciones que emulaban el surgimiento de la ciencia moderna con detrimento y subestimación de figuras como la de Paracelso o algún otro que perteneciera a una de esas dos tradiciones:

¹⁵ Charles Webster, *op. cit.*, pp. 16-17.

¹⁶ *Ibid.*, p. 18.

Se ha introducido un importante elemento de distorsión en las descripciones del surgimiento de la ciencia moderna con la subestimación del grado en que autores como Paracelso, o autores que pertenecían a la tradición del neoplatonismo o hermetismo, continuaban siendo parte integrante de los recursos intelectuales de la *élite* educada hasta bien entrado el siglo XVII. Es tan grande la evidencia que indica el constante interés en filosofías contrarias a la filosofía mecanicista, que la única forma de arreglar esa vasta anomalía ha sido separar a los líderes de la ciencia –considerándolos hombres representativos de su tiempo- de la mayoría más crédula y no representativa.¹⁷

Pero, continúa Webster:

Por desgracia, para quienes proponen esta teoría, figuras de notable importancia, incluyendo a Newton mismo, resultan tener vivo interés por lo oculto.¹⁸

Ya antes, en 1971, Westfall hizo una valoración similar al considerar la disputa de la tradición de Paracelso con la nueva ciencia en lo referente a la composición de los cuerpos, disputa que tuvo lugar en el terreno de la naciente química, la que, por otro lado, se encontraba cercana a los preceptos paracelsianos sobre la composición:

The Paracelsian tradition of active principles, an aspect of Renaissance Naturalism, was equally at odds with the mechanical philosophy. Among the iatrochemists, it was common, thought not universal, to consider the three Paracelsian principles as active and to admit beside them two passive principles, water and earth...The view was diametrically opposed to the conception of bodies held by the mechanical philosophy. Another strand of the tradition behind 17th century chemistry, alchemy, further emphasizes the dichotomy

¹⁷ *Ibid.*, pp. 18-19.

¹⁸ *Ibid.* p. 19.

between the prevailing outlook in chemistry and the increasingly dominant mechanical philosophy.¹⁹

Más adelante Westfall cree que si la química llegó a instituirse en el marco de la nueva ciencia, no fue porque la filosofía mecánica subsumiera en una explicación mejor los problemas con los que trataban los químicos, i.e. la composición de los cuerpos, sino porque únicamente le ofreció un lenguaje con el cual describir los fenómenos, la legitimó “by stating chemistry in terms acceptable to the scientific community... It ushered chemistry into the boundaries of natural science”.²⁰

Todo lo anterior no debería resultar sorprendente si se toma en cuenta que aun antes de los *Principia* era sabido que Newton trabajaba sobre cuestiones alquímicas, en especial en los procesos para obtener mercurio y sus indagaciones acerca de la transmutación a través de la fermentación²¹. Por otra parte, es síntoma de lo conocida que era su afición a la teología la famosa frase que contraponía a matemáticos y teólogos: para los primeros era inexplicable como un excelente matemático hubiera perdido el tiempo en investigaciones teológicas, y para los segundos, era inexplicable exactamente lo contrario.²²

La inclusión de la teología por parte de Newton en su pensamiento, tampoco es un elemento aislado, en el total de su obra las funciones de la teología, la alquimia y la ciencia tienen un objetivo en común: descifrar la verdad divina. Es común ahora aceptar que estas tres dimensiones en Newton estaban al servicio de un mismo propósito. Para Dobbs, los últimos escritos de Newton reflejan esa intensa lucha por integrar la alquimia a su ciencia,²³

¹⁹ Richard Westfall, *The construction of modern science: mechanisms and mechanics*, Cambridge University Press, New York, 1977 (Reimp. de 1971: John Wiley & Sons, Inc.), pp. 67-68.

²⁰ *Ibid.*, p. 81. Vid. *Ibid.*, pp. 65-82.

²¹ Cfr. B. J. T. Dobbs, *op. cit.*; pp. 172-173, 194-196.

²² Cfr. Marco Panza, *Op. Cit.*, p. 20

²³ Cfr. Betty J. T. Dobbs, *The foundation..., op. cit.*, p. 196.

para Frank E. Manuel, la lectura del breve texto “Of Earth” muestra cuán imbricadas están las investigaciones en el Libro de las Escrituras y el Libro de la Naturaleza de Newton desde el mismo principio de su carrera.²⁴

Según Frank E. Manuel, en este texto, bastan unas pocas frases del Apocalipsis para que Newton extraiga de ellas una evidencia de las propias escrituras para su creencia de que el mundo está moviéndose inexorablemente hacia un gran cataclismo, una gran conflagración, para que luego devenga una forma indeterminada de renovación.

Para Frank E. Manuel, un pasaje de la propia escritura de Newton sugiere la continua intermitencia de la ciencia y la religión a través de la vida de Newton. Pertencen a la *Óptica* y los *Principia* respectivamente:

And though every true Step made in the Philosophy bring us not immediately to the knowledge of the first Cause, yet it bring us nearer to it, and on that account is to be highly valued.²⁵

Así también, dice, en la segunda edición de los *Principia*, dentro del Escolio General, una frase que postulaba que la discusión sobre el papel de una Deidad en los fenómenos era cuestión de la “filosofía experimental”, en la tercera edición esa discusión pasa a ser cuestión de la “filosofía natural”.²⁶

Que hasta 1974 o 1975 hayan empezado a hacerse presentes estos “descubrimientos” dice mucho del tipo de historiografía que se construyó alrededor de la figura y la ciencia de Newton. Así, la pregunta sobre el ocultamiento de esas facetas en el desarrollo de la ciencia newtoniano, de nuevo parece responderse desde una historiografía

²⁴ Cfr. Frank E. Manuel, *The religion of Isaac Newton*, Clarendon Press, Oxford, 1974, p. 41.

²⁵ Cita de Frank E. Manuel, *ibid.*, p. 40.

²⁶ *Idem.* En la versión de los *Principia* de Eloy Rada, la frase conserva el cambio de la tercera edición, cfr. p.785.

que intentaba reportar la imagen de una ciencia moderna desprovista de un contexto y con valores universales como los de método, objetividad, y con todo lo que supusiera una contraposición al conocimiento mágico-hermético, del que la alquimia era quizá la más clara expresión.

Ya que el éter es un elemento presente en casi todas las obras principales de Newton como los *Principia* (1687) y la *Óptica* (1704), así como en sus trabajos menos célebres, pero con rasgos de alquimia y teología, resulta interesante por una parte una interpretación acerca del sentido que tal elemento tenía en los escritos tempranos y, por otra, investigar si ese sentido es fijo y aparece sin modificaciones en sus obras mayores, o si, por el contrario, se trata de una idea que Newton discutió y cambió a lo largo de su desarrollo intelectual.

También es objetivo del presente trabajo, dejar ver si la naturaleza y función que Newton atribuía al éter varía en cada texto ya sea científico o alquímico, o si el sentido que le da es uno que pueda formar parte y estar configurado por elementos alquímicos, científicos y teológicos. Es decir, si a través de las distintas expresiones el concepto de éter conserva un sentido central a todas ellas. Se echará en falta aquí, no obstante, un tratamiento de las peculiaridades matemáticas que tiene el desarrollo del problema del éter en Newton pues, aunque es en sí mismo un punto ineludible para una lectura prudente, involucra elementos que sobrepasarían el marco de este escrito.

Quizás no haya mucha novedad en articular estas tres dimensiones para la interpretación de Newton, como dije, ya se ha hecho, pero creo que puede ser interesante centrarse en un concepto en concreto, importante en la configuración de la ciencia newtoniana y ver cómo era claramente uno de los pocos conceptos de Newton (al lado de la gravedad y la acción a distancia) que tenían lugar en las preocupaciones teológicas, alquímicas y científicas, pero que además su sentido guarda una huella de cada una de ellas.

Concepto que, por lo demás, jugó un papel de suma importancia en la construcción de la ciencia moderna.²⁷

En efecto, el éter es quizás en la ciencia moderna el concepto más fluido y complejo de los que empezaron a dibujar el esquema científico como la inercia, la acción a distancia, la noción de fuerza, gravedad o atracción magnética. Por sí solo permeó la mayor parte de las teorías que empezaban a constituir el esquema de la nueva ciencia, sobre todo la astronomía, la física y la química.

Todas ellas, quizás diversas en la naturaleza o comportamiento que le asignan, ven al éter como un elemento sutilísimo y de mayor rarefacción que el aire, que permite ya sea la unión del macrocosmos con la naturaleza inmediata y la regularidad de sus fuerzas o la propia constitución y propiedades de los cuerpos materiales. En algunos mecánico y fijo, en otros corpuscular, lo cierto es que el éter toma las veces de un elemento cuasimaterial, un espíritu por mucho sutil que se hace necesario para conciliar la visión científica del mundo y las visiones mágicas, religiosas y culturales.

No sólo ello, sino que fue una constante en los intentos por explicar ese universo mecánico ya fueran los de la geometría cartesiana, el del magnetismo de Gilbert, el de la mecánica newtoniana o incluso los de la física moderna referentes a la luz y el calor. Como bien afirma Cantor: “Newton’s and other ether concepts were dominating almost every branche of scientific theorising from electricity and chemistry to physiology and psychology.”²⁸

²⁷ La profunda importancia del éter como problema en la construcción de la ciencia moderna está estudiada en la célebre obra de G. N. Cantor y M. J. S. Hodges, *Conceptions of ether: studies in the history of ether theories*. New York, Cambridge University Press 1981. Aquí no haremos una mención detallada de esta innegable importancia debido al espacio, limitándonos a darla por supuesta.

²⁸ G. N. Cantor, *op. cit.*, p. IX

El concepto de éter dio paso a un cúmulo de teorías que no sólo postulaban la necesidad de su existencia, sino que intentaban cuantificar esa existencia y legitimarla dentro del sistema de teorías existentes²⁹.

Así, su presencia no sólo fue en la física, sino en la química (donde eventualmente quiso sustituirse por el flogisto³⁰), en la medicina³¹, en la fisiología³² y la psicología³³. Incluso en sus opúsculos de filosofía natural Kant recurre a él para explicar sus tesis sobre el fuego y su monadología física³⁴.

Sin embargo, la presencia del éter en las teorías científicas no tiene una única función científica, a menudo su incorporación se debe a la necesidad de encontrar una coherencia de lo que la teoría nos dice acerca de los fenómenos con lo que dictan las creencias religiosas o culturales de la época.

Por ejemplo, si según el sistema cartesiano Dios había conformado el universo de forma continua no podía haber espacios de vacío, por lo que se hacía necesaria la presencia de un espacio absoluto, extenso y continuo que asegurara la homogeneidad de un universo tal; no obstante, ¿qué sucedía con espacios donde el aire era inexistente, por ejemplo, el espacio supralunar? Es ahí donde la teoría de los vórtices de Descartes, que aseguraba la dinámica universo con fuerzas puramente mecánicas, postula también la existencia de un elemento elástico, sumamente sutil y fluido que posibilitaba la transmisión de las fuerzas

²⁹ Cfr. G.N. Cantor, M. J. S. Hodge, *Ibid.*, pp. IX-X.

³⁰ Cfr. P. M. Heimann, "Ether and imponderables" en G.N. Cantor, M. J. S. Hodge, *op. cit.* pp. 73-75.

³¹ Cfr. J. R. R. Christie, "Ether and the science of chemistry: 1740-1790" en G.N. Cantor, M. J. S. Hodge, *op. cit.* p. 96.

³² Cfr. Roger K. French, "Ether and physiology" pp. 121-124 y G. N. Cantor y M. J. S. Hodge, "Major themes in the development of ether theories from ancients to 1900", ambos en G.N. Cantor, M. J. S. Hodge, *op. cit.* pp 28-29.

³³ Cfr. J. R. R. Christie, pp. 88-89.

³⁴ Cfr. Immanuel Kant, "Sobre el fuego" y "Monadología física" en *Opúsculos de Filosofía natural*, Madrid, Alianza Editorial, 1992, pp. 54-56, 60-61, 93-96.

que hacen moverse a los los planetas, a través de los vórtices, teniendo como medio a ese elemento que no era otro sino el éter.³⁵

En efecto, Descartes, según su teorización del espacio, que también tiene mucho de teología, afirma la existencia de un éter mecánico, ya que su negación del vacío y de las acciones a distancia no le hubiera permitido explicar de otra forma el movimiento de los planetas, la dinamicidad del universo, la transmisión de sus fuerzas y los efectos, por ejemplo, del magnetismo.

La importancia de Descartes no sólo radica en haber formulado la expresión moderna del problema del éter, es decir, haber sido el responsable de la formulación que le daría al éter su cualidad de medio mecánico y elástico, responsable del movimiento de los astros y la transmisión de la luz, entre otras cosas. también es sumamente importante pues es él con quien Newton discute principalmente, y es la hipótesis del éter cartesiano la primera que Newton abraza como plausible como una causa de la gravedad.

Por ello se hace necesaria, antes que otra cosa, la revisión que tiene el concepto de éter dentro de la física cartesiana, a fin de poseer un marco de referencia para la crítica que lanzará Newton luego de encontrar incompatible esta hipótesis con el comportamiento de los astros según la descripción realizada por las leyes de Kepler. Asimismo, tal revisión resulta necesaria para comprender qué significado tuvo el abandono del éter cartesiano en el pensamiento de Newton. Veamos pues la manera en que Descartes propuso su hipótesis del éter y la manera en que ésta adquiere sentido dentro del marco general de su física, sentido que por otra parte fue el heredado a Newton y sus contemporáneos.

³⁵ Cfr. Descartes, *Tratado del mundo*, Anthropos, Barcelona, 1995, p. 89.

Capítulo Segundo

La herencia cartesiana: formulación moderna del problema del éter a partir de la identificación materia y extensión

El problema del éter, como un medio extremadamente sutil, necesario para la transmisión de fuerzas y la explicación de fenómenos tan diversos como el movimiento de los astros, la gravedad, el magnetismo, los impulsos nerviosos y los fenómenos ópticos, se presenta a lo largo del horizonte de la revolución científica como el problema de la continuidad en la física y en la matemática, es decir, como el problema de la continuidad ontológica de materia y espacio, así como el de la continuidad y articulación de las interacciones físicas de los fenómenos naturales y de las magnitudes por las cuales estas interacciones se explican.

En este sentido, el éter dentro de la ciencia moderna, es decir, dentro de la ciencia que empezó por identificar esencialmente materia y extensión, se presenta como un elemento que sirve de medio no sólo para homogeneizar y armonizar físicamente el mundo, (*i.e.* la estructura de la materia de este mundo), sino también para garantizar la continuidad de las fuerzas físicas y los fenómenos a los que éstas dan pie (la propagación de la luz, el movimiento de los astros, la atracción de los cuerpos, el magnetismo), y articular en un sistema coherente las fuerzas que se suponen presentes en estos fenómenos.

Debido a ello, podemos decir que el problema del éter en los inicios de la ciencia moderna atañe íntimamente a la física, a la geometría y a la astronomía, y queda expresado en términos esencialmente mecanicistas.

Es de este modo en el que podría decirse que su formulación moderna comienza con Descartes, específicamente con la identificación que el filósofo francés hace de materia y

extensión, y con su caracterización del espacio como continuo y extensional. Así, el problema del éter empieza como un problema mecánico, es decir, relacionado íntimamente con cuestiones del orden de la materia y el movimiento, y con el problema de la continuidad matemática o geométrica del espacio, concretamente, del espacio *more* geométrico cartesiano. Desde que la materia no es más que espacio, extensión, la matematización cartesiana de la física consistirá en la reducción de ésta a la geometría. Y es también de este modo que las nociones de fuerza mecánica, materia y movimiento jugarán un papel importante en la hipótesis moderna del éter.

No obstante, al problema de una continuidad física en la identificación cartesiana de materia y extensión, hay que añadirle la cuestión de su fundamento metafísico. Es de sobra conocida la fundamentación metafísica que las *Meditationes de Prima Philosophia* de 1641 ofrecen (aunque no de forma cronológica respecto al primero) a la física cartesiana expresada en *Le Monde* escrito en 1630 y en *Principia Philosophiae* de 1644, sobre todo en el tema de la existencia de la materia y en sí de todas las posibilidades y propiedades de la *res extensa* cartesiana (*i.e.* su divisibilidad *ad infinitum*, su calidad de inerte, su cantidad fija de movimiento, su estructura y capacidad para la transmisión de impulsos) por lo que el tema de la continuidad es a la vez una cuestión ontológica y metafísica.

Por otro lado, las nociones de fuerza¹, materia y movimiento, cercanas a sus convicciones respecto a Dios, darán asimismo a la cuestión una dimensión teológica. Es esta formulación la que Descartes hereda para la discusión sobre el éter, una formulación

¹ Utilizar el concepto de “fuerza” y referirlo al sistema físico cartesiano es un tanto inadecuado ya que este concepto no tuvo una definición precisa sino hasta Newton y su introducción del término *vis impressa* como equivalente a su noción *force*; Descartes se inscribe de hecho en la discusión sobre la *vis viva* y sobre la forma correcta de medirla y caracterizarla como esencial o no a los cuerpos. Antes de Newton no existía un concepto que unificara las distintas concepciones sobre fuerza, así, este fenómeno podía identificarse con los conceptos de *vis viva*, *ímpetus* o *connatus*. Sin embargo, nos parece que los principios de inercia e impacto suponen interacciones entre los cuerpos que podemos reconocer bajo el término fuerza, sin dejar de reconocer que en tiempos de Descartes aún existe la discusión sobre su caracterización.

expresada en términos mecanicistas; pero no sólo estos pues, como intentaremos mostrar, también las dimensiones metafísica y teológica persistirán en el tratamiento que, por ejemplo, Newton hace del problema en las distintas etapas de su pensamiento.

Como acabamos de apuntar, el problema del éter en Descartes está ligado por principio a los problemas de la física y la astronomía, es decir, del origen, dinámica y comportamiento de los astros y de los fenómenos terrestres que involucran fuerzas, materia y movimiento: como los fenómenos luminosos y la dinámica de los vórtices que permiten esas traslaciones de los astros; su idea de un éter se relaciona incluso con cuestiones acerca de la estructura de la materia como veremos al exponer la teoría de los elementos de Descartes.

En efecto, en la mencionada teoría el filósofo francés parece identificar a su segundo elemento (*aethere*) con un medio sutil y fluido del cual están formados los cielos y que rodea los astros, permitiendo el movimiento de los vórtices que los mueven, que transporta la luz desde el Sol (formado por el primer elemento, *fuego*) a la Tierra y los demás planetas (formados por un tercer elemento opaco, *tierra*) y que, a manera de residuo del roce de sus partículas, produce esa *materia sutil luminosa* de la cual se formó el Sol y las estrellas y que, al inicio de los tiempos cuando Dios creó una cantidad fija de materia diversificada con una cantidad fija de movimiento, fue llenando los intersticios existente entre las partículas del segundo y tercer elemento.

Ante este asunto de la teoría de la materia, ambos, Robert Schofield e Irving B. Cohen, apuntan la importancia que tenía para cualquier filósofo natural “de cualquier siglo” desarrollar una teoría tal; refieren citando a J. J. Thomson:

From the point of view of the physicist, a theory of matter is a policy rather than a creed, its object its to connect or coordinate apparently diverse phenomena and above all to suggest, stimulate, and direct experiment. It ought to furnish a compass which, it followed, will lead the observer further and further into previously unexplored regions.²

Y es verdad que en los dos autores que ocuparán nuestra investigación, Newton y Descartes, su teoría de la materia significa un punto de referencia ineludible para comprender sus formulaciones respecto al éter. En este punto conviene adelantar que, de hecho, es a través de su teoría de la materia donde el concepto de éter en Newton transita desde una concepción puramente mecánica, un medio sutil que llena el espacio con acciones mecánicas de impulsos y variaciones de densidad, a un medio que posibilita la transmisión de los principios activos de una materia corpuscular.³

Este tránsito de sentido de un éter mecánico a uno corpuscular no obstante también está presente en otros ámbitos del pensamiento newtoniano; sus consideraciones sobre la gravedad y la atracción, sus análisis sobre la naturaleza de la luz, sus especulaciones en las *Queries* de la *Óptica*, sus estudios sobre las transformaciones de la materia, así como sus indagaciones acerca de la naturaleza de este “espíritu sutil” serán ocasión de proponer su hipótesis del éter desde el triple ámbito desde el cual tomó sentido su pensamiento: el ámbito donde confluyen la teología, la alquimia y la filosofía natural. Como apuntamos en la introducción al presente trabajo, es el propósito de esta tesis intentar una lectura del concepto que muestre que en él confluía ese triple ámbito del pensamiento newtoniano.

² Robert E. Schofield, *Mechanism and Materialism: British Natural Philosophy in an Age of Reason*, Princeton University Press, Princeton, 1970, p. 5; Irving B. Cohen, *Franklin and Newton: An Inquiry into Speculative Newtonian Experimental Science and Franklin's Work in Electricity as an Example Thereof*, The American Philosophical Society, Philadelphia, 1956, p. 285.

³ Cfr. Robert E. Schofield, *Ibid.*, pp. 14-15.

Pero hay una serie de problemas donde el éter si es que no toma mayor relevancia, sí tendrá mayor acentuación: el horizonte de los problemas de las nuevas fuerzas al interior de los fenómenos y la materia: como el magnetismo, los impulsos de movimiento, la gravedad, la atracción, la acción a distancia, los fenómenos ópticos, etc. Esto dará pie a que la hipótesis del éter se presente de manera directa en fenómenos tan diversos como el caso de las mareas, la refracción de la luz, la dinámica de los planetas y el influjo de la gravedad sobre ellos, la atracción o repulsión entre los cuerpos, el movimiento pendular, el magnetismo, etc. Son estos algunos de los problemas en los que el éter aparece como elemento explicativo y en los que a partir de Descartes empezó a presentar una naturaleza mecánica.⁴

Son estos también los fenómenos que Newton intentará abordar con una hipótesis etérea que, como afirmamos, transita desde una naturaleza mecánica a una corpuscular. Pero no sólo esto, son estos también los fenómenos que Newton explicará a través de su concepto novedoso de fuerza y su teoría corpuscular de la materia.⁵

Es por lo anterior que, a pesar de la múltiple variedad de fenómenos en los cuales la hipótesis del éter fungió como elemento explicativo central de procesos físicos que aseguraba la trasmisión y articulación de fuerzas, el éter tendrá un núcleo de sentido que apenas varía debido a la expresión mecánica que lo caracterizó; será considerado, casi de forma unánime como un medio capaz de articular, transmitir y dar continuidad no sólo al espacio y a la materia, sino a una multiplicidad de fuerzas, fenómenos, interacciones y teorías, que van desde la estructura de la materia y sus mecanismos e interacciones, hasta el comportamiento del movimiento de los astros, pasando por la trasmisión de las fuerzas que

⁴ Cfr. Mary Hesse, *Forces and Fields: The concept of Action at a Distance in the History of Physics*, Westport, Greenwood Press, 1970, pp. 104-105.

⁵ Cfr. Robert Schofield, *op. cit.*, p. 7.

posibilitan estos fenómenos y sus leyes, la naturaleza y fenómenos de la luz, e incluso los fenómenos que se dan al interior del cuerpo humano, donde los impulsos eléctricos empezaban a aparecer en escena.

La situación moderna del éter a partir de Descartes estará, por principio, ligada a una cuestión muy puntual y fundamental de su física, la de asegurar una homogeneidad a la materia a través de su teoría de los elementos y la de negar la posibilidad de un vacío, negación que resulta necesaria a partir de su identificación entre materia y extensión, de la cual se deriva su idea del espacio constituido como un *plenum* sin intersticios entre partículas.

Si materia es extensión y aquella posee sólo las propiedades de ésta, sus propiedades serán meramente espaciales dando como resultado una continuidad del espacio que asegura que ahí donde haya espacio *ipso facto* hay materia.⁶ Asimismo, ya que el espacio es continuo, no importa cuánto dividamos las partículas de materia, ésta será infinitamente divisible sin que haya posibilidad de una separación *ad vacuum*.

Ahora bien, el porqué la materia llegue a ser homogénea y continua, tiene que ver con su constitución íntima como un pleno corpuscular, granular, derivado de esa esencial identificación apuntada arriba. Esta constitución, si bien es homogénea, presenta variaciones según los tres elementos constitutivos de la materia, no de contenido sino de densidad, una densidad que para Descartes se explica por la distinta cantidad de movimiento que posee cada uno de estos elementos.

Por ello, acaso los dos momentos de la filosofía cartesiana donde el éter cobra una mayor relevancia sean el de su teoría de la materia y su teoría de los vórtices para la explicación del movimiento de los astros; de manera paralela, sus leyes del movimiento y

⁶ Cfr. Mary Hesse, *Op. cit.*, p. 103.

sus principios de inercia e impacto (los cuales como ya apuntamos suponen una noción de fuerza), así como sus ideas acerca del *plenum*, y la negación del vacío son un referente a tener en cuenta para la exposición de su idea de éter.

Hay que apuntar, sin embargo, como veremos cuando hablemos brevemente de la relación entre los conceptos cartesianos de materia, movimiento e impacto mecánico, que estos están íntimamente relacionados con sus ideas teológicas, por lo que, a través de ellos, su discusión sobre el éter conservará una fuerte connotación metafísica y estará ligada a una teología cuando se trate de relacionarla con la teoría de la materia y sus propiedades (v.g. la de ser inerte y tener asignada desde el principio una cantidad fija de movimiento que se transmite sólo por impulsos mecánicos). Veamos todo lo anterior en detalle dentro de una breve exposición de la ciencia cartesiana y sus propósitos.

La teoría física de Descartes está expresada fundamentalmente en *Le Monde ou le Traité de la Lumière* (escrita en 1630 y publicada póstumamente en 1664), en *Principia Philosophiae* (1644) y en los tres ensayos que acompañan al *Discourse de la Methode* (1637), a saber, la dióptrica, los meteoros y la geometría; su propósito, expresado quizás en una sola frase, la más emblemática: *somnium de reductione scientiae ad geometriam*. Sabemos que a este sueño lo acompaña una fábula que Descartes imagina en el capítulo sexto de *Le Monde* con el propósito de dar cuenta de la *admirable estructura de este mundo visible* como lo afirma también en sus *Principia*. Es ahí donde enuncia las primeras bases de su teoría física.

La estructura de esta teoría física está compuesta básicamente por a) leyes del movimiento, que él llama leyes de la naturaleza y que contienen sus ideas sobre el principio

de inercia, sobre el principio de impacto y sus reglas del choque⁷; b) teoría de la materia, de la que se deriva su teoría de los elementos, sus ideas sobre el *plenum* y su explicación sobre la diversidad del mundo⁸; c) hipótesis sobre la formación de los astros, en la que se trata su teoría de los vórtices como causa del movimiento planetario⁹; d) teoría de la luz¹⁰. Por supuesto que en la base de todo esto, como hemos intentado mostrar, subyace su identificación esencial entre materia y extensión y su cualidad de indivisible.

Esta nueva concepción de la materia y el movimiento es la que estará determinada por su idea de extensión, por su idea del espacio continuo *more* geométrico, por su idea de este continuo mecánico en el que los cuerpos se reducen a mera extensión y no poseen otras determinaciones que aquellas que son extensionales, constituyendo de tal manera un *plenum* sin vacío. Veamos pues en una somera exposición cómo esta nueva concepción de la materia es tratada en su física.

A partir de que Descartes identifica materia y extensión su universo se convierte en un *plenum* lleno de sustancia extensa que se encuentra compuesta por partículas de los tres elementos que conforman el total de la materia. Éstas partículas son las que están dotadas con propiedades matemáticas (figura, situación, movimiento) y que por ser extensas pueden siempre dividirse sin encontrar un límite¹¹, son las que conforman los objetos que sólo puede comprenderse como extensos, es decir, con las únicas cualidades de *longitud*, *anchura* y *profundidad*.¹²

⁷ Cfr. René Descartes, *El mundo o el Tratado de la Luz*, Alianza Editorial, Madrid, 1991, cap. 7, pp. 106-115; asimismo, René Descartes, *Principios de la Filosofía*, Alianza Editorial, Madrid, 1995, 2da. parte, arts. 37, 39, 40, pp. 97-99, 100-101; respecto al choque, arts. 45 al 52, pp. 104-108.

⁸ Cfr. *Ibid.*, caps. 5 y 6, pp. 96-106; *Ibid.*, 3ra. parte, art. 52, pp. 154-155.

⁹ Cfr. *Ibid.*, caps. 8 y 9, pp. 115-123; *Ibid.*, 3ra. parte, art. 54, pp. 157-158; arts. 65-69, pp. 168-172.

¹⁰ Cfr. *Ibid.*, caps. 13 y 14, pp. 144-160; *Ibid.*, 2da. parte, arts. 55 al 60, pp.158-162.

¹¹ *Ibid.*, 2da. parte, art. 20, p. 85.

¹² *Ibid.*, 2da. parte, art. 4, p. 73.

De ello resulta que todo cambio en el universo físico resulte por el movimiento de estas partículas y es en la descripción de este movimiento y estas interacciones donde los principios de inercia e impacto y las leyes que los contienen toman sentido. Asimismo, de ello resulta que los fenómenos como la luz, la pesantez, el calor y el magnetismo puedan ser descritos como movimiento que se transmite a través de estas partículas de materia. Por ello, en su “invención” del universo físico, uno de los primeros pasos dados por Descartes es la descripción del origen de la materia y del movimiento.

La fábula que Descartes imagina al inicio del sexto capítulo de *Le Monde* considera a la materia como creada desde el principio por Dios con las cualidades que la distinguen y con una cantidad fija de movimiento,¹³ ésta no aumenta ni disminuye, sino sólo se transmite por medio de un proceso de impacto dado a través del choque de los cuerpos; es esta cantidad de movimiento la que a su vez introduce la diversidad del mundo material según sea la cantidad que cada elemento de la materia posea¹⁴. Dice Descartes en sus *Principia*:

“...(es) Dios, quien en razón de su Omnipotencia ha creado in principio la materia con el movimiento y el reposo y que ahora conserva en el universo, mediante su concurso ordinario, tanto movimiento y reposo como el producido al crearlo. Pues, aunque el movimiento no sea sino una forma del movimiento que es movida, tiene una cierta cantidad que ni aumenta ni disminuye jamás”¹⁵.

La cantidad de movimiento no se encuentra, sin embargo, uniformemente distribuida en la materia al principio de su creación. Al crearla, Dios la dotó de distintas

¹³ Cfr. René Descartes, *El Mundo*, *op. cit.*, cap. 6, pp. 102-103.

¹⁴ *Ibid.*, p. 104.

¹⁵ René Descartes, *Principios de la Filosofía*, *op. cit.*, II, art. 36, p. 96

cantidades de movimiento, siendo éstas las que explican la diversidad de objetos físicos y las que determinan la distinta densidad de cada uno de los tres elementos de los que nos hablará en su teoría de la materia. Efectivamente, en el capítulo segundo de *Le Monde*, Descartes empieza por abordar la diferencia entre los cuerpos sólidos y los líquidos como una diferencia dada debido al movimiento o reposo de las partículas del cuerpo. Así, un cuerpo sólido será aquél cuyas partículas no estén moviéndose y uno líquido aquél cuyas partículas se muevan.

Un cuerpo material será por tanto explicado sólo como una unidad relativa de partículas que poseen la misma cantidad de movimiento. Si no hubiera esta diferenciación establecida por el estado de movimiento, la materia sería imposible de distinguir ya que es infinitamente divisible. Ya que a toda extensión la acompaña el movimiento y éste no es uniforme en cantidad, aquélla estará *in principio* “diversamente movida y por ello desigualmente dividida, ya que es el movimiento el responsable de su división”.¹⁶ Es cuando las partes de la materia adquieren cierta uniformidad (debido al libre movimiento al que están sometidas y al choque entre ellas que va modificando estas cantidades, según veremos en su idea de impacto) que empiezan a adquirir cierto tamaño y movimiento.

Asimismo, toda esta materia y movimiento se encuentran sometidas al destino que Dios les asignó mediante las leyes de la naturaleza. La primera de ellas es la célebre enunciación del principio de inercia cartesiano, a saber: “...cada cosa en particular se mantiene en el mismo estado en tanto que es posible y sólo lo modifica en razón del encuentro con otras causas exteriores”.

Es de notarse que el principio de inercia no se introduce como una noción de estado a la manera de Newton, sino como una propiedad esencial de la materia. Quizás en esto

¹⁶ Ana Rioja, *op. cit.*, p. 116, nota 49.

radique la razón por la cual Newton atribuye a Galileo antes que a Descartes dicho principio, ya que en Descartes está expresado como una propiedad inherente, del cuerpo. Según A. Gabbney, esta propiedad esencial es idéntica a las fuerzas de acción que se dan en el proceso del impacto cuando dos cuerpos chocan entre sí¹⁷. Es esta la fuerza que se mide por el producto del tamaño y la velocidad, cuando el cuerpo del que se trata está en movimiento al chocar con otro; cuando se encuentra en reposo, la velocidad es tomada del cuerpo en movimiento causante del choque.¹⁸

Para Elia Nathan, debido a que esta inercia (entendida como una resistencia que oponen los cuerpos a cambiar su estado) es idéntica a las fuerzas de acción y repulsión actuantes en el proceso de choque introduce una seria contradicción respecto a la noción de materia como totalmente pasiva, pues esta fuerza de perseverancia supondría cierta acción de la materia¹⁹. Por ello, para Nathan una de las interpretaciones que salvan a Descartes de esta contradicción es que presumiblemente para Descartes dichas fuerzas se fundan solamente en la extensión por el hecho de que radican sólo en la perseverancia y no en la resistencia.

De acuerdo a la segunda ley, “cada parte de la materia, aisladamente considerada, no tiende a seguir su movimiento trazando líneas curvas, sino líneas rectas”.²⁰ Esta propensión no obstante varía incesantemente ya que el movimiento efectivo de los cuerpos se da en líneas curvas al estar éstos sometidas a la influencia de otros cuerpos y fuerzas exteriores que modifican su estado; es su conato el que por naturaleza posee un principio de movimiento rectilíneo. Afirma Koyré:

¹⁷ Cfr. A. Gabbney, “Force and Inertia in Seventeenth-Century Dynamics” en *Studies in History and Philosophy of Science*, Vol. 2, año 1971, pp. 25, 50.

¹⁸ Cfr. Elia Nathan, “Notas sobre la Intervención de la Filosofía y la Teología en el Desarrollo del Concepto de Fuerza durante el Siglo XVII”, en *Dianoia*, Vol. XXV, año 1979, p. 90-91.

¹⁹ Cfr. *Ibid.*, p. 92.

²⁰ René Descartes, *Principios de la Filosofía*, *op. cit.*, II, art. 39, p. 100.

Ce n'est que chez Descartes (...) que nous trouvons non seulement l'affirmation claire que le mouvement « inertial » est uniforme et rectiligne, mais aussi la définition explicite du mouvement comme status. C'est précisément parce qu'il instaura le concept d'état de mouvement pour le mouvement actuel que Descartes peut –et que Newton pourra– affirmer la validité de sa première loi ou règle de mouvement tout en supposant un monde dans lequel le pur mouvement inertial, uniforme et rectiligne, soit absolument impossible. Le mouvement effectif est, en effet, essentiellement temporel ; il faut à un corps un certain temps pour se déplacer d'un lieu A à un autre lieu B, et durant ce temps, si court que nous le supposons, le corps est nécessairement soumis à l'action de forces qui l'obligent *statum suum mutare*. Le status comme tel, cependant, est lié au temps d'une façon différente : il peut soit se prolonger soit ne durer qu'un instant. Par conséquent, un corps en mouvement accéléré ou curvilinéaire, change son status à chaque instant puisque à chaque instant il change ou de vitesse ou de direction ; il est cependant à chaque instant *in statu movendi uniformiter in directum*. Descartes exprime ceci clairement en nous disant que ce n'est pas le mouvement effectif d'un corps mais sa tendance, *conatus*, qui est rectiligne. Newton le dit de façon plus sibylline, en employant seulement la formule cartésienne *quantuum in se est*.²¹

Tenemos pues la imposibilidad del movimiento inercial como tal, *in satus*, rectilíneo y uniforme; es por el contrario el movimiento efectivo el que prevalece en el sistema dinámico del universo al estar las partículas de materia expuestas al contacto con otras. Y es este proceso de choque el que expresara en su última ley. Efectivamente, su tercera ley afirma: “si un cuerpo en movimiento choca con otro más fuerte que él, no pierde nada de su movimiento; ahora bien, si encuentra otro más débil y que puede mover, pierde tanto movimiento como comunica al otro”.²² Al crearla Dios como inerte, el movimiento sólo puede presentarse por transmisiones de impacto cuando dos cuerpos se encuentran, donde el proceso que se da en este choque establece su teoría de este impacto.

²¹ Alexandre Koyré, *Études Newtoniennes*, *op. cit.*, pp. 96-97.

²² René Descartes, *Principios de la Filosofía*, *op. cit.*, II, art. 40 p. 101.

Es sobre estos dos principios, el de inercia, que especifica la conducta de los cuerpos al interactuar, y el de impacto, que especifica el proceso de interacción, sobre los cuales se especifican todos los fenómenos de la materia. De tal forma que, según Elia Nathan, el principio de conservación puede erigirse como la ley suprema de la naturaleza en el pensamiento de Descartes²³. Efectivamente, Nathan no hace sino extender al universo entero la frase que Koyré había aplicado al *Le monde*: “La loi suprême du monde est la loi de constance ou de conservation”²⁴.

No obstante, Descartes, al tiempo de someter su mundo físico a las leyes antes descritas, habla de la naturaleza de la materia y ofrece una teoría de los elementos. Es en este punto donde el éter cartesiano comienza a cobrar sentido. En efecto, en su fábula Descartes imagina al universo como un sistema de vórtices interactuando a través de ese *plenum* que constituye la extensión, ya que este *plenum* no permite la existencia de un vacío, todos los cuerpos observables están llenos de una sustancia fluida, la primera en ser creada, insensible y extremadamente sutil que se extiende a lo largo de todo el universo. Dice Mary Hesse:

Descartes distinguishes three different kinds of matter (...): 1) Luminous particles which have been rubbed into a spherical shape, and which make up the sun and the stars. 2) Very small particles derived from the rubbed-off corners of the luminous particles. These fill the heavens and are insensible, transparent, and offer no resistance to the motion of larger bodies. This Descartes calls *matière subtile*, and it corresponds to the aether of other physical theories. 3) Large opaque pieces of matter which constitute the earth and the planets, and which are derived from the adhesion of luminous particles. Descartes goes on to make ingenious use of the vortex principle in explanations of the motions of planets and

²³ Cfr. Elia Nathan, *op. cit.*, p. 89.

²⁴ Alexandre Koyré, *Études Newtoniennes*, *op. cit.*, pp. 98.

comets, terrestrial gravitation, and elementary properties of light, heat, chemical reactions, electric and magnetic attractions.²⁵

Es debido a este primer elemento (primero en genealogía, segundo en densidad) que cada uno de esos vórtices está compuesto de partículas sutiles rotando; es también debido al resultado del movimiento de fricción de partículas del segundo elemento que se originaron los dos restantes. No olvidemos que esta teoría de la materia, supone que, por principio, Dios creó en el universo una cantidad determinada de materia con una cantidad fija de movimiento, y que por su naturaleza omnipotente, Dios la conserva tal como fue creada, sometiéndola solamente al concurso libre de las leyes del movimiento descritas más arriba. De esta forma, Descartes distingue tres tipos de elementos de acorde a su origen y tamaño:²⁶

Al primero en sentido genealógico, Descartes lo denomina con el término latino *aethere*. Descartes lo concibe como un cuerpo líquido muy sutil; de tamaño y figura medianas, sus partes son redondas y juntas como los granos de arena o las motas de polvo.

Debido a su redondez, sus partículas no pueden comprimirse completamente, permitiendo de esta manera que se creen intersticios entre los cuales se desliza el segundo elemento, que es primero según su sutileza y segundo según su origen. En efecto, de éste dice Descartes que puede denominarse *fuego*; de naturaleza también líquida, imagina sus partes de naturaleza mucho más pequeña y con velocidad mayor que *cualquiera* de los demás cuerpos. Según dice “ya que no estoy obligado a admitir ningún tipo de vacío en la

²⁵ Mary Hesse, *op. cit.*, p. 104-105. Parece que Mary Hesse sitúa al primer elemento *fuego* como causa del segundo, *éter*, además de asignarle una figura determinada, sin embargo, como hemos apuntado arriba, los *Principia* y *Le Monde* afirman que las partículas del elemento *fuego* y las de la *tierra* derivan del *éter* y que el *fuego* es el elemento que no tiene ni figura ni tamaño determinados. Sea como sea, para el presente punto son más necesarias las propiedades que Hesse reconoce en los elementos.

²⁶ Cfr. Mary Hesse, *op. cit.*, pp. 103-104; asimismo, cfr. G.N. Cantor, M. J. S. Hodge, *loc. cit.*, pp. 11; y Robert Schofield, *op. cit.*, pp. 5-6.

Naturaleza, no le atribuyo partes que tengan tamaño o figura determinada, sino que estoy persuadido que la vehemencia de su movimiento es suficiente para hacer que se divida de todas las maneras y en todos los sentidos a causa de la colisión con los demás cuerpos”.²⁷

Según esto, sus partes cambian incesantemente de tamaño y figura a fin de acomodarse a la de los intersticios de las partes del segundo y tercer elementos según densidad. No existe ningún ángulo o recoveco por pequeño que sea que este primer elemento no pueda penetrar y rellenar.

Respecto al tercero, Descartes, que lo denomina *tierra*, considera “sus partes son tanto mayores y se mueven tanto menos deprisa en comparación con las del segundo elemento, como éstas en comparación con las del primero. E incluso creo que basta concebirlo como una o varias masas grandes cuyas partes tienen muy poco o nada de movimiento”²⁸

Esta diferencia de movimiento, responsable del origen y diferenciación entre los elementos, es resultado de la forma no uniforme en que Dios lo distribuyó al principio de su creación. Debido a este movimiento, la naturaleza de cada uno de estos elementos es también distinta, y es esta naturaleza la que ha dado origen al tipo de objetos que estos elementos forman. En los *Principios de la Filosofía* Descartes introduce en su cosmología el origen y naturaleza de los astros ligada íntimamente a estos elementos. Es importante señalar que la naturaleza distintiva de cada uno será el comportamiento que cada uno de ellos tendrá respecto a la luz. La naturaleza de ésta también se concebirá como una presión de sus partículas en el medio sutil del éter que viaja desde los astros luminosos, el Sol y las

²⁷ René Descartes, *El mundo*, op. cit., p. 96.

²⁸ *Ibid.*, p. 97.

estrellas, hasta alcanzar los planetas y la Tierra (cuerpos opacos), viajando a través de la materia fluida que compone el cielo (materia líquida transparente).

En efecto, para explicar el origen del Sol y las estrellas, así como la de la tierra, los planetas y el cielo en el cual se encuentran todos estos astros suspendidos, Descartes utilizará su célebre teoría de los vórtices, la cual también explicará y dará razón del movimiento celeste y de la propagación de la luz. A esta teoría cosmológica que conforma un sistema de torbellinos, donde impulsos mecánicos ejercidos a todo lo largo y ancho del medio fluido impulsan a los astros a través de remolinos de éter, Descartes le dedicará los capítulos 8, 9 y 10 de *Le Monde* y toda la tercera parte de sus *Principia*.

Descartes comienza por suponer que en el origen Dios creó materia dividida en todas las formas y partes imaginables, las dotó asimismo de todas las formas posibles de movimiento. Esta irregularidad presenta un caos inicial en el que la única limitante es la imposibilidad del vacío. Debido a que en esta especie de *plenum* no pueden existir intersticios vacíos de materia, todo movimiento de las partículas deberá por tanto ser necesariamente circular, ya que el lugar abandonado por uno será reemplazado inmediatamente por otro. De esto se deriva que pronto habrá un sistema con diferentes centros de movimiento alrededor de los cuales giren las partículas de materia.

Son estos centros de movimiento los cuales formarán los centros de esos torbellinos o remolinos de éter compuestos por el segundo elemento. En efecto, es en esta dinámica irregular que pronto una homogeneidad empezará a aparecer debido al constante choque de las partículas que las reducirán a un tamaño y movimiento medios y de figura redonda: el éter. De esta manera se ha constituido el segundo elemento que dará origen a los otros dos y que servirá de medio sutil en el que estarán girando a través de remolinos los astros una vez creados.

Como ya apuntamos, el continuo desgaste de las partículas del segundo elemento, dará origen a una cierta clase de limaduras infinitamente pequeñas con la mayor cantidad de movimiento, sin figura ni tamaño, las cuales podrán penetrar y rellenar las partes en que las partículas esféricas del segundo elemento no puedan juntarse completamente. Este es el elemento al cual Descartes reconoce como fuego.

Resta explicar el origen del tercer elemento, aquél del que se forman los planetas y la Tierra. Pues bien, para Descartes, hubo desde el principio partículas de materia de un tamaño mayor que no pudieron dividirse y redondearse y que por tanto se unieron entre sí formando conglomerados más grandes que el resto. Su pesantez y resistencia al movimiento fue a su vez mayor, situándolas en las partes más lejanas del centro del movimiento del vórtice donde se encontrasen. De este proceso surgirán los planetas y cometas que tienden a alejarse del centro de los vórtices. Anteriormente, las partículas del primer elemento, *fuego*, las más ligeras, de naturaleza luminosa y sutil se sitúan al centro del vórtice, han dado origen al Sol y las estrellas en un proceso similar al del tercer elemento formando los planetas, por conglomeración de sus partículas cuando éstas no encontraron más espacio que rellenar. Tenemos pues que, el segundo elemento, *éter*, ha dado forma a los cielos, esa materia sutil que rodea a los planetas que flotan sobre ella y que se desplaza formando vórtices alrededor de una estrella formada por el primer elemento y arrastrando consigo a los planetas procedentes del tercer elemento.

(...) pensemos que la materia celeste en donde se encuentran los planetas gira toda incesantemente, como si fuese un torbellino que tuviese por centro el Sol, y que aquellas de sus partes más próximas al Sol se mueven más deprisa que las más alejadas, y que todos los planetas (en el número de los cuales se encuentra la Tierra) permanecen siempre suspendidos entre las mismas partes de esta materia celeste. (...) Del mismo modo que en

los recodos de los ríos, en donde el agua se repliega sobre sí misma formando un remolino, si algunas aristas flotan en esta agua, se ve que las transporta, y las hace girar consigo, y que aun entre estas aristas hay algunas que también giran alrededor de su propio centro, y que las más próximas al centro del torbellino que las contiene terminan su vuelta antes que las que están más distantes, y por último, que aunque estos torbellinos de agua afecten siempre moverse circularmente no describen casi nunca círculos completamente perfectos (...), así se puede fácilmente imaginar que esto mismo se verifica en los planetas, y no hay necesidad de otra cosa para explicar todos sus fenómenos.²⁹

Como podemos observar el éter empieza a tomar sentido a partir de que Descartes introduce en los *Le Monde* y los *Principia*, concretamente en su teoría de los elementos y su teoría de los vórtices. Sin embargo, decimos, un sentido fundamental, pues en su fábula es el elemento *éter* del que derivan los otros dos, en estricto sentido, del que deriva todo el universo con sus leyes y principios y sobre todo el que da cuenta de su teoría de los vórtices. Pero su importancia fundamental no es sólo en su cosmología, también en su teoría de la materia y en sí, en su ontología. Es claro ver cómo el éter no sólo ha dado origen al sistema del mundo, sino que es el medio que lo estructura y le da homogeneidad ontológica. Es en efecto el primer elemento derivado de él, que articula la materia en un *plenum* continuo y extenso.

Continuidad de la materia y el espacio y los cielos. De ahí que el éter tome un sentido completamente distinto al que le había dado el mundo griego inspirado en la física aristotélica. No obstante, continúa con una carga metafísica, se trata de un éter mecánico, instalado en la extensión y la continuidad, posibilitador del movimiento de los astros; de un medio que envuelve a todos los astros y a la vez un elemento de mediación que funciona para asegurar el *plenum* y transmitir el movimiento de los torbellinos por los cuales estos se

²⁹ René Descartes, *Principios de la Filosofía*, op. cit., III, art. 26.

mueven. Sin embargo, no olvidemos que su origen es divino. Su presencia pues es evidente en su cosmología, en su teoría de la materia y en su teoría de los vórtices.

La cosmología y los fenómenos físicos explicados desde la física cartesiana y basados en un fluido etéreo no triunfará ante la concepción newtoniana de las fuerzas y gravitación universal. Sin embargo, dejará el problema del éter expresado en términos mecánicos y formulado según el problema de la continuidad de las fuerzas y homogeneidad de la materia y sus leyes. Aunque ya en Descartes puede hablarse también de una relación metafísica de la continuidad anclada en una teología, en Newton, además, la necesidad de esa articulación va a sobrepasar el horizonte científico para tocar de lleno las cuestiones teológicas y alquímicas.

Capítulo Tercero

Etapas en el éter de Newton, desarrollo histórico conceptual

Las obras de Newton en que el éter aparece mencionado y tratado con cierta extensión son sin duda breves y escasas, no llegan a ser diez. El único tratado que incluye en su título el concepto éter es precisamente el *De aere et aethere* (c. 1672-1675), y en lo que se conserva de él, el éter está tratado apenas en un párrafo. Sin embargo, a lo largo de todo el conjunto de la obra de Newton y sobre todo en su correspondencia existen frecuentes referencias al problema del éter y sus opiniones sobre él.

El concepto de éter en el pensamiento de Newton presenta un desarrollo histórico conceptual que puede entenderse como un camino que va desde la carta que Newton envía en 1672 al secretario de la Royal Society, Henry Oldenburgh, carta conocida como la *New theory about light and colours*, hasta las *Cuestiones* añadidas en 1717 a la *Óptica* publicada en 1704. Entre ese camino se encuentran otras obras en las que el éter es discutido con cierta profundidad y en las que se relaciona con los diferentes problemas que respectivamente ocupan la obra de Newton, no sólo en un sentido físico, sino alquímico y teológico.

Como intentaremos mostrar, es a lo largo de estas obras en donde el problema del éter transita de una concepción mecánica a una corpuscular. Y esta transición es la que suponemos se explica por la introducción de principios activos a través de su teoría de la materia y su idea de una continua intervención divina a través de un medio que asegura el orden y estructura del cosmos.

Por orden cronológico, las obras efectivamente ocupan todo el periodo más intenso en la producción intelectual de Newton, salvo el periodo que va de 1684 a 1713 en el cual

Newton se desentiende de la hipótesis de un éter mecánico, podemos decir que el éter ocupó siempre un lugar fundamental en el pensamiento newtoniano. Según ese orden cronológico las obras pueden listarse de la siguiente manera:

1.- *New theory about light and colours* de 1672. Este texto es la carta que Newton envió al secretario de la Royal Society, Henry Oldenburgh.

2.- *Hypothesis explaining the properties of light* de 1675.

3.- *De aere et aethere*. Situado por los Hall entre 1672-1675 y por Richard Westfall en 1679.

4.- La carta a Robert Boyle de 1679.¹

5.- El “Escolio General” añadido a la segunda edición inglesa de los *Principia* en 1713.

6.- Las “Queeries” 17-24, de la *Ópticks*, añadidas en la segunda edición inglesa de 1717.²

Hay que señalar respecto a esta lista que tales obras expresan respectivamente en el orden que aparecen las tres etapas en el desarrollo conceptual del éter newtoniano. Es decir, a través de ellas puede notarse la transición que queremos mostrar en el presente trabajo. Agrupadas en tres periodos las obras muestran un camino del éter mecánico al éter corpuscular; así, son los dos primeros tratados sobre la luz, la *New theory...* y la *Hypothesis...*, las que introducen la hipótesis de un éter mecánico como causa explicativa

¹ Las obras mencionadas, excepto el *De aere et aethere*, en el presente trabajo están tomadas de I. Bernard Cohen, (Ed.) *Isaac Newton Papers & Letters On Natural Philosophy*, Harvard University Press, Cambridge, 1978. El *De aere et aethere*, de A. Rupert Hall; Marie Boas Hall (sel., ed. and trans.) *Unpublished scientific papers of Isaac Newton: A selection from the Portsmouth Collection in the University Library*, Cambridge, Cambridge University Press, London, 1962. pp. 214-228.

² La referencias para Escolio General y la *Óptica*, serán las siguientes respectivamente: Isaac Newton, *Principios Matemáticos de la Filosofía Natural*, traducción de Antonio Escohotado, Tecnos, Madrid, 1997. Isaac Newton, *Óptica o Tratado de las Reflexiones, Refracciones, Inflexiones y Colores de la Luz*, traducción de Carlos Solís Santos, Alfaguara, Madrid, 1979.

de las propiedades de la luz: refracción y reflexión. Así también en la carta a Boyle, Newton extiende el éter como una posible causa no sólo de la refracción y la difracción, sino de otros fenómenos como la cohesión, la elevación del mercurio, la coherencia en las partes de los cuerpos, la capilaridad, la penetración de sustancias por otras e incluso la causa de la gravedad.³

Por el contrario, el “Escolio General” de los *Principia* y las *Cuestiones de la Óptica* muestran ya una hipótesis corpuscular del éter, luego de que Newton evadió el tema durante casi toda la redacción y la primera edición de los *Principia* en 1687. Una de las razones de este cambio, como veremos adelante, está determinada por cuestiones de orden astronómico, a saber: la incompatibilidad de un éter denso y mecánico con el movimiento de los astros descritos por las leyes de Kepler. Sin embargo, hay también otras razones y son éstas las que parecen ser de un orden alquímico y teológico.

Es en ese sentido que su obra intermedia *De aere et aethere* representa, según nosotros, un punto de inflexión, un punto en el que empiezan a aparecer los elementos que harían abandonar la hipótesis mecánica de un medio etéreo y que lo harían considerar mucho después una vía corpuscular ligada a su teoría de la materia. Estos elementos y consideraciones son los que pensamos están ligados profundamente a motivaciones teológicas y alquímicas, y que encontrarán una exposición más directa en el “Escolio General” y las *Cuestiones*.

Por lo tanto, los periodos que acabamos de mencionar pueden agruparse según esa transición; de 1664 a 1684 Newton acepta la hipótesis de un éter denso a la manera cartesiana, mecánico, mediante el cual se explican entre otras cosas la refracción y reflexión de la luz en sus dos primeros tratados de óptica y en la carta a Boyle de 1679,

³ Cfr. Irving B. Cohen, *Isaac Newton's Papers and Letters...*, *Op. cit.* p. 11

donde incluso lo propone como una causa de la fuerza de gravedad. Entre 1684 y 1687 viene la negación de un éter mecánico por incompatibilidad con la astronomía y el movimiento de los orbes celestes. Todavía en la primera edición de los *Principia* Newton evitaba la mención al éter. No obstante en la segunda edición de 1713, lo incluye en su escolio general, en principio como un tema relacionado a la imposibilidad de la acción a distancia, pues ya desde 1693 había escrito a Richard Bentley “lo absurdo de suponer una acción a distancia sin la mediación de algo más”. Este es el éter que ya poseerá una naturaleza corpuscular relacionada con su teoría de la materia. Por último, las *Cuestiones* de 1717 extienden la noción de un éter corpuscular, más allá de los cuerpos grandes a que el Escolio lo había delimitado, llevándolo a ser un medio que “pervade y llena los cielos enteros”.

Que Newton haya abrazado una teoría de la materia corpuscular, queda demostrado en los mismos *Principia* y en su *Óptica*, donde respectivamente afirma:

La extensión, dureza, impenetrabilidad, movilidad e inercia del todo resultan de la extensión, dureza, impenetrabilidad, movilidad e inercia de las partes, y de ellos deducimos que las partículas mínimas de los cuerpos son también extensas, duras, impenetrables móviles y dotadas de inercia. Y éste es el fundamento de toda filosofía.⁴

...me parece muy probable que Dios haya creado desde el comienzo la materia en forma de partículas sólidas, masivas, duras, impenetrables y móviles, y con tales tamaños y figuras, con tales otras propiedades y en una proporción tal al espacio que resulten lo más apropiadas al fin para el que fueron creadas.⁵

⁴ Isaac Newton, *Principia...*, *Op.Cit.*, p. 462.

⁵ Isaac Newton, *Óptica...*, Cuestión 31, *Op.Cit.*, p. 345..

En la *Cuestión 29* Newton se pregunta asimismo si los rayos de luz no son sino pequeños cuerpos emitidos de sustancias luminosas. Respondiendo que efectivamente las propiedades de la luz pueden derivarse de esa suposición. Así, la refracción y difracción que en sus dos primeros tratados ópticos de 1672 y 1675 se explicaron como un cambio de dirección en los rayos de luz debido a la variabilidad de densidad del éter alrededor de los cuerpos opacos, ahora se debería a las “vibraciones” de un éter corpuscular, también de distinta densidad a través del cual viajarían los rayos de luz.

Sin embargo, estas tres etapas pueden reducirse a un esquema más general y es el que nos interesa en la presente tesis para la lectura proyectada del *De aere et aethere*. La transición de un éter mecánico a uno corpuscular y la lenta aparición de principios activos. Nosotros creemos que en la etapa en que Newton se adhirió a la afirmación de un éter mecánico y denso algunos rasgos que podían estar más cercanos a su éter corpuscular ya eran claramente reconocibles. Estos rasgos son los de los principios activos y pueden localizarse en el *De aere et aethere*.

En este sentido, desde el primer éter mecánico como una hipótesis explicativa de los fenómenos hasta el éter corpuscular y eléctrico de los *Principia* y la *Óptica* donde Newton habla de él como un espíritu “elástico y eléctrico” va asomándose su teoría corpuscular de la materia, la cual nosotros creemos ver esta supuesta en el texto que nos ocupa.⁶

¿Cuál es el sentido y función que tiene el éter a través de todas esas obras? En principio no olvidemos el esquema general de transición de una naturaleza mecánica a una corpuscular a fin de tener un punto de referencia. Pues bien, en la carta a Boyle, por ejemplo, Newton postula al éter como la causa para una diversa lista de fenómenos, entre

⁶ Cfr. Alfred R. Hall, *Adventurer in thought*, Cambridge University press, Cambridge, pp. 135-138

los cuales se encuentran: la cohesión de partículas, su papel en la acción de ácidos y otras manifestaciones químicas, la refracción y difracción y, sobre todo, la causa de la gravedad.

Lo importante no obstante es ver la naturaleza que Newton le asigna al éter: según relata a Boyle, el éter es un medio que es más raro al interior de los cuerpos grandes y más denso en espacios libres; tanto más raro cuanto más pequeños son los poros del cuerpo que invade; tiene la capacidad, en efecto, de penetrar las superficies de los cuerpos al ser de una naturaleza similar a la del aire pero mucho más sutil; además, esta sustancia etérea, se supone esparcida a lo largo de todos los lugares y ser capaz de dilatación y contracción, fuertemente elástica y la cual puede ser la causa de la efracción o desvío de la luz sobre los cuerpos hacia la perpendicular, la cohesión de objetos metálicos con superficies pulidas dentro de un recipiente al vacío, la filtración, la capilaridad, la penetración en los cuerpos gruesos por ácidos disolventes, y finalmente, Newton dice, “es posible proponer una conjetura más que viene a mi mente mientras termino esta carta”: en la acción de este medio etéreo podemos encontrar la causa de la gravedad.⁷

Esa acción, como hemos señalado, se encontraría precisamente en la dilatación y contracción del éter debido a su distinta densidad que de alguna manera “arrastraría” los cuerpos unos a otros. Sin embargo, como los indicamos en el apartado 3.1, éste medio debería suponer una cierta fuerza de resistencia, al penetrar los grandes cuerpos que dilataría el movimiento de los cuerpos celestes y que por tanto afectaría las descripciones de las leyes keplerianas. Y esa es una de las principales razones que servirán a Newton en su desentendimiento de un éter mecánico.

Todavía en su *Hypothesis...*, de 1675, Newton sugiere la posibilidad de que la acción de un cierto espíritu etéreo permita a la mente o alma comunicar sus órdenes a los

⁷ Isaac Newton, *Letter to Boyle*, en Irving B. Cohen, *Op. Cit.*, pp. 250, 253.

músculos y que éste mismo espíritu podría explicar cómo los músculos son contraídos y dilatados causando el movimiento animal.⁸

Dicha determinación del éter como un medio sutil penetrando únicamente los cuerpos gruesos, se extenderá en la *Cuestión 21* a ser un espacio que llena la totalidad del espacio y los cielos enteros, mucho más raro y delgado que lo que supone en la carta a Boyle y en el mismo Escolio General.

Efectivamente, si bien en el Escolio General Newton reintrodujo como último párrafo una vaga referencia a un “espíritu sutilísimo” cuya acción podría ser muy bien la causa de los fenómenos ya descritos en sus escritos de 1675 y 1679 (causa que entonces asimilaba a un éter mecánico), en la segunda edición de su *Óptica* ese espíritu sutilísimo se convierte en un verdadero éter, un éter que funciona como un espíritu eléctrico y elástico, a través de cuyas pulsaciones y contracciones son posibles las transmisiones de fuerzas que dan pie a los fenómenos ya mencionados arriba. En el Escolio General de 1713 afirma:

Podríamos ahora añadir algo sobre cierto espíritu sutilísimo que penetra y yace latente en todos los *cuerpos grandes*, por cuya fuerza y acción las *partículas* de los cuerpos se atraen unas a otras cuando se encuentran a escasa distancia y se ligan en caso de estar contiguas; y los cuerpos eléctricos operan a distancias mayores repeliendo tanto como atrayendo a los *corpúsculos* vecinos y la luz es emitida, reflejada, refractada, curvada y calienta los cuerpos; y toda sensación es excitada y los miembros de los cuerpos animales se mueven a la orden de la voluntad, propagada por las vibraciones de este espíritu siguiendo los filamentos sólidos de los nervios, desde los órganos externos hasta el cerebro y desde el cerebro hasta los músculos. Pero estas son cosas que no pueden ser explicadas en pocas palabras. Por otra parte, tampoco disponemos de una cantidad suficiente de experimentos

⁸ Isaac Newton, *Hypothesis...*, *Op. Cit.*, pp. 182-183.

para determinar con precisión y demostrar mediante qué leyes opera este espíritu eléctrico y elástico.⁹

Como bien afirma Irving B. Cohen, la lista de estos fenómenos descritos en el párrafo anterior es remarcablemente similar a los fenómenos discutidos en los documentos de la década de los 70: la carta a Boyle y la *Hypothesis*. Omitiendo únicamente la gravedad, pero que sin embargo, un párrafo antes en su Escolio está sugerida. Asimismo, Alfred R. Hall y Marie Boas Hall señalan el hecho de que este “espíritu” en Newton deba ser entendido en relación a los fenómenos eléctricos desde que Newton mismo calificó a ese espíritu como eléctrico y elástico en una copia manuscrita de la segunda edición de sus *Principia*.¹⁰

Luego, en las mencionadas *Cuestiones de la Óptica* en su edición de 1717, de la 17 a la 24 Newton dedica todas sus especulaciones a la naturaleza del éter y sus funciones¹¹. En la *cuestión 17* se refiere al problema de las vibraciones del medio en el cual la luz viaja, vibraciones que agrupan los rayos de luz en haces de fácil reflexión y refracción. La *cuestión 18* continua con las propiedades de este medio, pero referida a la propagación del calor. Aquí se inserta el famoso experimento de Newton con los termómetros: dos termómetros situados en recipientes iguales, a uno de los cuales le fue extraído el aire, permaneciendo *in vacuum*, alcanzaron la misma temperatura por igual haciendo suponer a Newton si este medio que propagaba el calor no era acaso el mismo medio por el que la refracción y reflexión de la luz era producida, un medio mucho más raro y sutil que el aire.

⁹ Isaac Newton, *Principios...*, *Op. Cit.*, p. 621. Los subrayados son míos.

¹⁰ A. Koyré and I. B. Cohen, “Newton’s Electric Spirit: Four Oddities”, *Isis* 50, pp. 473-476. 1960.

¹¹ Cfr. Isaac Newton, *Óptica...*, *Op. Cit.*, pp. 302-307.

Efectivamente, las *cuestiones* 19 y 20 sugieren que las variaciones o diferencias en la densidad del medio etéreo puede explicar muy bien la reflexión y la refracción, al ser un cambio que retarda la velocidad de la luz y desvía sus partículas doblando la dirección de los rayos.

Quizás la *cuestión* 21 es la que ofrece mayor importancia ya que es en ella donde relaciona la diversa densidad de este medio con una posible causa de la gravedad; las variaciones en la densidad del medio pueden producir gravitación desde que este medio es mucho más raro en el interior de cuerpos densos como el sol, los planetas, los cometas, las estrellas, que en el espacio celeste. Su explicación es similar a la de las partículas y rayos de luz en la refracción y reflexión:

Aun cuando este aumento de densidad pueda ser extremadamente lento a grandes distancia, con todo, la fuerza elástica de este medio puede ser extremadamente grande como para empujar a los cuerpos de las partes más densas del medio a las más raras con esa potencia que denominamos gravedad.¹²

La diferencia está pues en que su éter mecánico, luego de desecharlo, se convierte primero en un espíritu sutilísimo que penetra sólo los cuerpos grandes en los *Principia* y del cual es omitida la gravedad; no obstante, ese “espíritu sutil y elástico” en la *Óptica* será capaz no solamente de penetrar los cuerpos gruesos, sino el espacio entero, con una densidad supuesta 700,000 veces más rara que el aire según lo dice Newton en la *Querie* 21¹³, siendo su resistencia por ello mucho menos y prácticamente inexistente. Así, como afirma Dobbs, el medio en el cual los astros se mueven según este nuevo éter es uno no

¹² *Ibid.*, pp. 304-305.

¹³ Cfr. *Ibid.*, p. 305.

resistente, sin embargo, sigue siendo un éter.¹⁴ Es la *cuestión 22* la que establece una diferencia clara y tajante con su anterior éter mecánico y el problema que éste ofrecía como retardación en el movimiento planetario:

¿No puede ocurrir que su resistencia sea tan pequeña como para ser inconsiderable? Por ejemplo, si el Éter (como lo denominaré) fuese, dugamos, 700,000 veces más elástico que nuestro aire, y más de 700,000 veces más raro, su resistencia sería más de 600,000 veces menor que la del agua. Una resistencia tan pequeña difícilmente habría de producir una alteración sensible en los movimientos de los planetas en un periodo de diez mil años.¹⁵

Otra diferencia considerable es que, mientras el éter mecánico de la década de los 70, variará en su densidad únicamente por movimiento y materia, y por tanto es un éter más denso, el espíritu sutil de los *Principia* y la *Óptica* es un éter que funciona por vibraciones y en el cual hay presencia de fuerzas como veremos adelante, fuerzas al interior de la materia que posibilitan la acción entre partículas. Entre estas fuerzas estará “esa potencia que denominamos gravedad”.

Por tanto, ese éter mecánico de la década de los 70, ese espíritu sutil de los *Principia*, en las *Cuestiones* de la *Óptica* se convertirá en un verdadero Éter responsable de todos los fenómenos hasta entonces descritos por él, incluyendo la posibilidad de ser una explicación de la gravedad.

¹⁴ Cfr. Betty J. T. Dobbs, “Newton’s rejection of the mechanical aether” en *Scrutinizing Science*, Larry Laudan, Rachel Laudan, Arthur Donovan, (Eds.), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1988, p. 76.

¹⁵ Isaac newton, *Óptica...*, *Op. Cit.*, p. 306.

3.1 Aceptación y rechazo newtoniano al éter mecánico cartesiano

Como lo atestiguan numerosas referencias de sus estudiosos, así como las alusiones realizadas en su cuaderno de notas *Quaestiones quaedam philosophicam* durante su estancia en Cambridge entre 1664 y 1684, y las críticas realizadas en *De Gravitatione et aequipondio floidorum*, Descartes fue una de las tempranas referencias de Newton. Se adscribió sin embargo críticamente al mecanicismo vía Descartes, pues casi desde el principio reconoció insuficiencias en el sistema cartesiano. En efecto, de Descartes atacó principalmente su teoría de los vórtices, su negación del vacío y su teoría de la luz. Como lo indica Voltaire en sus célebres cartas filosóficas, la disputa entre cartesianos y newtonianos expresaba la disputa entre dos sistemas de filosofía diametralmente opuestos:

Un Français qui arrive à Londres trouve les choses bien changées en Philosophie comme dans tout le reste. Il a laissé le monde plein, il le trouve vide ; à Paris on voit l'Univers composé de tourbillons de matière subtile ; à Londres on ne voit rien de cela ; chez nous c'est la pression de la Lune qui cause le flux de la mer, chez les Anglais c'est la mer qui gravite vers la Lune ;... chez vos Cartésiennes tout se fait par une impulsion qu'on ne comprend guère, chez M. Newton c'est par une attraction dont on ne connaît pas mieux la cause.¹⁶

Una de las más tempranas adhesiones no obstante, antes de llegar a ese cuadro en el que la ciencia cartesiana y la newtoniana son dos tradiciones completamente distintas, fue su creencia en la existencia de un éter mecánico a la manera de Descartes. En efecto, como

¹⁶ Citado por Alexandre Koyré, *op. cit.*, p. 88. Puede verse la carta completa en Voltaire, *Lettres Philosophiques*, 4^{ème} lettre, La Pléiade, Editions Gallimard, Paris, 1991.

bien afirma Dobbs, alrededor de 1664 Newton aceptó el postulado cartesiano de un éter denso, actuando mecánicamente por impacto, como la causa de la gravedad terrestre.¹⁷

El documento donde puede verse la adhesión no sólo al éter mecánico sino a la misma tradición mecanicista son las mencionadas *Quaestiones...* En ella efectivamente la más fundamental de las referencias al éter es aquella donde Newton reconoce al éter como una posible causa de la gravedad, debido a la elasticidad y distinta densidad que presenta, la cual, a través de “contracciones” empujaría o arrastraría los cuerpos pesados. Asimismo, la explicación sobre las propiedades de la luz, la reflexión y refracción, revela una seria consideración sobre un medio denso y mecánico como causante de tales fenómenos.

Así, este periodo su aceptación de un éter mecánico está ligado fundamentalmente como un principio de la gravedad y como un medio responsable de las propiedades esenciales de la luz. Se expresan, como mencionamos, en sus dos tratados sobre la luz y en su carta a Boyle, pero en ellos también hay referencias a principios activos (como indicamos más abajo siguiendo a Dobbs), referencias que como nosotros señalamos tocan de lleno su teoría de la materia y pueden localizarse ya atisbos de ellos en el *de aere et aethere*. En las *Quaestiones...* ya había expresado su rechazo a la idea cartesiana de que la materia pudiera estar constituida por puntos matemáticos extensos¹⁸ pues para Newton lo

¹⁷ Cfr. Betty J. T. Dobbs, “Newton’s Alchemy and His ‘Active Principle of Gravitation’”, en P. B. Scheurer, G. de Brock, (Eds.), *Newton’s Scientific and Philosophical Legacy*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1988, p.55.

¹⁸ Sería interesante un análisis acerca de hasta qué punto esta caracterización del espacio y la materia como extensión y continuidad fundamenta la geometría analítica de Descartes. Según mi opinión, creo que una metafísica tal permitió la idea de poder traducir las formas espaciales a un lenguaje matemático particular. Digo particular pues, como veremos, en Leibniz una idea del espacio y de la materia distinta, permitió un lenguaje distinto: en efecto, Leibniz con una intuición opuesta a la de Descartes sobre el espacio y su extensión desarrolla no una geometría continua sino un cálculo infinitesimal. Creo que esto tiene que ver, según mi opinión, con la idea de punto que ambos concebían y que esta idea se desprendía de sus consideraciones metafísicas sobre el espacio. Así, el espacio para Descartes es continuo y extenso, para Leibniz monadológico y éstas mónadas son singulares y clausuradas, de ahí resulta que en tanto que la idea de punto en Descartes es la de un elemento extenso y continuo (Descartes dice del punto: un lugar en el espacio, pero en el espacio extenso) que permite una continuidad en la constitución de las formas geométricas (la línea

que carece de dimensiones no puede constituir cuerpos, siendo por tanto átomos lo que constituye la primera materia.

Es importante mencionar esto pues como veremos serán esos átomos, a través de su teoría de la materia, que requerirán principios activos para su atracción y repulsión, los que fungirán como un primer elemento a la hora de negar un éter mecánico que funcione por impactos, y postular de nuevo, después de haber evitado la cuestión durante la redacción de los *Principia* (alrededor de 1664) un medio sutil y eléctrico, corpuscular en su naturaleza, que asegure la transmisión de fuerzas así como otros fenómenos y que a su vez no suponga la “absurda idea de una acción actuando a distancia”. Dice Carlos Solís en las notas a su edición de la *Óptica*:

El ascético éter, privado de materia al máximo, se introduce para desarrollar la explicación mecánica de los accesos de fácil transmisión y reflexión, lo que exige eliminar la exigencia de un gran vacío absoluto en el espacio exterior (cuestión 18), a favor del vacío diseminado. Sirve también para explicar la refracción en términos de densidad, según la hipótesis de 1675, causando también la gravedad (cuestión 21). Semejante éter posee la ventaja de unificar todos los fenómenos de la luz, explicándolos (juntamente con el mecanismo fisiológico de la visión; cuestiones 23-4) en términos de un solo fluido mecánico, verdadera glándula pineal de la dicotomía newtoniana entre materia pasiva y espíritu activo. En efecto, éste éter parecería ser el asiento del principio divino de actividad y, exagerando la metáfora de Newton, el auténtico sensorio divino, en el que percibe y con el que actúa constantemente sobre el universo material. Tras la tendencia en las cuestiones de 1706 a atribuir todo principio de actividad en el mundo a la directa actividad de Dios, introduce en 1717 un éter para explicar esos mismos fenómenos. Es, pues, explicable que se pueda

es una sucesión de puntos, pero una sucesión continua donde cada uno de los puntos que la conforma no es distinguible de los demás). En cambio, en Leibniz, el espacio no es continuo, acepta la extensión pero conformada de mónadas, las cuales se clausuran, esto no permite una matemática continua sino diferenciada. Creo que el cálculo infinitesimal es una expresión de esta idea de punto en Leibniz: un elemento del espacio pero singular y cerrado, que lejos de permitir un análisis continuo, como la expresión aritmética de las formas geométricas, permitiría un análisis en descomposiciones infinitesimales de la extensión.

interpretar el éter como la causa intermedia entre la voluntad de Dios y los procesos naturales.¹⁹

En esta sola cita, Carlos Solís apunta el hecho sobre el que hemos querido llamar la atención: la transición de un éter mecánico a uno corpuscular, no sólo está acentuada por motivos del orden de la filosofía natural, sino que también posee rasgos de la alquimia y la teología, a través de los principios activos y de la intervención continua de Dios a través de esos principios, entre los cuales está la gravedad.

Como hemos afirmado arriba, los postulados de la alquimia, a diferencia de la filosofía mecánica, suponen la presencia de fuerzas activas al interior de la materia, fuerzas con principios activos que funcionan por compatibilidad, bajo conceptos que para Newton explicaban de igual manera los fenómenos de la materia: amor, odio, simpatías y antipatías son conceptos de la más pura tradición alquímica. Dice Solís:

El principal resultado de los estudios (alquímicos) de Newton fue la exposición de un ámbito empírico contrario al mecanicismo, a pesar de los esfuerzos de Robert Boyle. Los fenómenos químicos muestran relaciones anímicas entre sustancias, simpatías y antipatías, como las mostradas por las series de sustitución metálica que estudió Newton. Sugieren una imagen de la materia animada por amores y odios capaces de producir resultados espectaculares a partir de causas mínimas y ocultas, como en la magia natural. La transmutación de unas cosas en otras, los líquidos que hierven por una agitación intestinal sin presencia de fuego o la deflagración de la pólvora están muy lejos del mundo mecánico en el que la causa y el efecto son trozos de materia inerte que se intercambian una cantidad de movimiento que no se crea ni de destruye. Por el contrario, en los arcanos de la materia laten principios creadores de acción que el iniciado puede llegar a dominar a través del conocimiento de las relaciones simbólicas entre microcosmos y macrocosmos, entre los talismanes y los astros. En las “Proposiciones” de 1669, uno de los escritos originales de

¹⁹ Carlos Solís Santos, notas a Isaac Newton, *Óptica...*, *Op. Cit.*, pp. 409-410.

Newton, explicaba la idea alquímica de que las transmutaciones se deben a que todos los tipos de substancia tienen una raíz común, existiendo además un principio activo asociado a la “magnesia” (emparentada con “magnetismo”) que recibe los principios vivificantes celestes. En otro escrito original de mediados de los setenta sobre las “leyes de vegetación” expresa visiones neoplatónicas y estoicas de un éter vivificante que ese grana animal que es la Tierra respira para su regeneración, pues el éter es el alma material y el “principio de fermentación y vegetación”.²⁰

Esa presencia neoplatónica y estoica la confirma Dobbs al afirmar que en el contexto del pensamiento estoico, como lo interpretaron Philo y Lipsius, interpretación de la cual pudo haberse embebido Newton, el omnipresente éter era por supuesto el principio activo de la materia, actuando dondequiera que penetrara y activando el principio pasivo de la materia. La conceptualización de la gravedad como principio activo, continúa Dobbs, subsumido por la literal omnipresencia de Dios, como una fuerza cohesionando todo, serviría a Newton por muchos años. Ciertamente la idea era estoica, pero Newton la usó en una versión platonizada: en la cual la deidad era completamente inmaterial, no corpórea pero de todas formas omnipresente.²¹

Por otra parte, los estudios a los que se refiere Carlos Solís en la cita anterior, son los estudios realizados por Newton a partir de 1669, cuando se familiarizó con el *Symbola aureae mensae duodecim nationum* de M. Maier, cuando compró el *Theatrum chemicum* de L. Zetzner y cuando compró hornos, sustancias químicas y adminículos de vidrio. Son todas esas intuiciones adquiridas a partir de sus estudios de alquimia las que nosotros creemos se reflejan en el *De aere et aethere* a través de la sugerencia de principios activos

²⁰ Carlos Solís Santos, “Isaac Newton, Filósofo de la Fuerza” en *Del Renacimiento a la Ilustración*, Vol. II, Enciclopedia Iberoamericana de Filosofía, C.S.I.C., Trotta, Madrid, 2000, p. 185.

²¹ Betty J. T. Dobbs, “Alchemy and Newton’s Principle of Gravitation” en P. B. Scheurer, G. Debrok (Eds.), *Newton’s Scientific and Philosophical Legacy*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1988, p. 71.

en un éter corpuscular, intuiciones que, por otra parte, se combinan con alusiones teológicas en ese mismo texto y sobre todo en los *Principia* y en la *Óptica*.

3.2 Newton y el éter corpuscular.

Al final de su *cuestión* 21 de la *Óptica* Newton apunta:

...si supusiésemos que el *Éter* (como nuestro aire) contiene partículas que tratan de apartarse unas de otras (pues no sé qué cosa sea este *Éter*), así como que sus partículas son tremendamente menores que las del aire o incluso que las de la luz, entonces la ingente pequeñez de sus partículas puede contribuir a la gran magnitud de la fuerza con la que se apartan unas de otras, haciendo así el medio mucho más raro y elástico que el aire y, por consiguiente, extremadamente menos capaz de resistir los movimientos de los proyectiles y extremadamente más capaz de presionar contra los grandes cuerpos, al tratar de expandirse.²²

Ya en las *cuestiones* anteriores había sugerido Newton la extrema sutileza y rareza de ese *Éter* y, sobre todo, su naturaleza corpuscular; en el mismo Escolio general había dejado claro que se trataba del espíritu más sutil que todo invadía y permeaba, un espíritu eléctrico y elástico. Para Solís Santos es precisamente esta “elasticidad” (refiriéndose a la elasticidad que Newton le asigna también al éter en una carta a Oldenburgh de 1675) un elemento más que apunta a un elemento no mecánico, con principios activos:

Pero esta elasticidad no se reduce a materia y movimiento, sino que proviene de una falta de *sociabilidad*. Este “principio secreto de insociabilidad” constituye el meollo no mecánico de un esquema por lo demás mecanicista y suministra el primer atisbo de la aceptación de principios activos de la materia.

²² Isaac Newton, *Óptica...*, *Op. Cit.*, pp. 305-306.

La nota de Solís tiene el tono y la sugerencia que nosotros queremos darle también a las ideas del *De aere et aethere*: la lenta inclusión, ya desde la etapa de su hipótesis mecanicista, de principios activos en la naturaleza de la materia como un paso de transición para el éter corpuscular.

Como hemos mencionado, la hipótesis de un éter mecánico nos enfrentaba al problema de la resistencia que ofrece este medio al movimiento de los cuerpos celestes. Antes de las *cuestiones* de 1717, en el Escolio General que 1713 Newton propondrá una naturaleza más sutil y espiritual al éter, con una rareza superior a la de su éter mecánico, como una posible solución a este inconveniente. Efectivamente, como afirma Dobbs, “sólo ese ‘espíritu sutilísimo’ podría penetrar (en los mismos centros de los cuerpos) sin constituir una fricción o resistencia al actuar sobre la superficie de ellos”.²³

En este sentido, continúa Dobbs, estamos frente a una consideración espiritual como causa de la gravedad. Cuando Newton asegura en su Escolio General que el poder de la gravedad:

...debe proceder de una causa que penetra hasta los mismos centros del Sol y los planetas, sin sufrir la más mínima disminución de su fuerza; que no opera de acuerdo con la cantidad de las superficies de las partículas (como lo hacía el éter mecánico), sino de acuerdo con la cantidad de materia sólida contenida en ellas, propagándose en todas direcciones y hasta distancias inmensas.²⁴

Estamos ya bastante cerca de ese espíritu sutilísimo con capacidad de penetración que en la *Cuestión 21* reconocerá con el mismo éter. Luego de afirmar en su escolio que es

²³ *Ibid.*

²⁴ Isaac Newton, *Principios...*, *Op. Cit.*, pp. 620-621.

bastante con que esta gravedad exista y con ella puedan explicarse todos los movimientos de los cuerpos celestes, Newton lanza su sugerencia sobre tal espíritu sutilísimo que yace en todos los cuerpos y tiene la capacidad de penetrarlos: las mismas características que asigna arriba al poder que causa la gravedad.²⁵

Todavía, en la *Cuestión 31* de su *Óptica*, Newton asigna a la gravedad como un principio activo sobre las fuerzas asociadas con la materia y con las partículas que que había descrito como sólidas, duras, impenetrables y móviles. Dice:

También me parece que estas partículas no sólo poseen una *Vis inertiae*, acompañada de las leyes pasivas del movimiento que derivan naturalmente de esa fuerza, sino que también están movidas por ciertos principios activos, tales como el de la gravedad y los que causan la fermentación y la cohesión de los cuerpos”

Dobbs ya ha demostrado que es muy probable que Newton llegara a esa visión de la gravedad como un principio activo por analogía con el agente alquímico activo. Aun teniendo en cuenta, como mencionamos arriba, que a partir de la segunda edición de los *Principia*, alrededor de 1710, Newton postulara a su éter con una naturaleza “eléctrica”, creemos que la sugerencia de estos principios activos no obstante sirve para referirnos al texto que nos ocupa, que por otra parte está considerado como un texto perteneciente al periodo 1672-1675.

Es lo anterior lo que queremos mostrar con nuestra lectura del *De aere et aethere*, que la naturaleza corpuscular que Newton asignó al éter, y una discreta referencia a los principios activos de la materia, elementos que determinaron su rechazo al éter mecánico, estaban ya presentes en un texto perteneciente a su primer periodo. Precisamente una de las

²⁵ Cfr. *Ibid.*

cosas que veremos con el *De aere et aethere* es ése carácter corpuscular que Newton asigna al éter, es en el único párrafo referido al éter del texto en que puede leerse lo siguiente:

Y al igual como los cuerpos de esta Tierra al romperse en pequeñas partículas se convierten en aire, así estas partículas pueden ser rotas en otras más pequeñas por alguna acción violenta y convertirse en partículas todavía más sutiles de aire, el cual, si es lo suficientemente sutil como para penetrar los poros del vidrio, cristal y otros cuerpos terrestres, podemos llamarlo espíritu del aire, o éter.²⁶

En la filosofía natural mecanicista, tal como quedó expresada a partir del cartesianismo, subyace una idea de la materia como esencialmente inerte, actuando solamente por el impulso de una cantidad fija de movimiento asignada por Dios desde el principio al Universo. Es aquí donde los principios activos de Newton empiezan a plantear una transición del mecanicismo a una filosofía corpuscular, atómica y activa de la materia, y es aquí donde un sentido alquímico del éter le va a seguir al éter mecánico de Newton, y a partir del cual una articulación teológica y divina coronará las sendas del sentido por las que transcurrió su noción de éter.

²⁶ Isaac Newton, "De aere et aethere", en Hall, A. Rupert; Hall, Marie Boas (sel., ed. and trans.) *Unpublished scientific papers of Isaac Newton: A selection from the Portsmouth Collection in the University Library, Cambridge*, Cambridge University Press, London, 1962. p. 228.

Capítulo Cuarto

De aere et aethere, una lectura.

Hemos visto hasta ahora, por una parte, la formulación moderna del problema del éter como una cuestión ligada a la filosofía mecánica inaugurada por Descartes, y por otra, hemos intentado mostrar una manera en la que podrían explicarse la presencia de factores alquímicos. Esta presencia la intentamos abordar meramente a través de una descripción de los intereses y estudios de Newton por esas materias. Ahora nos toca ver de qué manera el pensamiento de Newton en su constitución refleja algunos rasgos teológicos y alquímicos, es decir, de qué forma esos rasgos pueden ser parte constitutiva e íntima de su pensamiento. Lo que pretendemos a partir de aquí es presentar a su concepto de éter como un elemento a través del cual pueda visualizarse la confluencia de la filosofía natural, la alquimia y la teología.

Esta confluencia, lo decimos de antemano, se da en la función y necesidad que Newton otorga al éter a lo largo de toda su obra. Así, veremos que las razones de Newton, por ejemplo, para rechazar en una primera etapa el éter mecánico no sólo se deben a cuestiones referentes a la incompatibilidad que presentaba un medio mecánico de tales características con el movimiento de los cuerpos celestes, como lo mencionamos en el capítulo anterior, sino que hay también motivos teológicos: un éter tal desde la mecánica cartesiana suponía, entre otras cosas la ausencia de intervención del Creador, ausencia que entre otras cosas a su vez suponía una inexistencia de principios activos en la materia inerte y extensa. Es precisamente mediante la inclusión de esos principios activos de la materia en su posterior éter corpuscular (éter que en algún momento sugerirá como causa de la fuerza de gravedad) que Newton hace uso de ideas provenientes de la tradición alquímica.

Así pues, nuestro propósito central se expresa en una lectura del éter como un concepto en el que pueden reconocerse en convergencia las tres grandes preocupaciones de Newton.

Como mencionamos arriba, el *De aere et aethere* pertenece a la época en que según Dobbs y otros estudiosos Newton acepta un éter mecánico. Marie Boas Hall y Alfred Rupert Hall lo sitúan entre 1672 y 1675. Sin embargo, es precisamente propósito de la siguiente tesis mostrar que tal escrito contiene en plena etapa mecanicista los elementos que posibilitan hablar de un éter corpuscular en el periodo de los *Principia* y la *Óptica*.

Si consideramos la datación de los Hall, podemos ver que el *De aere et aethere* es contemporáneo de la *New theory about light and colours* y la *Hypothesis explaining the properties of light*. Si recordamos en estos dos textos Newton parece explicar la reflexión y la refracción de la luz haciendo uso de un medio, en éter, a través de cuya distintas densidades podrían explicarse tales fenómenos ópticos.

Lo que nos interesa pues en el presente capítulo es ver que los elementos que permitieron una transición de un éter mecánico a uno corpuscular aparecen desde muy temprano en la obra de Newton con el *De aere et aethere*, un texto que paradójicamente pertenece a la etapa en que Newton estaba más allegado a la existencia de un éter mecánico, y que esos elementos vienen precisamente por una doble vía, su teoría de la materia, es decir, a través de los principios activos y sus ideas teológicas, al asignarlos como una causa divina de la gravedad.

Como hemos venido repitiendo a lo largo del presente trabajo, el texto fundamental para intentar una interpretación y una comprensión aproximada del concepto de éter que Newton maneja en sus *Principia* y en sus *Cuestiones*, es el breve texto mencionado *De aere et aethere*.

A lgo singular presenta este breve ensayo: aunque es una investigación sobre las causas y los efectos visibles, registrables y cuantificables de las propiedades del aire y su naturaleza, (es decir, una investigación “puramente científica”), deja ver una variada dimensión en el significado de la hipótesis del éter. Por principio, Newton lo introduce como un elemento explicativo del doble comportamiento del aire: la rarefacción y la condensación, y de la cercanía de estas propiedades con una tercera cualidad en la naturaleza del aire: la evasión y repulsión hacia los poros de los cuerpos. Pero poco después, al indagar la posible causa de esta repulsión deja sentir en una disyuntiva una hipótesis a la vez teológica y alquímica.

Newton comienza por mostrar ejemplos de efectos capilares, donde la capilaridad es atribuida precisamente a la doble cualidad del aire, pero también, y sobre todo, a su cualidad de evitar los poros o los intervalos al interior de los cuerpos, dice:

And those who philosophize rightly know that all of these effects occur because the air seeks to avoid the pores or intervals between the parts of these bodies; and so, since in these (pores) the air is more rare than in wider spaces, the water can penetrate into them, (the air in the pores) pressing the surface of the incoming (water) less than the external atmosphere presses the surface of the stagnant water, and thus not sustaining the pressure of the external air.¹

Según esto, la capilaridad se explicaría no tanto por una cualidad de los líquidos, cualidad que los haría rechazar la fuerza de gravedad en espacios angostos, sino del aire: al serle repulsivos los poros o intervalos entre partes sumamente cercanas de un cuerpo el aire tiende a enrarecerse y por tanto a ejercer menos presión contra el agua circundante que la

¹ Isaac Newton, *ibid.*, p. 221.

que ejerce el aire exterior, cuya condensación es mayor y que, por tanto, impulsa al agua a través de las angostas cavidades.

Esta cualidad definiría la naturaleza del aire como una que tiende a evadir el contacto, y por lo tanto que tiende a enrarecerse en espacios sumamente angostos dejando de ejercer presión. Esto muestra una característica sumamente elástica del aire que, por otra parte, sería imposible conservar si su naturaleza fuera puramente mecánica.

Esta propiedad del aire, Newton la extiende a los cuerpos, dice: “Moreover air does not only seek to avoid bodies, but bodies also tend to fly from each other”.² Y aquí es donde la hipótesis del Escolio parece estar anclada a la del *De aere...*; cuando Newton se pregunta por la causa de esta repulsión, responde enfáticamente:

Or God may have created a certain incorporeal nature which seeks to repeal bodies and make them less packed together. Or it may be in the nature of bodies not only to have a hard impenetrable nucleus, but also to have a certain surrounding sphere of most fluid and tenuous matter which admits other bodies into it with difficulty.³

Si en un principio la caracterización del éter en los *Principia* y la dada en el *De aere...* resultan difíciles de conciliar, al detenerse en estos pasajes se intuye cierta cercanía, tanto de tipo teológico como científico. Es claro que el éter del Escolio es un espíritu que asegura el orden y sistema del universo, pero lo asegura a través de la fuerza de gravedad, como una *probable* causa suya, y además como un medio para que esa fuerza actúe, para transmitir el mensaje de esa gravedad; tiene que ver por tanto con las regularidades y

² Isaac Newton, “De aere et aethere”, *op. cit.*, p. 222.

³ *Ibid.*, p. 223.

comportamiento de esas fuerza relacionada con los objetos, en otras palabras, con las propiedades de repulsión y atracción que decrecen según la distancia y la masa.

En el *De aere*...estas mismas propiedades están destinadas a explicar la repulsión del aire hacia los objetos y de los objetos hacia ellos mismos, las propiedades de rarefacción y condensación a final de cuentas tienen que ver con una naturaleza más profunda del aire, un principio más interno que le posibilita la elasticidad, así como en el universo posibilita la acción de fuerzas. Dice Newton:

...is known to philosophers from the Torricellian experiment, and Hooke proved by experiment that the double or treble weight compresses air into the half or the third of its space, and conversely that under a half or a third or even a hundredth or a thousandth part of that normal weight the air is expanded to double or treble or even a hundred or a thousand times its normal space, *which would hardly seem to be possible if the particles of air were in mutual contact; but if by some principle acting a distance the particles tend to recede mutually from each other*, reason persuades us that when the distance between their centres is doubled the force of recession will be halved, when trebled the force is reduced to a third and so on, and thus by an easy computation it is discovered that the expansion of the air is reciprocal to the compressive force.⁴

Este pasaje es esclarecedor por dos razones. En primera da una pauta de su desentendimiento de un éter mecánico (...hardly seem to be posible if the particles o fair were in mutual contact), pero además, acaso lo más importante, es que adjudica las propiedades del aire a un principio que puede actuar a distancia. Este “principle acting at distance” es sumamente cercano ya a su idea de un éter corpuscular, donde Newton aceptará las fuerzas a distancia siempre y cuando haya un medio que las posibilite y distancias entre las partículas sean lo suficientemente pequeñas para transmitir la acción. Es

⁴ *Ibid.*, pp. 223-224. El subrayado es mío.

interesante esta solución pues Newton se desentiende de la acción a distancia a través de un medio del cual su teoría de la materia dice estar constituido por corpúsculos infinitamente cercanos el uno del otro, sin embargo, esa distancia infinitamente pequeña sigue siendo distancia y al hacer actuar un medio, no precisamente se está atacando el problema de la acción a distancia.

Así también, cuando Newton habla acerca de esta peculiaridad del aire y los cuerpos de repelerse o atraerse debido a fuerzas muy grandes que los empujan unos a otros, afirma:

Whence it is that solid bodies are scarcely brought to full contact unless by fusion, and particles of powder scarcely except by infusion in water and evaporation; yet when at last brought into contact they cohere most strongly, compressed by the surrounding air, to say nothing now of *the similar force of the aether*.⁵

La fuerza de atracción y repulsión queda también de esa manera cercana a una fuerza similar, la del éter.

Hay en el mismo texto una idea que se acerca más a lo alquímico y tiene que ver con la generación del aire por distintos cuerpos al consumirse, separarse o hervir, y con la misma variedad de muchos tipos de aire según el grado de separación de sus partículas (elasticidad), uno de los cuales, el más fundamental sería el éter:

And just as bodies of this Earth by breaking into small particles are converted into air, so these particles can be broken into lesser ones by some violent action and converted into yet more subtle air which, if it is subtle enough to penetrate the pores of glass, crystal and other terrestrial bodies, we may call *the spirit of air, or the aether*.⁶

⁵ *Ibid.*, p. 226.

⁶ *Ibid.*, p. 227.

Esta hipótesis creo que es sumamente cercana a su idea de la transformación de los cuerpos, que en todo momento es una idea que requiere la participación de un éter.⁷ Sería interesante ver hasta qué punto guarda relación con las teorías del flogisto y su papel en las teorizaciones sobre la combustión. Aquí Newton recurre a los experimentos científicos, en este caso de Boyle, dice:

That such spirits exist is shown by the experiments of Boyle in which metals, fused in a hermetically sealed glass for such a time that part is converted into calx, become heavier. It is clear that the increase is from a most subtle saline spirit which, coming through the pores of the glass, calcines the metal and turns it into calx. And that in a glass empty of air a pendulum preserves its oscillatory motion not much longer than in the open air, although that motion ought no to cease unless, when the air is exhausted, there remains in the glass something much more subtle which damps the motion of the bob.⁸

Newton no se queda ahí, al contrario, procede a extender estas cualidades del éter a las cuestiones del magnetismo y la atracción:

I believe everyone who sees iron filings arranged into curved lines like the meridians by effluvia circulating from pole to pole of the loadstone will acknowledge that these magnetic effluvia are of this kind. So also the attraction of glass, amber, jet, wax and resin and similar substances seems to be caused in the same way by a most tenuous matter of this kind...⁹

Estas tres últimas citas textuales son el texto que constituye el segundo capítulo del *De aere et aethere*, obviamente es todo lo que se conserva de él, pero en su brevedad el capítulo es revelador. Me parece que el texto completo, incluyendo el capítulo sobre el aire,

⁷ Vid. Richard Westfall, *op. cit.*, p. 152.

⁸ Isaac Newton, "De aere et aethere", *op. cit.*, pp. 227-228.

⁹ *Ibid.*, p. 228.

ya introduce una triple significación: el tratado es una investigación sobre la composición del aire y sus propiedades, pero también es una especulación alquímica y teológica por las razones que hemos tratado de aludir.

Estas razones, como mencionamos arriba, están presentes y son extendidas al tratamiento del éter, también breve, de los *Principia*. La hipótesis del éter ciertamente no es plenamente científica, pero no parece casual que Newton la incluya en el Escolio de su obra “máxima”, con cierta igualdad de sentido que como la había manejado en escritos anteriores como el *De aere et aethere*.

No pretendo decir que el desarrollo del concepto y su sentido tienen un cierto desarrollo de progreso que culmina en los *Principia*, sino que su cambio no es cualitativo, sino cuantitativo en cuanto a las dimensiones de su sentido; ese sentido está más bien configurado por una confluencia de las tres dimensiones y esa confluencia se expresa en el Escolio General.

Sin embargo, ¿podría hablarse de una continuidad de ese sentido? Yo creo que estas tres dimensiones reflejan etapas en la conformación de una idea sobre la naturaleza y sobre la función del éter como portador del mensaje sobre la constitución de esta naturaleza, constitución por lo demás revelada de muchas maneras: a través del libro de la naturaleza y a través de las escrituras. Creo que no podría hablarse de progreso y sofisticación “científica” en el significado del concepto, sino de una búsqueda de articulación de ese concepto desde una triple dimensión que tuviera al mismo tiempo las distintas manifestaciones de la verdad de Dios (no hay que olvidar el fundamentalismo religioso de Newton).

Creo que la figura de Newton y su pensamiento ganaron mucho cuando, a partir de estudios como el de Dobbs o el de Westfall, la historiografía y las interpretaciones de su

pensamiento empezaron a atender horizontes de su pensamiento hasta entonces descuidados: la de la teología y la alquimia. Interpretar a Newton, o al menos algunas de sus ideas y conceptos enmarcándolos únicamente en el terreno científico, es decir lo que la Ilustración entendía por científico, es desde un principio limitar la comprensión de esas ideas a un esquema por demás predecible: el de la historia de una supuesta objetividad ahistórica y atemporal.

Es difícil saber cuando utilizó Newton al éter como hipótesis explicativa de la coherencia y homogeneidad no sólo de su sistema, sino de toda su concepción del sistema del mundo. Cuando Newton habla de esta coherencia, hay razones para suponer que no sólo lo hace desde un sentido científico, sino de una coherencia entre lo que eran para él las distintas manifestaciones de la verdad de Dios.

Conclusión

Nos parece que el siglo XVII tuvo más vida de la que suele creerse le permitió el mecanicismo al reducir la estructura física del universo a términos de materia y movimiento. Desde Descartes podemos constatar que, desde el mismo interior de la estructura de la materia, en la constitución del espacio, en el horizonte del mundo de los fenómenos físicos expresados como mecánicos, latían algunas fuerzas animadas cuya naturaleza se encontraba más allá de los esquemas matemáticos y de los esquemas epistemológicos del siglo XVII, casi todos ellos representados e inspirados por la emblemática frase newtoniana *hypotheses non fingo*. Y que algunas de estas fuerzas estaban ancladas desde el principio a una manipulación divina.

Éter, fuerzas, principios activos de la materia, etc., son esos pulsos que mantuvieron al siglo mecanicista con más vida que el de una máquina cuyo funcionamiento exacto se pretendía únicamente causado por impactos mecánicos en la materia. El éter de Newton, y del propio Descartes, nos muestran que el esquema ontológico del siglo XVII se constituía con una riqueza conceptual mayor que la dada por la materia y el movimiento.

Una visión como ésta sólo es posible si se considera, como se intentó en el presente trabajo, que las inspiraciones, principios y compromisos de la ciencia newtoniana van más allá de la mera teoría científica. El éter fungió en nuestro caso como una proyección donde aparecen los tres ámbitos que le dieron sentido al pensamiento newtoniano.

Reducido a su pura formulación científica, el concepto de éter quedaría despojado de los elementos que le otorgaron una significación capaz de expresar la importancia que la alquimia y la teología tuvieron en el interés de Newton por descifrar y “revelar”, según su

propia idea, la Verdad del universo, verdad escrita por Dios no sólo en caracteres matemáticos sino alquímicos y teológicos.

Son la nueva historiografía y filosofía de la ciencia las que evitan despojar estos elementos, no sólo del éter, sino de toda la obra intelectual de Newton y en sí de todo el desarrollo de la ciencia moderna. Su nueva visión sobre el desarrollo científico es la que mejor ha contribuido a una comprensión justa de Newton y de su significado para la ciencia de nuestros días.

Bibliografía

- Bachelard, Gaston, *La formación del Espíritu Científico. Contribución a un Psicoanálisis del Conocimiento Objetivo*. Siglo XXI, México (1978)
- Benítez, Laura y Robles, José A., *De Newton y los Newtonianos: entre Descartes y Berkley*. Universidad Nacional de Quilmas Editorial. Bs As (2006)
- Cantor, G. N. y Hodge, M. J. S. (Eds) *Conceptions of Ether. Studies in the History of Ether Theories 1740- 1900*, Cambridge University Press, New York (1981)
- Cohen, Irving Bernard y Westfall, Richard S.(Eds), *Newton. Text, Backgrounds, Commentaries*, W. W. Norton & Company, New York (1995)
- Cohen, Irving Bernard, *La Revolución Newtoniana y la Transformación de las Ideas Científicas*, Alianza Universidad, Madrid (1983)
- _____, “El Descubrimiento Newtoniano de la Gravitación” en *Newton*. Conacyt, México (1982)
- _____ “The Principia, Universal Gravitation, and the “Newtonian Style” in relation to the Newtonian Revolution in Science: Notes on the Occasion of the 250th Anniversary of Newton’s Death” en *Contemporary Newtonian Research* Bechler, Zev (Ed.), D. Reidel Publishing Company, Dordrecht (1982)
- _____ “Isaac Newton” en *Newton*. Conacyt, México (1982)
- _____ *Franklin and Newton. An Inquiry into Speculative Newtonian Experimental Science and Franklin’s Work in Electricity as an Example Thereof*. The American Philosophical Society, Filadelfia (1956)
- Descartes, René, *Los Principios de la Filosofía*. Alianza Universidad, Madrid (1995)
- _____ *El Mundo o el Tratado de la Luz*. Alianza Universidad, Madrid (1991)
- Dobbs, Betty J. T., *The Janus Faces of Genius. The Role of Alchemy in Newton’s Thought*, Cambridge University Press, Toronto (1991)
- _____ “Newton’s Alchemy and his ‘Active Principle’ of Gravitation” en *Newton’s Scientific and Philosophical Legacy* Scheurer, P. B. y Debrock, G. (Eds.), Kluwer Academic Publisher, Dordrecht (1988)

- _____ *The Foundations of Newton's Alchemy or "The Hunting of the Greene Lyon"*, Cambridge University Press, New York (1975)
- Duque Pajuelo, Félix "El Problema del Éter en la Física del Siglo XVIII y en el Opus Postumum de Kant" *Revista de Filosofía* 2ª. Serie, I, C.S.I.C, Madrid (1975)
- Echeverría, Javier, "Influencia de las Matemáticas en la Emergencia de la Filosofía Moderna" en *Del Renacimiento a la Ilustración I*. Enciclopedia Iberoamericana de Filosofía, Vol. 6. De Olaso, Ezequiel. (Edición) Trotta- CSIC, S.A., Madrid (1994)
- Einstein, Albert, *Sobre la Teoría de la Relatividad Especial y General*. Alianza Editorial, México (1997)
- Garber, Dinu "René Descartes" en *Del Renacimiento a la Ilustración II*. Enciclopedia Iberoamericana de Filosofía, Vol. 21. Echeverría, Javier. (Edición) Trotta- CSIC, S.A., Madrid (2000)
- Gjertsen, Derek, *The Newton Handbook*. Routledge & Kegan Paul, Londres(1986)
- Granda, Miguel Ángel "la Revolución Cosmológica: de Copérnico a Descartes" en *Del Renacimiento a la Ilustración II*. Enciclopedia Iberoamericana de Filosofía, Vol. 21. Echeverría, Javier. (Edición) Trotta- CSIC, S.A., Madrid (2000)
- Granés S., José, *Isaac Newton. Obra y Contexto*. Una Introducción. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá (2005)
- Habermas, Jürgen, *Ciencia y Técnica como "Ideología"*. Rei, México (1996)
- Hall, Alfred Rupert, *Isaac Newton. Eighteenth- Century Perspectives*. Ed. Oxford University Press, Oxford (1999)
- _____ *Isaac Newton. Adventurer in thought*. Cambridge University Press, Cambridge (1996)
- Hall, Rupert A. y Hall, Marie B. (Eds), *Unpublished Scientific Paper of Isaac Newton*, Cambridge University Press, Londres (1978)
- Hesse, Mary B., *Forces and Fields. The Concept of Action at a Distance in the History of Physics*, Greenwood Press, Publishers, New York (1970)
- _____ "Las raíces socio- económicas de la mecánica de Newton" en *Introducción a las Teorías de la Historia de la Ciencia Saldaña, Juan José (Comp.)*. UNAM. México (19...)
- Holton, Gerald, "Isaac Newton Visto por Frank E. Manuel" en *Newton*. Conacyt, México (1982)

- Home, R. W. "Newton on Electricity and the Aethere" en *Contemporary Newtonian Research* Bechler, Zev (Ed.) D. Reidel Publishing Company, Dordrecht (1982)
- Keynes, John M., "Newton, el Hombre" en *Newton*. CONACYT, México (1982)
- Koyré, Alexandre, *Estudios Galileanos*. Ed. Siglo XXI Editores, México (2005)
- _____ *Del Mundo Cerrado al Universo Finito*. Ed. Siglo XXI Editores, México(2000)
- _____ *Estudios de Historia del Pensamiento Científico*. Ed. Siglo XXI Editores, México (2000)
- _____ *Études Newtoniennes*. Editions Gallimard, París (1968)
- Kuhn, Thomas S., *La Estructura de las Revoluciones Científicas*. FCE, México (2004)
- _____ *La Tensión Esencial. Estudios Selectos sobre la Tradición y el Cambio en el Ámbito de la Ciencia*. FCE, México (1996)
- Laudan, Larry y Laudan Rachel, *Scrutinizing Science. Empirical Studies of Scientific Change*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht (1988)
- Manuel, Krank E., *The Religion of Isaac Newton. The Fremantle Lectures 1973*, Oxford University Press, Londres (1974)
- _____ *A portrait of Isaac Newton*. Harvard University Press, Cambridge. (1968)
- Marquina, José E., *La Tradición de Investigación Newtoniana*. Universidad Autónoma Metropolitana, México (2006)
- _____ "Jehová Sanctus Unus. Teólogo y Alquimista, Mathesis", Vol. VI, Núm. 21, pp. 219-253
- McGuire, J. E. "Space, Infinity, and Indivisibility: Newton on the Creation of Matter" en *Contemporary Newtonian Research* Bechler, Zev (Ed.), D. Reidel Publishing Company, Dordrecht (1982)
- Merton, Robert K. *La Sociología de la Ciencia, 2 Volúmenes*, Alianza Editorial, Madrid (1985)
- Nathan, Elia "Nota Sobre la Intervención de la Filosofía y la Teología en el Desarrollo del Concepto de Fuerza Durante el Siglo XVII" *Dianota*, Vol. XXV, Núm. 25 (1979) p. 87- 100

- Newton, Isaac, *Opticks*. Prometheus Books, New York (2003)
- _____ *Principios Matemáticos de la Filosofía Natural*. Ed. Tecnos, Madrid (1997)
- _____ *El sistema del mundo*. Alianza Editorial, Madrid (1983)
- _____ *Óptica o Tratado de las Reflexiones Refracciones Inflexiones y Colores de la Luz*, Ediciones Alfaguara, Madrid (1977)
- Panza, Marco, *Newton*. Les Belles Lettres, París (2003)
- Popkin, R. H. “Newton’s Biblical Theology and his Theological Physics” en *Newton’s Scientific and Philosophical Legacy* Scheurer, P. B. y Debrock, G. (Eds.) Kluwer Academic Publisher, Dordrecht (1988)
- Shapin, Steven, *La Revolución Científica, Una Interpretación Alternativa*. Paidós Studio, Barcelona (2000)
- Schofield, Robert E., *Mechanism and Materialism. British Natural Philosophy in an Age of Reason*, Princeton University Press, New Jersey (1970)
- Solís, Carlos “Newton, Filósofo de la Fuerza” en *Del Renacimiento a la Ilustración II*. Enciclopedia Iberoamericana de Filosofía, Vol. 21. Echeverría, Javier. (Edición) Trotta- CSIC, S.A., Madrid (2000)
- Snow, Adolph Judah *Matter & Gravity in Newton’s Physical Philosophy*. Arno Press, New York (1975)
- Westfall, Richard S. *Isaac Newton: Una vida*. Akal Ediciones, Madrid (2006)
- _____ *The Construction of Modern Science. Mechanisms and Mechanics*, Cambridge University Press, New York (1992)
- _____ “Newton’s Theological Manuscripts” en *Contemporary Newtonian Research* Bechler, Zev (Ed.), D. Reidel Publishing Company, Dordrecht (1982)
- _____ *Never at Rest. A biography of Isaac Newton*. Cambridge University Press, Cambridge. (1982)
- _____ *Science and Religion in Seventeenth- Century England*, The University of Michigan Press, Michigan (1973)