

La Gravitación Universal: Ciencia y Teología*

Rosita García Molina
Filosofía
Universidad de Antioquia
rositgar@hotmail.com

El poco reconocimiento de las influencias que ejercieron en Newton la teología, la alquimia, la exégesis bíblica y otros estudios tildados de “no científicos” se debe a la labor de historiadores radicales (como Rupert Hall y D.T. Whiteside)¹ empeñados

* Este texto será presentado como ponencia en el XVI Foro de Estudiantes de Filosofía de la Universidad de Antioquia (Medellín, octubre de 2004). La traducción es responsabilidad de la autora en las citas en que el traductor no es especificado. Agradezco la colaboración del profesor Felipe Ochoa Rivera y, en especial, la ayuda incondicional de Sergio H. Orozco Echeverri que dedicó muchas tardes a la lectura y corrección de mis insensateces y siempre respondió acertadamente a mis preguntas.

1 Los llamo radicales porque imponen el ideal positivista aunque encuentren evidencias refutadoras; en este caso, es indiscutible que Newton tuvo innumerables influencias que no estaban estrictamente determinadas por el método que empleó en su filosofía experimental y, sin embargo, continúan sosteniendo el ideal newtonianista (Cf. nota 4). Algunos textos que señalan la importancia de los estudios al margen de la ciencia son: J. J. Bono, “From Paracelsus to Newton: The Word of God, the Book of Nature, and the Eclipse of the Emblematic ‘World View’”, en: Scheurer, P. B. & Debroek, G., eds., *Newton’s Scientific and Philosophical Legacy*, Dordrecht, Kluwer, 1988; Edwin Arthur Burt, *The Metaphysical Foundations of Physical Science*, New York, Harcourt, 1925; David Castillejo, *The Expanding Force in Newton’s Cosmos*, Madrid, Ediciones Arte y Bibliofilia, 1981; Brian P. Copenhaver, “Jewish Theologies in the Scientific Revolution: Henry More, Joseph Raphson, Isaac Newton and its Predecessors”, *Annals of Science*, 37, 1980; Betty Jo Teeter Dobbs, “Newton’s Alchemy and His ‘Active Principle’ of Gravitation”, en: Scheurer, P. B. & Debroek, G. eds., *Newton’s Scientific and Philosophical Legacy*, Dordrecht, Kluwer, 1988; idem, *The Foundations of Newton’s Alchemy or ‘The Hunting of the Green Lyon’*, Cambridge, Cambridge University Press, 1992; idem, *The Janus Faces of Genius. The Role Alchemy in Newton’s Thought*, Cambridge, Cambridge University Press, 1991; James E. Force & Richard H. Popkin (eds.), *The Books of Nature and Scripture: Recent Essays on Natural Philosophy, Theology, and Biblical Criticism in the Netherlands of Spinoza’s Time and the British Isles of Newton’s Time*, Dordrecht, Kluwer, 1994; idem, *Essays on the Context, Nature and Influence of Isaac Newton’s Theology*, Dordrecht, Kluwer, 1990; Matt Goldish, *Judaism in the Theology of Sir Isaac Newton*, Dordrecht, Kluwer, 1998; Frank E. Manuel, *The Religion of Isaac Newton*, Oxford, Clarendon Press, 1974; idem, *Isaac Newton: Historian*, Cambridge, Cambridge University Press, 1963; James E. McGuire & M. Tamny (eds.), *Certain Philosophical Questions: Newton’s Trinity Notebook*, Cambridge, Cambridge University Press, 1985; James E. McGuire, “Existence, Actuality and Necessity: Newton on Space and Time”, *Annals of Science* 35, 1978; idem, “Newton on Place, Time and God:

en sostener que la ciencia, como la concibió Newton, era una actividad independiente y aislada de cualquier ideología o práctica que se saliera los dominios de racionalidad científica. Durante muchísimos años historiadores edificantes escondieron al verdadero Newton (al Newton histórico), guardando celosamente los textos “no científicos” a los que dedicó gran parte del tiempo de sus investigaciones;² pero el dominio público que hoy se tiene de sus manuscritos ha facilitado el descubrimiento de sus propósitos y ha permitido que los estudios que realizó al margen de la filosofía matemático-experimental recuperen el valor que merecen.

El propósito de este texto es mostrar el desacierto de la imagen positivista que presenta a Newton como un hombre dedicado en exclusiva a las labores científicas. Se verá que trabajos como la *Óptica* y especialmente los *Principios Matemáticos de la Filosofía Natural* están influenciados por la teología y la alquimia.

El desarrollo de la exposición partirá de (I) la descripción de la formulación matemática de la ley de la gravitación universal y de (II) las características de los ideales científicos que se crearon a partir de su poder explicativo. Posteriormente, abordaré (III) los intentos de esclarecimiento causal de la gravedad, señalando las motivaciones alquímicas y teológicas que tuvo Newton al formular dicha ley y sugeriré, a modo de conclusión, la insuficiencia del ideal newtonianista³ aplicado al Newton histórico propuesto por los historiadores partidarios del positivismo.

An Unpublished Source”, *British Journal for the History of Science*, 11 (38), 1978, idem, “Predicates of the Pure Existence: Newton on God’s Space and Time”, en: Bricker, Phillip. & Hughes, P.I.G. (eds.), *Philosophical Perspectives on Newtonian Science*, Cambridge, Massachusetts, The MIT Press, 1990; idem, “Space, Geometrical Objects and Infinity: Newton and Descartes on Extension”, en: Shea, William R. (ed.), *Nature Mathematized. Historical and Philosophical Case Studies in Classical Modern Natural Philosophy*, Dordrecht, Kluwer, 1983; idem, “Space, Infinite and Indivisibility: Newton on the Creation of Matter”, en: *Newtonian Contemporary Research*. Zev Bechler (ed.), Dordrecht, Reidel Publishing Company, 1982; idem, *Tradition and Innovation: Newton’s Metaphysics of Nature*. Dordrecht, Kluwer, 1995.

- 2 En el comentario que escribió Paolo Casini a los Escolios Clásicos preparados por Newton, c 1690, para la que debió haber sido la segunda edición de los *Principios* (Newton: ‘The Classical Scholia’”, *History of Science*, 24, 1984, pp.1-23), afirma que el mismo Newton guardó el resultado de los estudios que no pertenecían estrictamente al campo científico y se negó a publicarlos por “una precisa elección metodológica” o porque no estaban “expresados en una forma matemática clara”: “Newton se imponía a sí mismo una rigurosa censura. Guardó para sí, o comunicó sólo a unos cuantos allegados, sus propias investigaciones ‘históricas’, es decir, aquellas sobre cronología y exégesis de las escrituras” (*Newton imposed a rigorous censorship upon himself. He kept to himself, or communicated only to few intimates, his own ‘historical’ researches, that is to say those on chronology and scriptural exegesis*).
- 3 El newtonianismo es una perspectiva de análisis histórico que tiene en cuenta únicamente el carácter científico de Newton. “La visión que la historia de la ciencia ha enfatizado tradicionalmente es la de un científico alejado de los intereses espiritualistas de su época”. Álvaro Rodríguez, “Isaac Newton y el discurso hermético”, *Revista Universidad de Antioquia*, Medellín, 269: 35-46, 2002, p. 21.

I

La formulación matemática de la ley de gravitación universal —que los cuerpos se atraen en proporción directa a sus masas e inversa al cuadrado de sus distancias— ha sido uno de los logros científicos más importantes de los últimos tres siglos, porque ordenó armónicamente el universo, sintetizando los avances teóricos de los siglos XVI y XVII, y logró romper definitivamente con el paradigma aristotélico unificando las físicas terrestre y celeste (astronomía y física). Además, ha tenido una considerable vigencia que le ha permitido seguir siendo utilizada aún después de los revolucionarios planteamientos hechos por Albert Einstein en 1905 y 1915 con sus teorías especial y general de la relatividad.⁴

El “enigma del universo” fue resuelto por Newton con la formulación matemática de la ley de la gravitación universal, que pudo plantear gracias a su asimilación de tradiciones científicas, filosóficas y teológicas como el corpuscularismo, las leyes de los movimientos planetarios de Kepler, la ley de inercia cartesiana⁵ y algunos planteamientos de científicos como Gilbert, que comparó la tierra con un imán que atraía los cuerpos; Galileo y Descartes, que defendieron la matematización del espacio; Hooke, que señaló a Newton la idea de que los movimientos planetarios están compuestos de un movimiento rectilíneo y otro que atrae el cuerpo hacia el Sol⁶—idea que ya había sido utilizada por Galileo en la descripción del movimiento

4 Las teorías especial y general de la relatividad modificaron las concepciones newtonianas de espacio, tiempo y masa. Einstein, con la teoría especial de la relatividad, probó que las masas de los cuerpos no son constantes, como sostenía Newton, sino que varían en relación directa a la velocidad que posea el cuerpo. Por su parte, su teoría general de la relatividad refutó el espacio absoluto de Newton al postular que “la masa gravitatoria no tan sólo actúa sobre los demás cuerpos, sino que también influye en la estructura del espacio. Si la masa de un cuerpo es suficientemente grande, hace que el espacio circundante se deforme y que, en dicha región, parezca que la luz se curve”. Stephen Hawking, ed., *A hombros de gigantes: las grandes obras de la física y la astronomía*, Barcelona, Crítica, 2003, p. 1024.

5 Debido a Newton, comúnmente se cree que la ley de inercia utilizada en los *Principios* fue formulada por Galileo. Sin embargo, es evidente que Galileo no consideraba que los cuerpos perseveraban en su movimiento rectilíneo uniforme puesto que, para él, el movimiento más perfecto era el circular; es Descartes quien “eleva el movimiento rectilíneo a la categoría de movimiento natural” y postula la ley de inercia que hoy conocemos. Iván Darío Arango, *La reconstrucción clásica del saber*, Medellín, Universidad de Antioquia, Facultad de Ciencias Humanas Centro de Investigaciones, 1983, p. 157.

6 En *Una carta inédita de Robert Hooke a Isaac Newton*, citada por Koyré, Hooke le dice a Newton que quiere conocer la opinión que tiene con respecto a esta hipótesis sobre el movimiento de los planetas: “la composición de los movimientos celestes planetarios consta de un movimiento directo por la tangente y uno atractivo hacia el cuerpo central” (Alexandre Koyré, *Estudios newtonianos*, [Felipe Ochoa Rivera, tr.], monografía presentada al Instituto de Filosofía de la Universidad de Antioquia, Medellín, Instituto de Filosofía, Universidad de Antioquia, inédito, 1998, pp. 408-409). Cohen y Koyré consideran que, poco después de la lectura de la carta, las concepciones newtonianas sobre el movimiento de los planetas se volcaron por completo porque el autor de la

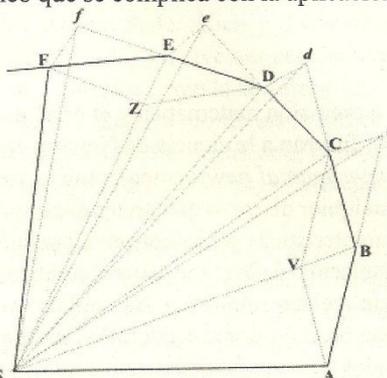
parabólico de los proyectiles— y Boyle, que defendía con Gassendi, Roberval y Hooke la filosofía corpuscular y que, además, creyó que “la gravedad podía obedecer a vapores emanados de la tierra”.⁷ Newton concluye dicha ley después de tratar matemáticamente el fenómeno de la materia en movimiento en su obra más importante, *Principios Matemáticos de la Filosofía Natural*,⁸ partiendo de sencillos problemas matemáticos que va complicando con la introducción de condiciones adicionales hasta llegar a simular el sistema del mundo.

Miremos, pues, cómo Newton desarrolló de modo matemático-experimental la ley que lo hizo acreedor de su fama. La unión y apropiación de la filosofía corpuscular —inspirada en la composición atómica de la materia propuesta por Leucipo, Demócrito y Epicuro—⁹ y la panmatematización del universo —inspirada en la concepción matemática del ser y la búsqueda de las estructuras universales—¹⁰ facilitó la formulación de la ley que unió la astronomía o física celeste con la física terrestre. Esta ley involucra tres elementos claves relacionados en virtud de la atracción entre los cuerpos:¹¹ la *materia* —reunión de partículas mutuamente separadas, aisladas, duras e inalterables—, el *movimiento* —estado que no afecta el ser de las partículas, sólo las transporta de un lugar a otro del espacio— y el *espacio* —vacío infinito y homogéneo en el que los cuerpos se mueven. El desarrollo de la

ley de gravitación universal reemplaza su concepto de *tendencia a caer* por el de *atracción*. La veracidad de esta tesis es dudosa puesto que existen evidencias que sugieren que Newton cambió su concepción de la gravedad mucho antes de recibir la carta del 19 de diciembre de 1679. Cf. Betty Jo Teeter Dobbs, *The Janus Faces of Genius. The Role Alchemy in Newton's Thought*, *Op. cit.*, p. 10. La carta de Hooke en la que señala la metodología empleada por Galileo, es una influencia científica que tiene un lugar privilegiado para algunos historiadores —como Cohen y Koyré, pero la aceptación de esta hipótesis no implica que la metodología sugerida por Hooke para el tratamiento del problema de la gravitación universal sea la única influencia que recibió Newton al formular la ley de gravitación universal. Más adelante presentaré como influencia determinante para la adopción del concepto de atracción los trabajos alquímicos de Newton.

- 7 Arthur Koestler, *Los sonámbulos*, Alberto Luis Boxio, tr., Buenos Aires, Universidad de Buenos Aires, 1963, p. 491.
- 8 Newton publicó tres ediciones de los *Principios*. La primera (1687) fue editada por Edmund Halley, la segunda (1713) por Roger Cotes y la tercera (1726) por Henry Pemberton. Una edición que no se publicó fue preparada por Fatio de Dullier c 1690. En la segunda edición aparece por primera vez el Escolio General que, respondiendo a la crítica racionalista, muestra las dificultades de un tratamiento matemático del plenismo cartesiano debido a su incompatibilidad con las leyes de Kepler, el papel y la relación de Dios con el mundo y la legitimidad de un estudio matemático-experimental de la naturaleza sin hacer de la causalidad de la gravitación el *sine qua non* como lo propone el mecanicismo de inspiración cartesiana.
- 9 La filosofía corpuscular defendida por Gassendi, Roberval y Boyle sostuvo que el libro de la naturaleza está escrito en caracteres corpusculares relacionados entre sí. A. Koyré, *Op. cit.*, pp. 164-169.
- 10 La panmatematización del universo propuesta por Descartes y Galileo afirma que el libro de la naturaleza está escrito en caracteres geométricos en conexión y orden racional. *Ibidem*.
- 11 *Ibid.*, p. 170.

la argumentación donde aparecen la materia, el movimiento y el espacio¹² empieza en el Libro I de los *Principios*, titulado “Sobre el movimiento de los cuerpos”, con el movimiento inercial de un punto matemático que se complica con la aplicación intermitente de una fuerza central. Los intervalos en la aplicación de la fuerza son reducidos gradualmente hasta convertirla en una fuerza constante que obliga a la trayectoria rectilínea del punto a curvarse, describiendo una circunferencia en cuyo movimiento se cumplen tanto la ley de áreas de Kepler como la ley de inercia de Descartes.¹³ En la sección II del Libro I, Newton realiza experimentos mentales aplicando la fuerza centrípeta a móviles con órbitas elípticas, circulares y espirales que



Isaac Newton, *Principios Matemáticos de la Filosofía Natural*, Sección II, Proposición I, Teorema I.

permiten afirmar, en palabras de Granés, que “la *causa*, en un sentido matemático, de las diversas propiedades del movimiento es la *fuerza*”¹⁴ y que la fuerza centrípeta aplicada a un cuerpo es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre ésta y el móvil ($1/r^2$). A partir de la sección XI del Libro I, Newton introduce un nuevo punto matemático, suponiendo que éste se atrae con el anterior y que ambos se mueven alrededor de un centro de masa común; luego explora la aplicación de la fuerza en varios cuerpos que se atraen ejerciendo una influencia sobre los otros que varía de modo inverso al cuadrado de las distancias; posteriormente, en la sección XII de este mismo libro, aparece aplicado el concepto de *masa* —elemento primordial en la formulación de la ley ya que, al igual que la distancia, ésta hace que la fuerza de atracción se modifique— que le permite hacer su sistema más próximo a la realidad. El Libro III, titulado “Sobre el sistema del mundo”, se desarrolla poniendo a prueba la veracidad de la ley al relacionar los datos de las observaciones astronómicas con los cálculos del Libro I y los experimentos en medios resistentes del Libro II.¹⁵ En este último Libro, Newton deduce definitivamente

12 Bernard Cohen (*La revolución newtoniana y la transformación de las ideas científicas*, [Carlos Solís Santos, tr.], Madrid, Alianza, 1983.) y José Granés (*Newton y el empirismo*, Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, 1988, pp. 72-86) estudian con mayor precisión y detalle el desarrollo de la ley de gravitación universal.

13 Si el punto sigue una órbita circular con un movimiento uniforme, la fuerza centrípeta que lo gobierna puede expresarse así: $F = V^2/r$ donde F es la fuerza centrípeta, V la velocidad del móvil y r el radio de la trayectoria circular que describe.

14 Granés, *Op. cit.*, p. 76.

15 Los resultados obtenidos en el Libro II permitieron demostrar que la teoría de los vórtices cartesianos era falsa porque, en un universo sin vacío, es imposible que los movimientos planetarios no disminuyan y se conserve la misma cantidad de fuerza que Dios le impuso al universo en el momento

su ley matemática de gravitación universal, ayudándose de una exitosa aplicación de la metodología experimental y los preceptos de generalización señalados en las “Reglas para Filosofar”.

II

La precisión matemática y el éxito experimental de la ley de gravitación universal confirieron a la ciencia de Newton el carácter de infalible e instauraron la *filosofía experimental* newtoniana como el modelo de racionalidad al que debía acogerse cualquier discurso que pretendiera ser válido de modos universal y confiable. Estas características posibilitaron la creación de una imagen que limitaba la producción intelectual de Newton a lo matemático-experimental, esto es, una imagen positivista, que incluso impulsó a sus contemporáneos a marginar los textos “no científicos” que produjo por considerarlos indignos de uno de los genios más importantes de todos los tiempos. Desde esta perspectiva, las conclusiones científicas a las que llegó Newton son concebidas como el resultado exclusivo de la aplicación de su método matemático-experimental en el que no cabe influencia metafísica alguna, pues sólo se rige por las conclusiones derivadas de los fenómenos. Un ejemplo de esta posición se encuentra en los estudios de Rupert Hall que, si bien no niega su existencia, descarta totalmente la importancia de “atavismos” como la alquimia o la astrología en las creaciones de los genios científicos:

La forma en que el progreso va acompañado de una especie de atavismo, tal vez sin que el pensador progresista sea consciente de ello, ciertamente forma parte de la historia. Casi todos los pensadores revolucionarios —Newton, Robespierre, Florence, Einstein— muestran algún tipo de apego profundo a algún orden de pensamiento más antiguo que parece casi inexplicable a las épocas posteriores. Habiendo rechazado tantos juguetes de la infancia intelectual ¿por qué se aferraron a ese?¹⁶

Aunque el ideal positivista newtoniano (o el newtonianismo) se mantuvo durante aproximadamente dos siglos, esa imagen histórica del autor de la ley de gravitación universal no fue permanente y empezó a transformarse cuando, en 1936, se hizo la subasta pública de la Porstmouth Collection por la compañía Sotheby, en la que se divulgaron manuscritos y textos que develaban las múltiples facetas del inglés, como la alquímica, la teológica y la exegética bíblica y cronología.¹⁷ A partir de

de la creación. La descripción del universo cartesiano se encuentra en: René Descartes, *Œuvres*, publiées par Adam Charles et Paul Tannery, nouvelle présentation en coédition avec le centre national de la recherche scientifique, Paris, librairie philosophique J. Vrin. 1986. Tomo VIII-1, *Principia philosophia*, pp. 40-79, Tomo XI, *Le monde ou traité de la lumière*, pp. 1-118.

16 A. Rupert Hall, *La revolución científica 1500-1750*, Barcelona, Crítica, 1985, p. 10.

17 Algunos textos que no hacían parte de los trabajos científicos de Newton tenían divulgación pública antes de la subasta de 1936. Por ejemplo, la *Chronologia veterum regnorum* y ciertas epístolas que muestran las creencias religiosas de Newton, fueron publicadas en 1744. Isaac Newton,

esta fecha empezaron a aparecer estudios como los de Richard Westfall, Betty Dobbs, John Maynard Keynes, David Castillejo, James E. Force y J.E. McGuire que señalaban la influencia que ejercieron en la producción científica de Newton los estudios realizados al margen de un estricto lenguaje matemático y del método expuesto en las "Reglas para filosofar". Estos autores adoptan diversas perspectivas a la hora de historiar a Newton, proponiendo que estudios como la alquimia, como en el caso de Dobbs, son uno de los pilares de obras científicas como los *Principios* y la *Óptica*. Algo parecido hizo Koyré en su historiografía metafísica, pero sus teorías fueron más difíciles de sostener porque no tenía suficientes evidencias textuales para sustentarlas.¹⁸

Concebir la teología como "elemento estructural" y "principio organizador" para historiar la obra de Newton es una de las perspectivas más interesantes, ya que todas las investigaciones del inglés parecen dirigirse a explicar el papel de Dios en la construcción y el continuo mantenimiento del universo a través del desciframiento de los caracteres (leyes y componentes) con que está escrito el libro de la naturaleza. Al parecer, Newton creyó que él había sido un privilegiado intérprete de la naturaleza y que había recuperado, al menos en parte, la comprensión que tuvieron los antiguos del modo en que opera la creación divina.¹⁹

III

Pese a creer que había descubierto "el enigma", Newton no estuvo satisfecho con la sola formulación matemática de su teoría e, incluso desde mucho antes de pensar en las ideas expuestas en los *Principios*, intentó encontrar las causas de la gravedad para establecer de manera definitiva no sólo el modo en que Dios creó el universo sino también cómo participa en él.

En el Escolio General de los *Principios* (adherido a la segunda edición después de ser acusado por Leibniz y los cartesianos de reintroducir cualidades ocultas en la materia),²⁰ Newton afirma que el establecimiento de la causa no es necesario en el campo de la *filosofía experimental* y que en ella las hipótesis no tienen lugar, porque todas las teorías que se formulan bajo este ámbito deben ser inducidas a partir de los fenómenos:

Opuscula mathematica, philosophica et philologica, Lusannæ & Genevæ, Apud Marcum-Michelem Boussquet & socios, 1744.

18 Las argumentaciones de Koyré se basaban principalmente en pasajes de los textos científicos que develaban otras caras de Newton como las «Cuestiones» de la *Óptica* y el Escolio General de los *Principios*.

19 Newton creía que los antiguos poseyeron el conocimiento cabal del universo (*Prisca Sapientia* o *Prisca theologia*), pero que esta sabiduría se fue corrompiendo. Además, estaba seguro de que la labor de la filosofía natural era recuperar la *sapientia* perdida.

20 Cf. Nota 8.

Pero no he podido todavía deducir a partir de los fenómenos la razón de éstas propiedades de la gravedad y no imagino [finjo] hipótesis. Pues lo que no se deduce de los fenómenos, ha de ser llamado hipótesis; y las hipótesis, bien metafísicas, bien físicas, o de cualidades ocultas, o mecánicas, no tienen lugar dentro de la *filosofía experimental*. En esta filosofía las proposiciones se deducen de los fenómenos, y se convierten en generales por inducción.²¹

Del mismo modo, en una de las cuestiones de la *Óptica* señala que “el objetivo básico de la *filosofía natural* es argumentar a partir de los fenómenos sin imaginar hipótesis, y deducir las causas a partir de los efectos, hasta alcanzar la primerísima causa, que ciertamente no es mecánica”.²² Sin embargo, es innegable que la filosofía experimental desarrollada en los *Principios* para la deducción matemática de la ley gravitacional no es la meta última de la empresa de Newton. Al contrario, es sólo un momento de la investigación, pues la búsqueda causal no empezó después de la formulación matemática de la ley sino que, como se anotó arriba, Newton intentó establecer la causa de la gravedad incluso antes de escribir los *Principios* aunque en este periodo su explicación estuvo fuertemente influenciada por el mecanicismo cartesiano.²³

En su tercera carta a Richard Bentley escrita en febrero 25 de 1692,²⁴ Newton habla de la búsqueda causal de la gravedad:

Que la gravedad debiera ser innata, inherente y esencial a la materia, de modo que un cuerpo pudiera actuar sobre otro a distancia a través de un vacío, sin la mediación de ninguna otra cosa, por y a través del cual sus acciones y fuerzas pudieran ser transmitidas de uno a otro, es para mí un absurdo tan grande que creo que ningún hombre que tenga en materias filosóficas una facultad competente de pensamiento puede caer jamás en él. La gravedad debe ser causada por un agente que actúa constantemente de acuerdo con ciertas leyes: pero determinar si este agente es material o inmaterial lo he dejado a consideración de mis lectores.²⁵

Si bien en público sostuvo que la última palabra sobre la causa de la gravedad la dejaba a consideración de terceros, en privado continuó investigando y aunque negó que propuso en sus textos científicos asuntos no inducidos de los fenómenos,

21 Isaac Newton, “Principios matemáticos de la filosofía natural”, (Eloy Rada García, tr.), en: Hawking, Stephen, ed., *A hombros de gigantes: las grandes obras de la física y la astronomía*, Barcelona, Crítica, 2003, p. 1019.

22 Isaac Newton, *Óptica*, *Op. cit.*, p. 319. El énfasis es mío.

23 Aunque antes de escribir los *Principios* existía una búsqueda causal, la gravitación no era concebida como una fuerza universal durante la juventud intelectual de Newton.

24 Newton escribió cuatro cartas a Richard Bentley, master del Trinity College encargado de dictar los ocho sermones acostumbrados para demostrar a los infieles la veracidad de la religión cristiana, “entre los años 1692 y 1693, es decir, con posterioridad a la primera edición de los *principia*”. Hermes H. Benítez, “Cuatro cartas de Sir Isaac Newton al doctor Bentley que contienen algunos argumentos en favor de la existencia de una deidad [1692-1693]”, *Diánoia*, Anuario de Filosofía, México, 44, 1998, pp. 113.

25 *Ibid.*, pp. 131-132.

es evidente que, además de las posibles soluciones al problema expuestas en muchos de sus manuscritos personales, las causas de la atracción entre los cuerpos son sugeridas tanto en ciertos pasajes de estos textos, como en las “Cuestiones” de la *Óptica*.

Según McGuire,²⁶ Newton contempló tres posibles respuestas al problema de la gravedad: la hipótesis mecanicista, la hipótesis de la acción divina directa y la hipótesis eléctrica.²⁷ Entre 1660 y 1680 aproximadamente, la influencia del mecanicismo llevó a Newton a explorar la posibilidad de una causa material postulando la existencia de una materia sutil (un éter). No obstante, no obtuvo resultados satisfactorios al darse cuenta de la imposibilidad de matematizar dicho éter, de la falta de evidencia experimental y de que una solución completamente mecanicista reñía con su concepción de Dios como amo y señor del universo, puesto que propone la autonomía de la materia y excluye la acción directa y continua de Dios sobre su creación. Posteriormente propuso causas inmateriales (un espíritu eléctrico y la acción divina directa) aunque en la *Óptica* retomó la idea de la existencia de un éter *casi* material que posee algunas características espirituales y llena todo el espacio.²⁸ Aquí me concentraré sólo en las explicaciones hechas desde el mecanicismo y la acción divina, pues considero que son suficientes para el presente propósito.

26 James E. McGuire, “Force, Actives Principles, and Newton’s Invisible Realm”, en: *Tradition and Innovation: Newton’s Metaphysics of Nature*, Dordrecht, 1995.

27 Parece que Newton tuvo en mente esta última hipótesis durante algún tiempo, pues en una de las revisiones de la segunda edición de los *Principios*, agregó al Escolio General las palabras que resalto en cursiva —estas dos palabras fueron integradas a la primera traducción inglesa que tuvieron los *Principios*: “Bien podríamos ahora añadir algo de cierto espíritu sutilísimo que atraviesa todos los cuerpos gruesos y permanece latente en ellos; por cuya fuerza y acciones las partículas de los cuerpos se atraen entre ellas a las mínimas distancias y una vez que están contiguas permanecen unidas; y los cuerpos eléctricos actúan a distancias mayores, tanto repeliendo como atrayendo a los corpúsculos vecinos; y la luz se emite, se refleja, se refracta e inflexiona y calienta los cuerpos; y toda sensación es excitada, y los miembros de los animales se mueven a voluntad, a saber, mediante las vibraciones de este espíritu propagadas por los filamentos sólidos de los nervios desde los órganos externos de los sentidos hasta el cerebro y desde el cerebro hacia los músculos. Pero ésto no puede exponerse en pocas palabras y tampoco está disponible un número suficiente de experimentos mediante los cuales debe determinarse y mostrarse exactamente las leyes de las acciones de este espíritu *eléctrico y elástico*”. Isaac Newton, *Principios matemáticos de la filosofía natural*, *Op. cit.*

28 El éter propuesto en la *Óptica* es un fluido muy raro (de muy baja densidad), imperceptible y prácticamente idéntico al vacío que no pone mucha resistencia al movimiento de los cuerpos; puede decirse que tiene características tanto espirituales como materiales puesto que, si bien posee principios activos capaces de propiciar la generación o la corrupción, la palabra “fluido” le imprime un carácter material. La existencia del éter propuesto en la *Óptica* obliga a Newton a reformular su concepción del vacío: “es necesario vaciar los cielos de toda materia exceptuando quizá ciertos vapores o efluvios muy tenues que puedan surgir de las atmósferas de la tierra, planetas y cometas, así como un *medio etéreo extremadamente raro*” (Isaac Newton, *Óptica*, *Op. cit.* p. 319). El

En el contexto de la primera hipótesis, que pretendía dar cuenta de la causalidad del fenómeno de la gravedad desde la materia y el movimiento —los dos principales elementos de la filosofía mecánica— aunque incluía, también, el vacío y los átomos —los fundamentos del corpuscularismo—, Newton no concebía aún la gravitación como una fuerza de *atracción* entre los cuerpos sino como una *tendencia* de los cuerpos a caer. Su explicación mecánica presuponía la presencia de un éter que llena todo el espacio y desciende rápidamente hasta el interior de la Tierra, penetrando en los poros de los cuerpos que se encuentran elevados para llevarlos hasta la superficie de ésta; después de descender, el éter que causa la gravedad completa su ciclo elevándose nuevamente con una velocidad menor debido que las partículas que lo componen se agrupan en las entrañas de la Tierra y ascienden reunidas. Entonces, para llevar los cuerpos a la tierra, el éter

debe descender muy rápido y pronto, como aparece por la caída de los cuerpos y por la gran presión hacia la Tierra. Debe ascender de forma diferente a la que desciende o habría una fuerza parecida para resistir los cuerpos como la que hay para presionarlos hacia abajo y así no habría gravedad. Debe ascender en una consistencia más gruesa que en la que desciende, (1) porque podría ser más lenta y no impactar los cuerpos con una fuerza tan grande como para impulsarlos hacia arriba, (2) podría sólo forzar la parte exterior de un cuerpo y no meterse cada poro, y entonces su densidad no le servirá de mucho, porque se deslizará por la superficie de un cuerpo con facilidad, de manera que recorre un canal más fácil, como si nunca se resistiera a ellos. Si la materia debiera ascender más fina, sólo puede tener esta ventaja: que no golpearía los cuerpos con una fuerza tan potente, sino que, entonces, golpearía más partes del cuerpo y tendría más partes con las cuales golpearse con una fuerza más sutil, y así causar el ascenso con más fuerza que las otras al causar el descenso. No conocemos un cuerpo más sutil que atravesara los poros de los cuerpos mejor que el aire, y penetraría más si no entrara forzosamente en tumulto. La corriente que desciende toma algo de la corriente que asciende y así la compacta y la hace más densa. Por tanto, ascenderá la más lenta. La corriente que desciende se hará más densa en tanto esté más cerca de la Tierra; pero no perderá su rapidez hasta que no encuentre tanta oposición como ayuda tiene del flujo que sigue tras de sí. Pero, cuando las corrientes se encuentran en todas partes en medio de la Tierra deben necesitar comprimirse en una región estrecha, muy compactadas, y entonces oponiéndose mucho una a otra, cada una regresa de la misma manera como llegó, o las corrientes se agolpan una a la otra con mucha dificultad y presión, y así son compactadas y la corriente descendiente las mantendrá compactadas, presionándolas continuamente a la Tierra hasta que se eleven al lugar de donde vinieron. Ahí conseguirán su liberación inicial.²⁹

énfasis es mío. El fluido elástico que llena todo el espacio reafirma el voluntarismo newtoniano, el autor de los *Principios* debía introducir un elemento que, además de realizar las actividades correspondientes a un ente espiritual (procesos químicos, atracciones magnéticas y la vida misma), ocasionara el decrecimiento del movimiento de los cuerpos e hiciera indispensable la acción de Dios para el restablecimiento de la fuerza perdida.

29 Isaac Newton, *Quaestiones quaedam Philosophicae*, University Library, Cambridge, MS Add 3996, fol. 89r. La traducción es de Sergio H. Orozco Echeverri.

En esta concepción mecanicista, las cantidades de materia y movimiento del universo se conservan intactas, debido al reciclaje del éter que causa la gravedad; aquí Dios no intervenía directamente ya que su acción continua no era necesaria en un universo lleno de materia autónoma que se movía infinitamente, sólo gracias al impulso recibido en el momento de la creación. Es importante señalar que la filosofía mecánica de Newton no era tan ortodoxa como la cartesiana, él “mostró más simpatía por el sistema mecánico alternativo de Gassendi”, puesto que no acababa de convencerlo la idea de un mundo material que poseyese un orden permanente autónomo.³⁰ Además, en esta explicación se sostenían dos ideas que no eran del agrado de los seguidores ortodoxos de la corriente cartesiana: la existencia del vacío que hay en los cuerpos por su composición atómica y su porosidad, y el carácter invisible del éter. Al parecer, la idea de este éter fue abandonada por Newton porque no podía ser matematizado, porque insinuaba la autonomía de la materia y porque era incapaz de dar solución, entre otras cosas, a los problemas de cohesión entre las partículas de materia y los procesos vitales.

El cambio en la concepción de la causa de la gravedad se debe a muchos factores, entre ellos, la confianza en la existencia de la sabiduría revelada por Dios que se corrompió con el paso del tiempo; Newton estaba seguro de que los antiguos (Filolao, Aristarco de Samos, los pitagóricos, Anaximandro, Numa Pompilius, Demócrito, Anaxágoras, los egipcios, entre otros) tuvieron la Sabiduría pura y que, por tanto, conocieron el libro de la naturaleza.³¹ Para abandonar el éter del mecanicismo, Newton también se apoyó en la idea que tenían los antiguos de que las causas de la gravedad son, necesariamente, inmateriales:

Para el rechazo de tal medio [el medio etéreo denso y completamente material propuesto por los mecanicistas],³² disponemos de la autoridad de aquellos de los más ancianos y célebres filósofos de *Grecia y Fenicia*, quienes hicieron del vacío, los átomos y la

30 “Muchos de los ingleses [del siglo XVII] adoptaron una interpretación de la filosofía mecánica que hacía a Dios responsable no sólo de crear inicialmente la materia y el movimiento —los dos principios responsables de todos los fenómenos de acuerdo con la filosofía mecánica— sino también de preservar el movimiento de los cuerpos. (...) Entre los filósofos ingleses, divinos y naturales, había un último miedo: a menos que pudiera mostrarse que la providencia de Dios actuaba en el tiempo presente, algunos dudarían si ha estado siempre una fuerza en el mundo”. David Kubrin, “Newton and the Cyclical Cosmos: Providence and the Mechanical Philosophy”, *Journal of the History of Ideas*, 28 (3), 1967, pp. 326-327.

31 Los escolios preparados para la impublicada edición de 1690 son una de las evidencias textuales de la confianza en la *Prisca Sapientia*. McGuire dice que en el manuscrito que sería el escolio a las proposiciones IV a IX son establecidas “cuatro tesis básicas que Newton atribuyó a la antigüedad: que la materia es atómica en estructura y se mueve por la gravedad en medio de un vacío infinito, que la fuerza gravitacional actúa universalmente; que su acción disminuye [en proporción] al inverso cuadrado de la distancia entre los cuerpos; y que la acción directa de Dios es la verdadera causa de la gravedad”. James E. McGuire, *Tradition and Innovation: Newton's Metaphysics of Nature*, *Op. cit.*, p. 196.

32 La aclaración es mía.

gravedad de los átomos los primeros principios de su filosofía, atribuyendo tácitamente la gravedad a una causa distinta de la materia densa. Filósofos posteriores borraron de la filosofía natural la consideración de tal causa, imaginando hipótesis para explicar mecánicamente todas las cosas y relegando a la metafísica todas las demás causas.³³

Las insuficiencias de la explicación en términos de materia y movimiento condujeron, pues, a Newton a refugiarse en una disciplina diferente que le abriera la posibilidad de encontrar respuestas allí donde el mecanicismo se quedaba corto; a partir de 1668, el acercamiento a los experimentos e ideas alquímicas comenzaron a presentarse y las influencias no se hicieron esperar. Los resultados de las lecturas, reflexiones y experimentos condujeron a nuestro autor a reemplazar la idea de que los cuerpos *tienden* a caer por la de *atracción* entre los cuerpos.³⁴

Después de adoptar el concepto de atracción, Newton intentó explicar la causa de la gravedad (entre 1670 y 1680 aprox.) conservando el mecanismo etéreo que, si bien no deja de ser material, posee muchas características espirituales;³⁵ sin embargo, el inglés abandonó su creencia en la existencia del éter cuando se unió al credo arriano que, además de rechazar la trinidad y reconocer la existencia de un solo Dios, sostenía que Éste actúa directamente sobre su creación y no necesita de agentes secundarios, como los mecanismos etéreos, para ejercer su dominio sobre el universo. Newton comenzó entonces a explorar una nueva hipótesis en la que no consideró un agente material como responsable de la gravedad. En esta hipótesis metafísica, Newton propone a Dios como el causante de las atracciones entre los cuerpos.

Parece que la idea de Dios como causa directa de la fuerza gravitatoria es la que Newton creyó más acertada, ya que todo su sistema tenía como objetivo último esclarecer la intervención divina en la construcción y mantenimiento del universo;³⁶ en este manuscrito para la cuestión 23 de la *Óptica*, Newton señala que la materia no puede ser, por sí misma, la causante de la gravedad; el éter del mecanicismo no puede explicar de modo convincente las atracciones entre los cuerpos debido a que la materia misma presupone un principio inmaterial (Dios). Los antiguos dan fe de esto pues, según Newton,

33 Isaac Newton, *Op. cit.*, p. 319.

34 Westfall y Dobbs sostienen que Newton tomó el concepto de atracción de la tradición alquímica y que la idea de que los cuerpos se atraen a pesar de la distancia pudo ser postulada por la influencia de la alquimia y los experimentos realizados por Newton en los que se evidenciaba que “las partículas de la materia se atraen y se repelen mutuamente”. Richard Westfall, “Newton y la alquimia”, en: *Mentalidades Ocultas y Científicas en el Renacimiento*, Brian Vickers, ed., (Jorge Virgil Rubio, tr.), Madrid, Alianza, 1990.. p. 274.

35 El mecanismo etéreo de ésta época tiene mucha similitud con el que Newton retoma en años posteriores cuando escribe la *Óptica* (*Vide* nota 28).

36 Los estudios exegéticos, alquímicos y de filosofía natural eran “un medio para llegar al fin último de las cosas: Dios, autor del universo” (*Ibid.*, p. 116).

parece haber sido una antigua opinión que la materia depende de una deidad tanto para sus (leyes de) movimiento como para su existencia. Los cartesianos hacen de Dios el autor de todos los movimientos y es razonable hacerlo el autor de las leyes del movimiento. La materia es un principio pasivo y no puede moverse por sí misma. Permanece en su estado de movimiento o reposo a menos que sea perturbada. Recibe movimiento proporcional a la fuerza impresa en ella, y resiste tanto como es resistida. Éstas son leyes pasivas y afirmar que no hay otras es hablar contra la experiencia. Pues encontramos en nosotros una capacidad de mover nuestros cuerpos por el pensamiento. La vida y la Voluntad (pensamiento) son principios activos por los que movemos nuestros cuerpos, y de allí surgen otras leyes de movimiento desconocidas para nosotros.³⁷

Para Newton Dios era el causante del movimiento de una materia que por ningún motivo puede ser autónoma ya que, para él, la cantidad de fuerza que existía en el universo no era constante como Descartes creía, sino que decrecía progresivamente y necesitaba de un Ser Superior que la restableciera. Este voluntarismo teológico de Newton es expresado claramente por su discípulo Clarke en una de las cartas que redactó durante su polémica con Leibniz:

Es muy cierto que la excelencia de la destreza de Dios no consiste sólo en su facultad de demostrar el poder, sino en demostrar también la sabiduría de su autor. Pero esta sabiduría se manifiesta, no creando la naturaleza (como el relojero construye el reloj) capaz de continuar su curso sin Él (...) sino que la sabiduría de Dios consiste en crear originalmente la idea perfecta y completa de la obra que comenzó y continúa de acuerdo con la idea perfecta original por el ejercicio continuo ininterrumpido de su poder y gobierno.³⁸

El Dios de Newton permanece, pues, activo en su creación: Él es omnipresente en sentido literal, ejerce su poder sobre el mundo porque se encuentra en él estando

37 *It seems to have been an ancient opinion that matter depends upon a Deity for its (laws of) motion as well as for its existence. The Cartesians make God the author of all motion & its as reasonable to make him the author of the laws of motion. Matter is a passive principle & cannot move itself. It continues in its states of moving or resting unless disturbed. It receives motion proportional to the force impressing it, and resist as much as it is resisted. This are passive laws & to affirm that there are no other is to speak against experience. For we find in ourselves a power of moving our bodies by or thought. Life & Will (thinking) are active principles by which we move our bodies, & thence arise other laws of motion unknown to us. U.L.C. Add. 3970, Fol 619^r.*

38 H. G. Alexander, ed., *The Leibniz-Clarke Correspondence*, New York, The Philosophical Library, 1956, p. 22. "Tis very true, that the excellence of God's workmanship does not consist in its showing the power only, but in its showing the wisdom also of its author. But then this wisdom of God appears, not in making nature (as an artificer makes a clock) capable of going on without him (...) but the wisdom of God consist, in framing originally the perfect and complete idea of a work, which begun and continues, according to that original perfect idea, by the continual uninterrupted exercise of his power and government". La traducción de éste es de Felipe Ochoa Rivera.

presente tanto donde hay cuerpos como donde no los hay.³⁹ Además, su dominio continuo lo integra a la naturaleza pues

Él rige todo, no como alma del mundo, sino como dueño de todos. Y por su dominio suele ser llamado señor dios «παντοκρατορ». Pues Dios es una palabra relativa y está en relación con los siervos: y deidad es la dominación de Dios, no sobre su propio cuerpo, como creen aquellos para quienes Dios es el alma del mundo, sino sobre los siervos. Dios sumo es un ente eterno, infinito, absolutamente perfecto: pero un ente cualquiera perfecto sin dominio no es Dios señor.⁴⁰

Las citas acerca del dominio que Dios ejerce sobre el mundo y de los intentos por demostrar que la gravedad es causada por un agente inmaterial evidencian que a las obras científicas más importantes de Newton —los *Principios* y la *Óptica*— le subyacen motivaciones teológicas y alquímicas tales como las que lo llevaron al abandono de la explicación mecanicista de la gravedad. La empresa de Newton no estaba, como creen quienes mantienen el ideal newtonianista, encaminada solamente a explicar de modo matemático los fenómenos para entender cómo opera la naturaleza. Lo que él pretendía era leer el libro de los trabajos de Dios (la naturaleza) para recuperar la sabiduría perdida y dar cuenta del dominio que el sumo Ente tiene sobre ella. Si aceptamos el propósito de Newton de demostrar la acción de Dios en el Mundo como elemento articulador de toda su obra, debemos aceptar, también, que el ideal newtonianista que postula una ciencia sin influencias metafísicas se muestra insuficiente para dar cuenta del Newton histórico.

Bibliografía

- Alexander, H. G., ed., *The Leibniz–Clarke Correspondence*, New York, The Philosophical Library, 1956.
- Arango, Iván Darío, *La reconstrucción clásica del saber*, Medellín, Universidad de Antioquia, Facultad de Ciencias Humanas Centro de Investigaciones, 1983.
- Benítez, Hermes H., “Cuatro cartas de Sir Isaac Newton al doctor Bentley que contienen algunos argumentos en favor de la existencia de una deidad (1692-1693)”, *Diánoia*, Anuario de Filosofía, México, 44, 1998, pp. 113-135.
- Bono, J. J. “From Paracelsus to Newton: The Word of God, the Book of Nature, and the Eclipse of the Emblematic ‘World View’”, en: Scheurer, P. B. & Debroek, G., eds. *Newton’s Scientific and Philosophical Legacy*, Dordrecht, Kluwer, 1988.

39 Cuando se hace referencia a la idea de vacío que tuvo Newton, no puede pensarse en el significado que actualmente se le da a este concepto puesto que, aunque en el espacio no hubiera cuerpo alguno, éste no estaría completamente vacío porque contaría con la presencia de la Divinidad.

40 Isaac Newton, “Principios matemáticos de la filosofía natural”, (Eloy Rada García, tr.), *Op. cit.*, p. 1017.

- Burt, Edwin Arthur, *Los fundamentos metafísicos de la ciencia moderna*, (Roberto Rojo, tr.), Argentina, Sudamericana, 1960.
- _____, *The Metaphysical Foundations of Physical Science*, New York, Harcourt, 1925.
- Casini, Paolo, "Newton: 'The Classical Scholia' ", *History of science*, 24, 1984, pp.1-23.
- Castillejo, David, *The Expanding Force in Newton's Cosmos*, Madrid, Ediciones Arte y Bibliofilia, 1981.
- Cohen, I. Bernard, *La revolución newtoniana y la transformación de las ideas científicas*, (Carlos Solís Santos, tr.), Madrid, Alianza, 1983.
- Copenhaver, Brian P, "Jewish Theologies in the Scientific Revolution: Henry More, Joseph Raphson, Isaac Newton and its Predecessors", *Annals of Science*, 37 (1980).
- Descartes, René, *Principia philosophiae*, en: *Œuvres*, publiées par Charles Adam et Paul Tannery, nouvelle présentation en coédition avec le Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, J. Vrin, 1986, Tomo VIII-1, pp. 40-79.
- _____, *Le monde ou traité de la lumière*, en: *Œuvres*, publiées par Charles Adam et Paul Tannery, nouvelle présentation en coédition avec le Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, J. Vrin, 1986, Tomo XI, pp. 1-118.
- Dobbs, Betty Jo Teeter, "Newton's Alchemy and His 'Active Principle' of Gravitation", en: Scheurer, P. B. & Debroek, G. eds., *Newton's Scientific and Philosophical Legacy*, Dordrecht, Kluwer, 1988.
- _____, *The Foundations of Newton's Alchemy or 'The Hunting of the Green Lyon'*, Cambridge, Cambridge University Press, 1992.
- _____, *The Janus Faces of Genius. The Role Alchemy in Newton's Thought*, Cambridge, Cambridge University Press, 1991.
- Force, James E. & Popkin, Richard H., eds., *The Books of Nature and Scripture: Recent Essays on Natural Philosophy, Theology, and Biblical Criticism in the Netherlands of Spinoza's Time and the British Isles of Newton's Time*, Dordrecht, Kluwer, 1994.

- Force, James E. & Popkin, Richard H., eds., *Essays on the Context, Nature and Influence of Isaac Newton's Theology*, Dordrecht, Kluwer, 1990.
- Granés, José, *Newton y el empirismo*, Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, 1988.
- Goldish, Matt, *Judaism in the Theology of Sir Isaac Newton*, Dordrecht, Kluwer, 1998.
- Hall, A. Rupert, *La revolución científica 1500-1750*, Barcelona, Crítica, 1985.
- Hawking, Stephen, ed., *A hombros de gigantes: las grandes obras de la física y la astronomía*, 2ª ed., Barcelona, Crítica, 2003.
- Hoyos, Alonso, *Isaac Newton, discípulos y críticos: un debate en torno a la atracción entre los cuerpos*, Medellín, Instituto de Filosofía, Universidad de Antioquia, 1995 (trabajo de monografía para optar al título de Doctor en Filosofía), inédito.
- Koestler, Arthur, *Los sonámbulos*, (Alberto Luis Boxio, tr.), Buenos Aires, Universidad de Buenos Aires, 1963.
- Koyré, Alexandre, *Estudios newtonianos*, (Felipe Ochoa Rivera, tr.), Medellín, Instituto de Filosofía, Universidad de Antioquia, 1998 (trabajo de monografía para optar al título de Filósofo), inédito.
- Kubrin, David, "Newton and the Cyclical Cosmos: Providence and the Mechanical Philosophy", *Journal of the History of Ideas*, 28 (3), pp. 326-327.
- Navarro Restrepo, Carlos Eduardo, *La religión y la alquimia en la teoría de la materia de Newton*, Medellín, Instituto de Filosofía, Universidad de Antioquia, 1996 (trabajo de monografía para optar al título de Magister en Filosofía), inédito.
- Manuel, Frank E., *The Religion of Isaac Newton*, Oxford, Clarendon Press, 1974.
- _____, *Isaac Newton: Historian*, Cambridge, Cambridge University Press, 1963.
- McGuire, James E. & Tamny, M., eds., *Certain Philosophical Questions: Newton's Trinity Notebook*, Cambridge, Cambridge University Press, 1985.

McGuire, James E., "Existence, Actuality and Necessity: Newton on Space and Time", *Annals of Science*, 35, 1978.

_____, *Tradition and Innovation: Newton's Metaphysics of Nature*, Dordrecht, Kluwer, 1995.

_____, "Newton on Place, Time and God: An Unpublished Source", *British Journal for the History of Science*, 11 (38), 1978.

_____, "Predicates of the Pure Existence: Newton on God's Space and Time", en: Bricker, Phillip. & Hughes, P.I.G., eds., *Philosophical Perspectives on Newtonian Science*, Cambridge, Massachusetts, The MIT Press, 1990.

_____, "Space, Geometrical Objects and Infinity: Newton and Descartes on Extension", en: Shea, William R., ed., *Nature Mathematized. Historical and Philosophical Case Studies in Cassical Modern Natural Philosophy*, Dordrecht, Kluwer, 1983.

_____, "Space, Infinite and Indivisibility: Newton on the Creation of Matter", en: *Newtonian Contemporary Research*, Zev Bechler, ed., Dordrecht, Reidel, 1982.

Newton, Isaac, *Óptica*, (Carlos Solís, tr.), Madrid, Alfaguara, 1977.

_____, *Opuscula matemática, philosophica et philologica*, Lusannæ & Genevæ, Apud Marcum-Michelem Boussquet & socios, 1744.

_____, *Principios matemáticos de la filosofía natural*, (Antonio Escohotado, tr.), Barcelona, Altaya, 1994.

_____, *Principios matemáticos de la filosofía natural*, (Eloy Rada García, tr.), en: Hawking, Stephen, *A hombros de gigantes: las grandes obras de la física y la astronomía*, Barcelona, Crítica, 2003.

_____, *Quaestiones quaedam Philosophicae*, University Library, Cambridge, MS Add. 3996, *The Newton Project UK* [online] disponible en: <http://www.newtonproject.ic.ac.uk>, consultado 25/04/04.

_____, *Questiones quaedam philosophicae*, en: J.E. McGuire y Martin Tamny, ed., *Certain philosophical Questiones: Newton's Trinity notebook*, Cambridge, Cambridge University Press, 1985.

Rodríguez, Álvaro, "Isaac Newton y el discurso hermético", *Revista Universidad de Antioquia*, Medellín, 269, 2002, pp. 35-46.

Westfall, Richard, "Newton y la alquimia", en: Brian Vickers, comp., *Mentalidades Ocultas y Científicas en el Renacimiento*, (Jorge Virgil Rubio, tr.), Madrid, Alianza, 1990.



Lo mejor en francés !!

Cursos
Regulares - Intensivos
Super-Intensivos
Niños - Jóvenes - Adultos

Cursos especiales
Civilización - Literatura
Conversación - Francés escrito
Traducción
Preparación al DELF Y DALF
Seminario de Vino

Otras modalidades
Cursos particulares
Empresas - Colegios - Universidades - Instituciones
Francés a la Carta - Inmersiones

Mediateca - Multimedia
Asesoría para estudios en Francia
Variada programación cultural
Traducción oficial
Amplitud de horarios
mucho más...

hay una lengua, que sin duda...
...te sorprenderá !

Alianza Francesa Medellín 57 años

Centro 513 66 88 - www.alianzafrancesa.org.co - Aguacatala 313 22 05