

ISAAC NEWTON Y EL PROBLEMA DE LA ACCIÓN A DISTANCIA

John Henry

Universidad de Edimburgo

john.henry@ed.ac.uk

Resumen: *La acción a distancia se ha considerado muy a menudo como un medio de explicación inaceptable en la física. Debido a que daba la impresión de resistirse a los intentos de asignarle causas propias a los efectos, la acción a distancia se ha proscrito como sinsentido ocultista. El rechazo de la acción a distancia fue el principal precepto del aristotelismo que fue tan dominante en la filosofía natural europea, y hasta hoy permanece como un prejuicio principal de la física moderna. No obstante, hubo un período de interregno; un período durante el cual las acciones a distancia eran fácilmente aceptadas por un número significativo de filósofos naturales. La principal influencia sobre este nuevo enfoque radical hacia la naturaleza de la causalidad física fue, por supuesto, Isaac Newton. El principio de gravitación universal de Newton a muchos les pareció dar no sólo un ejemplo innegable de una fuerza cuya naturaleza no se podía producir por ningún tipo de contacto mecánico entre los cuerpos, sino también un modelo para otras supuestas fuerzas que podían suponerse que dan cuenta de los fenómenos químicos, biológicos y otros fenómenos físicos. Por tanto, durante el siglo XVIII, como lo han demostrado un gran número de importantes estudios históricos, los filósofos naturales buscaron hacer fructífero el deseo de Newton, expresado en el Prefacio a los Principia, de que todos los fenómenos de la naturaleza fueran explicados en términos de fuerzas atractivas y repulsivas que operan a distancia entre las partículas diminutas de los cuerpos. Sin embargo, en la actualidad el rechazo a la legitimidad de las acciones a distancia es tan grande que una serie de notables especialistas de Newton han insistido en que Newton nunca creyó en la actio in distans y que fue completamente malentendido por la generación que le sucedió. Este artículo reitera que Newton sí creía en la acción a distancia y refuta los argumentos de especialistas recientes que sostienen lo contrario.*

Palabras claves: *acción a distancia, gravedad, cualidades ocultas, filosofía mecánica, Richard Bentley, historiografía newtoniana.*

Isaac Newton and the Problem of Action at Distance

Summary: *Action at a distance has more often than not been regarded as an unacceptable means of explanation in physics. Seeming to defy all attempts to assign proper causes to effects, action at a distance has generally been eschewed as occultist nonsense. The rejection of action at a distance was a major precept of the Aristotelianism which was so long dominant in European natural philosophy, and, it remains to this day a major assumption of our modern physics. There was, however, a period of interregnum; a period when actions at a distance were readily accepted by the majority of natural philosophers. The major influence on this radical new approach to the nature of physical causation was, of course, Isaac Newton. Newton's universal principle of gravitation seemed to many to provide not only an undeniable example of a force of nature which could not be reduced to any kind of mechanical contact action between bodies, but also a model for other putative forces which might be supposed to account for chemical, biological and other physical phenomena. Throughout the eighteenth century, therefore, as a number of important historical studies have shown, natural philosophers sought to bring to fruition Newton's wish, expressed in the Preface to the Principia, that all the phenomena of nature be explained in terms of attractive and repulsive forces operating at a distance between the minutest particles of bodies. So great is the modern prejudice against the legitimacy of actions at a distance, however, that a number of leading Newtonian scholars have insisted that Newton never really believed in actio in distans and was completely misunderstood by the succeeding generation. This paper reasserts that Newton did believe in action at a distance and refutes the arguments of recent Newtonian scholars that he did not.*

Keywords: *Isaac Newton, action at a distance, gravity, occult qualities, mechanical philosophy, Richard Bentley, Newtonian historiography.*

Introducción

Por lo general, se reconoce que una de las principales razones del asombroso éxito de Newton al lograr una comprensión del funcionamiento del mundo natural fue el hecho de que reintrodujo cualidades ocultas en la filosofía mecánica. El estricto sistema mecanicista de Descartes, en el que todos los fenómenos se explicaban exclusivamente en términos del comportamiento de partículas de materia móviles, y sin embargo inertes, en último término resultó impracticable. Sin embargo, la filosofía mecánica se volvió sorprendentemente efectiva por la introducción de “principios activos” ocultos por Isaac Newton. El sistema cinético de Descartes fue reemplazado por el sistema dinámico de Newton en el que “todos los fenómenos pueden depender de ciertas fuerzas por las cuales las partículas de los cuerpos, por causas aún desconocidas, son impelidas unas a otras y se juntan en formas regulares, o se repelen entre sí y se alejan”.¹ Como lo ha señalado R. S. Westfall, uno de los más eminentes especialistas de Newton, ésta fue una innovación principal que constituye la más significativa y fructífera modificación de la filosofía mecánica.² Lo que se reconoce con mucha menor frecuencia, sin embargo, es el hecho de que por lo general Newton supuso que las fuerzas atractivas y repulsivas en la naturaleza eran capaces de actuar a través del espacio vacío.

La acción a distancia se ha considerado muy a menudo como un medio de explicación inaceptable en la física. Debido a que daba la impresión de resistirse a los intentos de asignarle causas propias a los efectos, la acción a distancia se ha proscrito generalmente como sinsentido ocultista. El rechazo de la acción a distancia fue el principal precepto del aristotelismo que fue tan dominante en la filosofía natural europea, y hasta hoy permanece como un prejuicio principal de la física moderna. No obstante, hubo un período de interregno; un período durante el cual las acciones a distancia eran fácilmente aceptadas por un significativo número de filósofos naturales. La principal influencia sobre este nuevo enfoque radical hacia la naturaleza de la causalidad física fue, por supuesto, Isaac Newton. El principio de gravitación universal de Newton a muchos les pareció dar no sólo un ejemplo innegable de una fuerza cuya naturaleza no se podía reducir a ningún

1 Newton, Isaac. *The Principia: Mathematical Principles of Natural Philosophy*. Trad. I. B. Cohen y Anne Whitman, Berkeley, University of California Press, 1999, p. 383.

2 Westfall, R. S. “Newton and Alchemy”, en: Vickers, Brian (ed.), *Occult and Scientific Mentalities in the Renaissance*. Cambridge, Cambridge University Press, 1984, pp. 315-35. Véase también Henry, John. “Occult Qualities and the Experimental Philosophy: Active Principles in pre-Newtonian Matter Theory”, *History of Science*, 24, 1986, pp. 335-81.

tipo de acción mecánica por contacto entre los cuerpos, sino también un modelo para otras supuestas fuerzas que podían suponerse que dan cuenta de los fenómenos químicos, biológicos y otros fenómenos físicos. Por tanto, durante el siglo XVIII, como lo ha demostrado un gran número de importantes estudios históricos, los filósofos naturales buscaron hacer fructífero el deseo de Newton, expresado en el Prefacio a los *Principia*, de que todos los fenómenos de la naturaleza fueran explicados en términos de fuerzas atractivas y repulsivas que operan a distancia entre las partículas diminutas de los cuerpos.³

De hecho, el radical alejamiento de Newton de la corriente principal de la filosofía natural ortodoxa de ninguna manera era sin precedentes. Las acciones a distancia siempre fueron una característica de la tradición mágica natural a través de la Edad Media. Además, cuando la magia gozaba de un resurgimiento durante el Renacimiento, como resultado del redescubrimiento de un gran número de trabajos mágicos de la Antigüedad, incluyendo aquéllos que se le atribuían a Hermes Trimegistro,⁴ las acciones a distancia empezaron a jugar un papel creciente en las nuevas teorías revisionistas de la filosofía natural. Una de las líneas más claras de influencia sobre estos desarrollos puede rastrearse desde las teorías cosmológicas de Johannes Kepler, a través de Robert Hooke, hasta Isaac Newton. Kepler intentó, en parte, dar cuenta del movimiento de los planetas en términos de una fuerza magnética que opera entre el Sol y los planetas. Estas especulaciones fueron adoptadas por una serie de pensadores ingleses que querían dar cuenta del movimiento de los planetas.⁵ En algún momento antes de 1675, Robert Hooke, quien junto con Robert

3 Newton, Isaac. *The Principia* (véase nota 1), p. 382-3. Sobre el legado de Newton véase, por ejemplo, Thackray, Arnold. *Atoms and Powers: An Essay on Newtonian Matter-Theory and the Development of Chemistry*. Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1970; Schofield, Robert E. *Mechanism and Materialism: British Natural Philosophy in an Age of Reason*. Princeton, Princeton University Press, 1970; Heimann, Peter M. y McGuire, J. E. “Newtonian Forces and Lockean Powers: Concepts of Matter in Eighteenth-Century Thought”, en: *Historical Studies in the Physical Sciences*, 3, 1971, pp. 233-306. pp. 399-420; Van Lunteren, F. H. “Gravitation and Nineteenth-Century Physical Worldviews”, en: Scheurer, P. B. y Debrock, G. (eds.). *Newton's Scientific and Philosophical Legacy*. Dordrecht: Kluwer Academic, 1988, pp. 161-73.

4 Sobre el resurgimiento de la magia en el Renacimiento véase, por ejemplo, Copenhaver, Brian P. “The Occultist Tradition and Its Critics”, en: Garber, D. y Ayers, M. (eds.). *The Cambridge History of Seventeenth-Century Philosophy*. Cambridge, Cambridge University Press, 1998, pp. 454-512.

5 Sobre la cosmología de Kepler véase Stephenson, Bruce. *Kepler's Physical Astronomy*. Princeton, Princeton University Press, 1994. Para el interés inglés en el magnetismo como una fuerza cosmológica véase Pumfrey, Stephen. “Magnetical Philosophy and Astronomy, 1600-1650”, y Bennett, J. A. “Magnetical Philosophy and Astronomy from Wilkins to Hooke”, ambos en: Taton, R. y Wilson, C. (eds.). *Planetary Astronomy from the Renaissance to the Rise of Astrophysics*,

Boyle era el más destacado filósofo natural de Inglaterra en la generación previa a la de Newton, llegó a creer que las leyes keplerianas del movimiento planetario podían explicarse completamente sobre la suposición de una sola fuerza atractiva que opera entre el Sol y los planetas, la cual variaba inversamente al cuadrado de la distancia entre los cuerpos. Hooke le informó a Newton de su teoría, que ha sido recordada como la teoría de Newton, no como la de Hooke, simplemente porque Newton pudo probarla matemáticamente mientras que Hooke no.⁶

El papel preciso de Newton en el surgimiento de las acciones a distancia como explicación válida en la teoría física es, sin embargo, un tema debatido. Todos los especialistas más preeminentes de Newton han negado vigorosamente la creencia de Newton en las acciones a distancia, y han afirmado que los newtonianos del siglo XVIII que creían que estaban siguiendo su ejemplo, de hecho estaban completamente equivocados sobre las verdaderas creencias de Newton. El siguiente artículo es, por tanto, un intento de reevaluar la actitud de Newton hacia las acciones a distancia. El artículo comienza considerando las interpretaciones de las palabras de Newton que han propuesto los especialistas que niegan la creencia de Newton en las acciones a distancia.

Interpretaciones

En distintos pasajes de sus escritos, Isaac Newton da por hecho la posibilidad de la acción a distancia. No parece tener dificultad alguna con el punto de vista según el cual un cuerpo puede afectar a otro aun cuando estén separados en el espacio. En efecto, incluso está dispuesto a sugerir la operación de la acción a distancia en casos en que la acción por contacto parecía dar una explicación mucho más obvia de los fenómenos involucrados. Considérense, por ejemplo, las palabras iniciales de las muy influyentes Cuestiones con que Newton concluye su *Óptica*: “¿No actúan los cuerpos sobre la luz *a distancia*, y por su acción flexionan sus rayos?” (Cuestión 1). Newton sugiere en las pocas Cuestiones iniciales que la acción a distancia puede ser vista

Part A: Tycho Brahe to Newton. Cambridge, 1989, pp. 45-53 y pp. 222-30, respectivamente; y Henry, John. “Animism and Empiricism: Copernican Physics and the Origins of Gilbert’s Experimental Method”, *Journal of the History of Ideas*, 62, 2001, pp. 99-119.

6 Sobre la influencia de Hooke en Newton véase Westfall, R. S. *Never At Rest: A Biography of Isaac Newton*. Cambridge, Cambridge University Press, 1980, pp. 382-88; Gal, Ofer. *Meanest Foundations and Nobler Superstructures: Hooke, Newton and the “Compounding of the Celestiall Motions of the Planets”*. Dordrecht, Kluwer, 2002; y el “Foro Abierto” de cuatro ensayos sobre “Newton vs. Hooke sobre la gravitación”, con una bibliografía de trabajos sobre este tema, *Early Science and Medicine*, 10, 2005, pp. 510-43.

operando realmente entre los rayos de luz y una superficie reflectante o refractante. En la Cuestión 4, por ejemplo, Newton dice que los rayos de luz que caen en los cuerpos “se empiezan a flexionar antes de llegar a los cuerpos”. Las acciones a distancia se invocan nuevamente en las Cuestiones 29 y 31 (usando la numeración de la edición de 1717):

Las sustancias cristalinas actúan sobre los rayos de luz *a distancia* al refractarlos, reflectarlos e inflexionarlos, y los rayos agitan mutuamente las partes de esas sustancias *a distancia* para calentarlas; y esta acción y reacción *a distancia* se asemeja mucho a la fuerza atractiva entre los cuerpos [Cuestión 29].

Y:

¿No tienen las partículas diminutas de los cuerpos ciertos poderes, virtudes o fuerzas por los que actúan *a distancia*, no sólo sobre los rayos de luz para reflectarlos, refractarlos e inflexionarlos, sino también entre sí para producir gran parte de los fenómenos de la naturaleza? Pues es bien sabido que los cuerpos actúan entre sí por las atracciones de la gravedad, el magnetismo y la electricidad; y estos ejemplos muestran el tenor y curso de la naturaleza, y no hacen improbable que pueda haber más fuerzas atractivas que éstas [Cuestión 31].⁷

A partir de estas dos Cuestiones queda bastante claro que Newton ve la fuerza que opera entre la luz y los cuerpos como otra manifestación del tipo de fuerza mejor ilustrado por la *actio in distans* fundamental, la atracción gravitacional. Por supuesto, esta fuerza, y su principio de operación universal, es la primera que aún se nos viene a la cabeza cuando pensamos en Isaac Newton y su éxito. La capacidad de la gravedad para operar a extensas distancias de espacio vacío hace de ella la acción a distancia por antonomasia.

Sin embargo, a pesar del hecho de que Newton mismo parece estar tranquilo con la noción de acción a distancia, por lo menos en algunas partes bien conocidas de sus escritos, ha habido un poderoso consenso entre los especialistas de Newton en que él realmente estuvo muy preocupado con esta noción y que *realmente nunca creyó que fuese posible*. Obsérvense, por ejemplo, las siguientes palabras de I. Bernard Cohen en un reciente artículo:

Desde la época de sus *Principia* hasta su muerte, Newton estuvo profundamente preocupado por el concepto que introdujo: la gravitación universal. Lo había introducido en la filosofía “recibida”, conocida algunas veces como la “filosofía

7 Newton, Isaac. *Opticks, or A Treatise of the Reflections, Refractions, Inflections & Colours of Light*, basada en la 4ª edición (Londres, 1730), New York, 1979, pp. 339, 370-71, y pp. 375-76. Newton añadió ocho nuevas Cuestiones a la edición de 1717 que llegaron a ser las Cuestiones 17 a 24. En esa edición, las Cuestiones 29 y 31 aparecieron primero en la edición latina de la *Óptica* (*Optice*) de 1706 donde fueron numeradas 21 y 23.

mecánica”, que se centraba alrededor de las ideas de Descartes, la cual sostenía que todas las explicaciones en filosofía natural se deben formular en términos de lo que Robert Boyle llamó “los más grandes y más católicos principios de los cuerpos, la materia y el movimiento”. A primera vista parecería que a éstos Newton había añadido un tercer principio, la fuerza. Esto no sólo fue una desviación de las normas aceptadas, también introdujo un tipo de fuerza que era asombrosa por sus características o cualidades primarias, pues esta fuerza tenía que tener la capacidad de extenderse a muchos cientos de millones de millas como un tipo de entidad comprensiva que podría afectar cuerpos enormes. Por ejemplo, la fuerza gravitacional podría extenderse mucho más allá de los confines del sistema solar... hacer girar un cometa y regresarlo a las regiones visibles de las cercanías del Sol. Newton repetidamente buscó una explicación de cómo la gravedad universal podría actuar, es decir, la intentó reducir a la acción de algo diferente, una lluvia de partículas de éter, efluvios eléctricos, variaciones de un éter que permea todo. Todas estas pretendidas “explicaciones” o reducciones de la gravedad universal a algún tipo de mecanismo aceptado fallaron porque ninguna podía cumplir dos requisitos principales: que la fuerza resultante varía directamente al cuadrado de la distancia, y que actúa mutuamente en cada par de cuerpos como para tratar de juntarlos.

Ahora bien, uno de los factores cruciales de esta explicación de un Newton incómodo es que está más allá de toda duda porque está completamente documentada. Como Cohen luego dice, “es bien sabido que por la época de la segunda edición de los *Principia*, en 1713, Newton públicamente reconoció la dificultad... de aceptar la acción a distancia de la gravitación universal...”. Y poco después: “la aversión de Newton a aceptar una fuerza que actúa a distancia sin ningún mecanismo secundario de explicación está bien documentada...”. Al ser esto así, Cohen pasa a preguntar “¿Cómo, pues, podría Newton haber sido capaz de considerar inicialmente las propiedades y acciones de una fuerza de ‘atracción’ de una clase en la que nunca podría creer por completo?”.⁸

Podemos ver puntos de vista similares a éste expresados por todos los otros principales especialistas de Newton. A. Rupert Hall en su *The Scientific Revolution* (1954) señaló que Newton parece creer, *desde una perspectiva superficial de sus escritos*, en la atracción gravitacional como una propiedad inherente de la materia capaz de actuar a distancia, pero Hall simplemente niega que Newton pudiera haber pensado alguna vez de esta forma:

El hecho de que Newton pareciera contravenir los principios del mecanicismo con la teoría de la gravitación universal se debió a un malentendido. Aunque podría parecer que algunas frases de los *Principia* indican lo contrario, no creyó que la gravedad fuera una propiedad innata de la materia, ni que dos masas pudieran atraerse mutuamente a distancia sin alguna relación.

8 Cohen, I. B. “Newton’s Third Law and Universal Gravitation”, en: *Journal of the History of Ideas*, 48, 1987, pp. 571-93, pp. 587-88. Este artículo también aparece en: Scheurer, P. B. y Debrock, G. (eds.). *Newton’s Scientific and Philosophical Legacy*, (véase nota 3), pp. 25-53.

Treinta años después, cuando Hall reescribió este libro bajo el título *The Revolution in Science* se vio a sí mismo capaz de decir que los comentarios de Newton sobre la gravedad lo llevaron a un *impasse*.

De una parte, Newton dice que ningún medio etéreo, o presumiblemente ningún tipo de mecanismo material que ocupe el espacio celeste, puede existir; de la otra, dice que la existencia de la fuerza gravitacional en un espacio vacío sin “mediación” entre las masas es absurda.⁹

Alexandre Koyré, en sus influyentes *Newtonian Studies* de 1965, de manera similar afirmó que:

Es bien sabido que Newton no creyó que la gravedad fuera una “propiedad innata, esencial e inherente de la materia”... la atracción como acción a distancia a través del vacío sin mediación alguna... era un completo absurdo en el que nadie podría crear...

Koyré, como Hall, también habla de un malentendido por parte de los contemporáneos de Newton de lo que (éste) quiso dar a entender. Los lectores de la primera edición de los *Principia*, escribió, “difícilmente podrían dejar de malentender la posición de Newton, y atribuirle justo las opiniones que rechazó tan vehementemente...”. Y poco después dijo: “puede parecer bastante sorprendente, pese a estas declaraciones muy decididas y definidas de Newton,... que su enseñanza pudiera ser interpretada, y así lo fue, como si postulara la acción a distancia mediante una fuerza atractiva que reside en los cuerpos”.¹⁰ Koyré aquí se refiere a un par de famosos pasajes en los que Newton parece negar la acción a distancia y el cuerpo como el locus de la atracción gravitacional. Estos pasajes son cruciales para el consenso sobre los puntos de vista de Newton a propósito de la gravedad desarrollados por Cohen, Hall, Koyré y otros. Cuando Cohen afirmó que la incredulidad de Newton en las acciones a distancia estaba bien documentada, se refería implícitamente a estos mismos pasajes (más adelante consideraremos con más detalle estas “declaraciones de Newton”).

Así pues, según Hall, Koyré y Cohen, Isaac Newton no creía que la gravedad pudiera ser una propiedad inherente de la materia, ni que la acción a distancia fuera posible “sin mediación”. Sin embargo, a pesar de sus propias declaraciones muy

9 Hall, A. Rupert. *The Scientific Revolution*. London, Longman, 1962, p. 273; *idem*. *The Revolution in Science, 1500-1750*. London, Longman, 1983, p. 323; véase también *idem*. *Henry More: Magic, Religion and Experiment*. Oxford, Blackwell, 1990, pp. 231, 232, 238, 240. Aunque de estos libros los dos primeros estaban dirigidos a estudiantes universitarios, los he incluido en mi análisis porque han ganado cierta influencia en el campo.

10 Koyré, Alexandre. “Gravity an Essential Property of Matter?” en: *idem*. *Newtonian Studies*. London, Chapman and Hall, 1965, pp. 149-63; véase pp. 149, 152, 149.

claras sobre este efecto, Newton fue completamente malentendido por la mayoría de sus contemporáneos. La misma clase de explicación se hace en el intento más detallado por captar lo que Newton dio a entender sobre estos asuntos, la de Ernan McMullin en su libro *Newton on Matter and Activity* (1978). McMullin confesó que no había “logrado identificar ningún principio único, seguido constantemente, como la fuerza conductora tras la búsqueda de Newton de una explicación satisfactoria del movimiento gravitacional”. El principio de dificultad de McMullin fue el hecho de que no pudo reconciliar los pronunciamientos claros y desenvueltos de Newton sobre la realidad de las acciones a distancia en una serie de pasajes de sus escritos, con un par de famosas, y aparentemente muy insistentes, declaraciones de Newton de que las acciones a distancia son imposibles.¹¹

Betty Jo Dobbs también se convenció, por estas mismas declaraciones, de que Newton no pudo haber creído en las acciones a distancia, y por tanto sugirió que las Cuestiones de la *Óptica* en las que se refirió a las acciones a distancia debieron haber sido “diseñadas deliberadamente” para ocultar sus especulaciones privadas reales, las cuales según Dobbs implicaban una creencia en el espíritu vegetal de la materia.¹²

Todos estos escritores han sido muy influyentes y su lectura de Newton sobre este importante tema ha llegado a ser canónica. No obstante, mi opinión es que esta explicación estándar se basa casi por completo en una lectura equivocada de dos declaraciones cruciales, donde se supone que Newton ha negado que la gravedad pueda ser inherente en la materia y que la acción a distancia sea posible. Estas declaraciones cruciales aparecen en dos pasajes de las cartas de Newton a Richard Bentley escritas entre diciembre de 1692 y febrero de 1693, cuando este último estaba preparando sus Sermones Boyle para la imprenta. En la segunda de ellas, Newton le escribió a Bentley: “Algunas veces habla de la gravedad como esencial e inherente a la materia. Le pido que no me atribuya esa noción; pues no finjo conocer la causa de la gravedad, y por tanto me tomaría más tiempo considerarla”.¹³

11 McMullin, Ernan. *Newton on Matter and Activity*. Notre Dame and London, University of Notre Dame Press, 1978, p. 104.

12 Dobbs, B. J. T. “Newton’s Alchemy and his ‘Active Principle’ of Gravitation”, en: Scheurer P. B. y Debrock G. (eds.). *Newton’s Scientific and Philosophical Legacy* (véase nota 3), pp. 55-80, p. 74.

13 Newton, Isaac. *Four Letters from Sir Isaac Newton to Doctor Bentley containing some Arguments in Proof of a Deity*. London, 1756, Carta II, p. 20. Esta carta data de enero 17 de 1692/3. Están convenientemente reimprimadas en: Cohen, I. B. (ed.). *Isaac Newton’s Papers & Letters on Natural Philosophy*, 2ª edición. Cambridge, Mass. and London, Harvard University Press, 1978, pp. 279-312; véase p. 298. En lo sucesivo me referiré a esta edición, como *Papers & Letters* e indicaré los números de las páginas de la edición original en paréntesis.

Esto se cita en cada reseña de la explicación canónica, y con buena razón, puesto que me parece que es literalmente un *sine qua non*. En la siguiente carta, Newton parcialmente explica lo que da a entender:

La última oración de la segunda Posición me gusta mucho. Es inconcebible que la materia bruta inanimada, sin mediación de algo más, que no es material, deba actuar sobre otra, y afectarla sin contacto mutuo, como debe ser, si la gravitación en el sentido epicúreo le es esencial e inherente. Y esta es una razón por la que deseo que no me atribuya la gravedad innata. Que la gravedad deba ser innata, inherente y esencial a la materia, de manera que un cuerpo pueda actuar sobre otro a distancia a través de un vacío, sin la mediación de nada más, por y a través de lo cual se puede transmitir su acción y fuerza de un cuerpo a otro, es para mí un absurdo tan grande, que no creo que ningún hombre que tenga una facultad competente de pensar asuntos filosóficos pueda caer en ello. La gravedad debe ser causada por un agente que actúa constantemente conforme a ciertas leyes; pero si este agente es material o inmaterial, se lo he dejado a consideración de mis lectores.¹⁴

No puede haber duda, pues, del vigor de las negaciones de Newton. No es de extrañarse que Koyré, Hall, McMullin, Cohen, Dobbs y todos los que los han seguido, vean que es difícil de reconciliar la sugerencia de que ningún hombre con una facultad competente de pensar pueda creer alguna vez en la acción a distancia, con todas las declaraciones en las Cuestiones añadidas a la *Óptica* donde Newton habla sin ambages de las acciones a distancia.

Pero de ninguna manera es tan difícil reconciliar, como parece, esta declaración a Bentley con una creencia en la acción a distancia. Todo lo que tenemos que hacer es ser claros respecto de qué es exactamente lo que Newton niega en su carta a Bentley. ¿Dice Newton, por ejemplo, que la gravedad de ninguna manera es una propiedad esencial de la materia, ya que la materia es completamente inerte y pasiva? En tal caso McMullin tiene razón al suponer que Newton se había dado a “la ingrata tarea de encontrar un lugar para las fuerzas en algún lugar diferente a la materia”¹⁵ ¿Sugiere Newton que, de hecho, la atracción gravitacional se debe tomar como la acción de un Espíritu (después de todo, podría decirse que los espíritus son principios activos) que todo lo penetra, pero que es independiente de la materia?

14 *Papers & Letters*, pp. 302-3 (25-6). Esta carta data de febrero 25 de 1692/3.

15 McMullin, Ernan. *Newton on Matter and Activity*. Notre Dame and London, University of Notre Dame Press, 1978, p. (véase nota 11), p. 53.

16 Westfall, R. S. “The Rise of science and the Decline of Orthodox Christianity: A Study of Kepler, Descartes, and Newton”, en: Lindberg, D. C. y Numbers, R. L. (eds.). *God and Nature: Historical Essays on the Encounter between Christianity and Science*. Berkeley, University of California Press, 1986, pp. 218-37, especialmente p. 233; Dobbs, B. J. T. “Newton’s Alchemy and his ‘Active Principle’ of Gravitation” (véase nota 12), p. 74. Más adelante se discute esto con mayor detalle.

que la acción gravitacional debe ser llevada a cabo directamente por Dios —“un Agente que actúa constantemente”—, como creían Hall y Koyré?

De hecho, no tenemos que aceptar ninguna de estas interpretaciones. Hay otra lectura en la que este pronunciamiento a Bentley se puede ver perfectamente compatible con todas las otras declaraciones o especulaciones de Newton sobre la naturaleza de la gravedad y otras fuerzas, incluyendo las cuestiones ópticas donde tranquilamente propone la operación de las acciones a distancia.

Un lugar obvio para buscar ayuda al interpretar lo que Newton da a entender es mirar lo que Richard Bentley, destinatario de estas cartas, hizo de este pasaje particular. En el punto relevante de su Séptimo Sermón Boyle (“Una Confutación del Ateísmo a partir de Origen y Estructura del Mundo”), Bentley rechazó la noción de que la gravedad fuera inherente o esencial a la materia, “de tal manera que varias partículas puestas en un espacio vacío a cualquier distancia sin ningún impulso externo se juntarían y unirían espontáneamente”. No obstante, siguiendo el ejemplo de Newton, Bentley identifica este punto de vista rechazado como la “teoría epicúrea de los átomos descendiendo en un espacio vacío por un principio inherente de gravitación”.¹⁷ Ahora bien, esto es importante porque ninguno de los comentaristas de la tradición canónica jamás ha señalado la naturaleza enigmática de la referencia de Newton a Epicuro en la tercera carta a Bentley. “Es inconcebible”, dijo Newton, “que la materia... deba actuar sobre otra, y afectarla sin contacto mutuo, como debe ser, si la gravitación en el sentido epicúreo le es esencial e inherente”.¹⁸

Parece claro que el interés de Newton y Bentley es disociar el concepto de gravedad de Newton del antiguo sistema de Epicuro que generalmente se consideraba ateo. Nadie quería dar lugar a las filas de ateos que se consideraban una amenaza presente por todas partes para la sociedad y la religión. Si se podía decir que la gravedad y otros principios de actividad eran esenciales e inherentes a la materia, entonces el universo podía parecer capaz de seguir su curso sin el beneficio de guía divina. Lo que Newton afirmó que era inconcebible fue la creencia epicúrea de que la materia pudiera tener alguna propiedad esencial que le permitiera operar sobre otra materia. De manera que, cuando dijo “le pido que no me atribuya esa noción”, la noción que estaba objetando no era que la atracción

17 *Papers & Letters*, p. 339 (27).

18 Bentley, Richard. *A Confutation of Atheism from the Origin and Frame of the World*, Part II. London, 1693, pp. 331-2 (19-20). Se reproduce convenientemente en *Papers & Letters* y me refiero en lo sucesivo a esa edición, dando los números de página de la edición original entre paréntesis.

gravitacional pudiera ser una propiedad de la materia, sino que se pudiera afirmar que la atracción gravitacional fuera una propiedad esencial de la materia, en el sentido que se afirmaba que lo era la extensión. Generalmente, se aceptaba que la extensión es un atributo esencial de la materia. La materia no podía concebirse sin extensión pero fácilmente se podía concebir sin atracción gravitacional. Y en este punto es que debe reconocerse la “Mediación de algo más”. Para Epicuro la atracción gravitacional era una propiedad esencial de la materia; para Newton esto era inconcebible porque una propiedad tal requería un Mediador inmaterial.

Esto llega a ser claro si nos fijamos en cómo Bentley hace uso del consejo de Newton en su Sermón Boyle. Al hablar de la atracción gravitacional, Bentley escribe:

Esta fuerza [de atracción gravitacional] no puede ser, por tanto, innata y esencial a la materia. Y si no es esencial, en consecuencia es la más manifiesta (al ver que no depende del movimiento, reposo, figura o posición de las partes, que son todas las formas en que la materia se puede diversificar) que jamás podría sobrevenirle [a la materia], a menos que le fuera impresa e infundida por un Poder inmaterial y divino.¹⁹

Aquí puede verse que Bentley hace una afirmación muy clara de lo que exactamente Newton tenía en mente sobre la naturaleza de la gravedad. Ésta es un poder o virtud que se ha súper añadido a la materia (“impresa e infundida” en ella) por Dios. En verdad, no hay nada en las cartas de Newton a Bentley que contradiga directamente esta descripción, ni mucho menos señal alguna de que disienta de ella. No tenemos razón para suponer (aunque, como veremos más adelante, una serie de especialistas *ha* supuesto) que Bentley malentendió a Newton y que tergiversó sus ideas. Así pues, conforme a la interpretación que Bentley hace de Newton, la atracción gravitacional no puede ser esencial a la materia de la manera que la extensión lo es. Además, no puede demostrarse que el poder atractivo gravitacional de cualquier cuerpo dado es un epifenómeno de la disposición o movimiento de las partículas que lo conforman. Por tanto, la única alternativa es suponer que este poder no-esencial es súper añadido a los cuerpos por (quién más si no) “un poder inmaterial y divino”.²⁰

Pero, ¿qué pasa con la otra noción que se supone que Newton ha rechazado en su carta a Bentley: la noción de acción a distancia? ¿Cómo trató esto Bentley

19 *Papers & Letters*, p. 341 (29). Véase también, pp. 332-3 (20-1), y p. 363 (p. 11 en la Parte III, el Sermón en inglés).

20 Sobre la superadición véase Dauler Wilson, Margaret. “Superadded Properties: The Limits of Mechanism in Locke”, y “Superadded Properties: A Reply to M. R. Ayers”, en: Dauler Wilson, M. (ed.). *Ideas and Mechanism: Essays on Early Modern Philosophy*. Princeton, Princeton University Press, 1999, pp. 196-208, y 209-14.

en su Sermón Boyle? Con seguridad, si Cohen, Koyré y sus simpatizantes tienen razón, ¿debió haberla rechazado Bentley completamente desconcertado? Evidentemente no, lo que escribió fue lo siguiente:

Ahora bien, la gravitación o atracción mutua, en nuestra aceptación presente de las palabras, es lo mismo que esto: es una operación, virtud, o influencia mutua de los cuerpos distantes a través de un intervalo vacío, sin efluvios o exhalaciones algunas, u otro medio corpóreo que los junte y transmita.²¹

¿Hemos de suponer que Bentley simplemente no estuvo de acuerdo con las objeciones de Newton a la acción a distancia? ¿Estaba Bentley lo suficientemente confiado en sus capacidades en “asuntos filosóficos” como para optar por no tener en cuenta las severas críticas de Newton contra la gran absurdidad de la acción a distancia? Ciertamente, esta es la línea que Alexandre Koyré, y más recientemente Perry Miller, han adoptado.²² Como veremos más adelante, estos dos comentaristas han culpado a Bentley por el hecho de que la mayoría de los contemporáneos de Newton pensaran erróneamente, de acuerdo a Koyré y Miller, que Newton sí creía en la acción a distancia.

Es importante ser claros sobre lo que Bentley está diciendo. El hecho de que se refiera a la gravitación mutua entre los cuerpos da a entender directamente que acepta que la gravedad actúa entre los cuerpos, no por ejemplo entre un cuerpo de una parte y el centro de rotación de un vórtice de otra, como en el sistema cartesiano. Así las cosas, la gravedad es una virtud, o una influencia de un cuerpo sobre otro a distancia (“cuerpos distantes”), a través de un espacio absolutamente vacío —ni siquiera se requiere de un efluvio tenue que la transmita. De manera pues que podemos suponer que Newton aceptaba por completo lo que aquí Bentley dice, sin poner a Newton en contradicción. Bentley es cuidadoso en negar que la gravedad pueda ser esencial a la materia, pero al hacerlo es perfectamente aceptable para Newton suponer que la atracción gravitacional puede conformar un poder inherente de la materia, y un poder que es capaz de actuar a distancia.

Además, ahora es posible comprender la por lo demás profundamente enigmática afirmación de Newton en su carta a Bentley de que ha “dejado a consideración de [sus] lectores”, si el Agente responsable de la gravedad es material o inmaterial. Esto es desconcertante en la lectura estándar porque Newton dice sólo unas pocas líneas antes: “Es inconcebible que la materia bruta inanimada, sin

21 *Papers & Letters*, p. 302 (25).

22 Koyré, Alexandre. “Gravity an Essential Property of Matter?” (véase nota 10), p. 149. Miller, Perry. “Bentley and Newton”, *Papers & Letters*, pp. 271-78.

mediación de algo más, *que no es material*, deba actuar sobre otra y afectarla sin contacto mutuo...” ¿En qué sentido Newton deja a sus lectores que decidan si el agente responsable de la gravedad es material o inmaterial, cuando ya les había dicho que la acción a distancia es inconcebible sin la mediación de algo que no es material?

Para resolver esta dificultad simplemente tenemos que darnos cuenta de que el “Agente que actúa constantemente de acuerdo a ciertas leyes”, que es la causa inmediata, secundaria o natural de la gravedad, y que Newton sugiere que bien podría ser material o inmaterial, es diferente del Mediador inmaterial *que dota a la materia del poder no-esencial de atraer otra materia*. Este Mediador, por supuesto, es Dios, e innegablemente es inmaterial. Es inconcebible, dice Newton, que la materia deba tener un poder de atraer otra materia a distancia a menos que tal poder esté mediado o sea llevado a cabo por Dios. Ciertamente, Bentley mismo interpretó la carta de Newton de esta manera, como se puede ver por la paráfrasis relacionada en el Séptimo Sermón: “Es completamente inconcebible que la materia bruta (sin la mediación de un Ser Inmaterial) deba actuar sobre otra materia y afectarla sin contacto mutuo...” O, como Bentley escribió en una de sus cartas a Newton: “Es inconcebible que la materia inanimada, bruta, deba (sin una impresión divina) actuar sobre otra materia y afectarla sin contacto mutuo, como debe serlo si la gravitación es esencial e inherente a ella”.²³ Así pues, lo que objeta Bentley, y debe aceptarse que Newton está de acuerdo con él, *no* es que la materia pueda actuar a distancia, sino que se pueda afirmar que lo hace sin que esta capacidad le haya sido conferida por un mediador divino. La objeción es a la noción de la gravedad como esencial a la materia, no a que pueda afirmarse que la materia actúa a distancia.

Para Newton y Bentley Dios era el mediador inmaterial cuya omnipotencia le permitía imponerle a la materia un agente secundario de atracción gravitacional que actúa constantemente de acuerdo a ciertas leyes.²⁴ En su Sermón, Bentley

23 *Papers & Letters*, p. 340 (28). Bentley, carta a Newton, febrero 18, 1692/3, véase Turnbull, H. W. et al. (eds.). *The Correspondence of Isaac Newton*, 7 vols. Cambridge, Cambridge University Press, 1959-71, iii, pp. 246-253, p. 249.

24 Por supuesto, este era el punto de vista estándar. Una suposición general en la tradición de la filosofía natural era que un fenómeno debería explicarse en términos de causas secundarias. Dios siempre era la Primera Causa, pero se consideraba una traición a los principios de la filosofía natural invocar a Dios como la causa eficiente directa en la naturaleza. Dios siempre actuaba por intermedio de las causas secundarias. Efectivamente, éste era el *sine qua non* de la filosofía natural, sin esta suposición fundamental sería imposible para esta tradición desarrollarse separadamente de la teología. Véase, Grant, Edward. *The Foundations of Modern Science in the Middle Ages*:

parece dar a entender que el agente debe ser inmaterial (“sin efluvios o exhalaciones algunas, u otro medio corpóreo que los junte y transmita”). Si ésta era la opinión de Bentley, Newton estaba menos dispuesto a comprometerse. Newton se sintió incapaz de decir si la causa secundaria de la gravedad que Dios súper añade a la materia debe considerarse material o inmaterial —esto es lo que deja a consideración de sus lectores. Aquí parte de la dificultad seguramente era semántica: si la materia tenía una propiedad de atraer a otra a distancia sin ningún vínculo material entre sí, ¿no podría, empero, esta propiedad ser designada “material” en virtud del hecho de que era un epifenómeno de la materia?²⁵ Sea como fuere, ciertamente Newton nunca insistió en que la atracción gravitacional debe ser llevada a cabo por algún tipo de espíritu inmaterial, ya sea divino o de otra forma.

En este punto me empiezo a distanciar de los comentaristas que han interpretado los pronunciamientos de Newton en las cartas a Bentley, en conjunto con otras declaraciones suyas en otros pasajes, en el sentido de que da a entender que la atracción gravitacional deber ser llevada a cabo por la intervención directa y constante de Dios mismo. A. Rupert Hall ha afirmado que Newton invocó a Dios como la causa directa de la atracción gravitacional, de tal forma que Dios mismo es el “Agente que actúa constantemente de acuerdo a ciertas leyes”.²⁶ De manera similar,

Their Religious, Institutional and Intellectual Contexts. Cambridge, Cambridge University Press, 1996; e *idem*. *God and Reason in the Middle Ages*. Cambridge, Cambridge University Press, 2001.

25 Este es un punto difícil de explicar. Considérese el fenómeno de las sombras. ¿No sería engañoso describir las sombras como entidades inmateriales? Alguien poco preparado podría saltar a la conclusión de que las sombras deben, por tanto, ser seres espirituales. Para evitar esto podríamos preferir considerarlas fenómenos materiales, aun cuando no están compuestas de materia, porque se producen por el comportamiento de la materia y no pueden existir sin que objetos materiales las hagan existir. Quizá debería haber una tercera categoría para referirse a tales fenómenos de la materia, pero mientras tanto, si las sombras son materiales o inmateriales debe dejarse a consideración de los individuos. Otro punto que se debe tener en mente al tratar con los conceptos históricos de materia y espíritu, es que la distinción entre material e inmaterial en el pensamiento del siglo diecisiete no era tan clara como lo era para los dualistas completamente comprometidos, tales como Descartes y Henry More. Este estatus de la luz, por ejemplo, en un espectro de lo material a lo inmaterial nunca logró un consenso, y J. E. McGuire en sus detallados estudios del concepto de fuerza de Newton ciertamente concluyó que las fuerzas newtonianas y otros principios activos eran parte de un “reino invisible” que no podría decirse definitivamente corpóreo o incorpóreo, sino más bien algo intermedio. Véase McGuire, J. E. “Force, Active Principles and Newton’s Invisible Realm”, *Ambix*, 15, 1968, 154-208.

26 Hall, A. Rupert. *The Scientific Revolution* (véase nota 9), p. 273; *idem*. *The Revolution in Science* (véase nota 9), p. 323; *idem*. *Henry More: Magic, Religion and Experiment* (véase nota 9), p. 231, 232, 238, 240.

Koyré insiste en que en la carta a Bentley, Newton afirmó muy claramente que la gravedad tenía que ser “llevada a cabo por algo que no es material, es decir, por Dios”.²⁷ La creencia de Hall y Koyré en que Newton confiaba más o menos directamente en Dios para explicar la fuerza de la gravedad está ligada a su errónea creencia en que Newton no creía que la acción a distancia fuera posible, y que por tanto la atracción gravitacional no podría ser una propiedad de la materia.

De manera semejante, R. S. Westfall ha dicho que la tercera carta a Bentley aclara que Newton creía que la gravedad era causada por un éter inmaterial. Luego pasa a decir: “¿Qué podría ser un éter inmaterial? Para Newton era el infinito Dios omnipotente quien por su infinitud constituye el espacio absoluto y que por su omnipotencia está activamente presente a través de ella”. Dios, reitera Westfall en otro lugar, era el “agente que actúa constantemente de acuerdo a ciertas leyes” que “hace que los cuerpos se muevan de manera que se atraigan”.²⁸

Betty Jo Dobbs, en un refinamiento de estos argumentos, sostuvo que la gravedad de Newton se derivaba de ideas neo-estoicas en las que el neuma estoico se platoniza en un principio inmaterial, el cual Newton, de paso, igualó a Dios. “Lo que llamamos gravitación —escribe Dobbs— “no es nada más que la Mente Divina formando y reformando las partes del universo”.²⁹ Koyré, Hall, Westfall y Dobbs, parecen sugerir todos, por tanto, que Newton era un ocasionalista y, sin embargo, esta importante afirmación nunca se ha investigado seriamente, bien sea por alguno de ellos o por cualquier otro especialista de Newton.³⁰ De hecho, es perfectamente

27 Koyré, Alexandre. “Gravity an Essential Property of Matter?” (véase nota 10), pp. 149-63, véase p. 149, 152, 149.

28 Westfall, R. S. *Force in Newton's Physics: The Science of Dynamics in the Seventeenth Century*. New York, American Elsevier, 1971, p. 396. *Ídem*. “The Rise of science and the Decline of Orthodox Christianity: A Study of Kepler, Descartes, and Newton” (véase nota 16), p. 233.

29 Newton, Isaac. *Opticks* (véase nota 7), p. 403. Dobbs, B. J. T. “Newton's Alchemy and his ‘Active Principle’ of Gravitation” (véase nota 12), p. 74; véase también *ídem*. “Stoic and Epicurean Doctrines in Newton's System of the World”, en: Osler, Margaret J. (ed.). *Atoms, Pneuma, and Tranquility: Epicurean and Stoic Themes in European Thought*. Cambridge, Cambridge University Press, 1991, pp. 221-38, especialmente pp. 232-38.

30 El predecesor de Newton en filosofía natural inglesa, Robert Boyle, ha sido visto como un ocasionalista. Véase McGuire, J. E. “Boyle's Conception of Nature”, *Journal of the History of Ideas*, 33 (1972): 523-42. McGuire no ha podido establecer un consenso entre otros especialistas de Boyle. Para el punto de vista opuesto, véase McCann, Edwin. “Lockean Mechanism”, en: Holland, A. J. (ed.). *Philosophy, Its History and Historiography*. Dordrecht, Reidel, 1985, pp. 209-29; y el apéndice “Was Boyle an Occasionalist?”, pp. 229-31; Henry, John. “Henry More versus Robert Boyle: The Spirit of Nature and the Nature of Providence”, en: Hutton, Sarah (ed.).

claro que Newton nunca fue un ocasionalista, y Koyré y otros especialistas que parecieron dar a entender que lo era, aparentemente son inconscientes por completo de las implicaciones ocasionalistas de sus puntos de vista sobre Newton.

Consideremos las dificultades que presentan sus puntos de vista. En primer lugar, dan a entender que Newton no creía que había una causa secundaria de la gravedad. Si así es, ¿por qué perder tiempo tratando de encontrar una explicación etérea satisfactoria de la gravedad? Y ¿por qué incluyeron “la causa de la gravedad” entre los Principios Activos del cuerpo (al igual que “la causa de la Fermentación”, por ejemplo)? En segundo lugar, y de manera más importante, estas explicaciones de la actividad inmanente de Dios en el mundo son incompatibles con la teología trascendental que generalmente es consistente a través de todos los escritos de Newton sobre Dios. El discurso de Newton sobre el espacio como el sensorio de Dios en el que vivimos, nos movemos y tenemos nuestro ser,³¹ que es enfatizado por Hall, Koyré, Westfall y Dobbs, siempre se presentó como una analogía, y estos historiadores lo toman de manera demasiado literal. Newton negó explícitamente que Dios fuera la gravedad: “En Él están contenidas y se mueven todas las cosas, pero Él no actúa sobre ellas ni ellas sobre Él. Dios no experimenta nada por los movimientos de los cuerpos; los cuerpos no sienten resistencia por la omnipresencia de Dios”.³² Además, el Dios de Newton era un dios del dominio: “Señor Dios, Pantokrator”. “La divinidad”, insiste Newton, “es el señorío de Dios, no sobre su propio cuerpo como suponen aquellos para quienes Dios es el alma del mundo, sino sobre los siervos”. Veneramos y adoramos a Dios, por tanto: “Debido a su dominio. Pues lo adoramos como sirvientes, y un Dios sin dominio, providencia, y causas finales no es nada más que hado y naturaleza”.³³

Henry More (1614-1687): *Tercentenary Studies*. Dordrecht, Kluwer Academic, 1990, pp. 55-75; y Anstey, Peter. *The Philosophy of Robert Boyle*. London and New York, Routledge, 2000, pp. 160-86, 197-204, y 210-213. No existe una discusión comparable en cuanto a si Newton era un ocasionalista debido a que nunca se ha propuesto seriamente en la comunidad de especialistas de Newton. Incluso Westfall y Dobbs no proponen la cuestión, y no obstante, sin notarlo, sus propias posiciones implican en efecto que era un ocasionalista. A mi juicio esta es una poderosa razón para desestimar sus puntos de vista como desacertados.

31 Para una discusión detallada de las especulaciones de Newton sobre el espacio como el “sensorium” de Dios, véase Grant, Edward. *Much ado about Nothing: Theories of Space and Vacuum from the Middle Ages to the Scientific Revolution*. Cambridge, 1981, 247-54; Copenhaver, B. P. “Jewish Theologies of Space in the Scientific Revolution: Henry More, Joseph Raphson, Isaac Newton and their Predecessors”, *Annals of Science*, 37 (1980), 489-548.

32 Newton, Isaac. *Principia* (véase nota 1), p. 941-2.

33 *Ibid.*, pp. 940, 942.

El Dios de la gravedad de Hall, Koyré, Westfall y Dobbs sería, en términos de Newton, solamente Hado y Naturaleza, “ciega necesidad metafísica”. Creo que Westfall está equivocado al interpretar el discurso de Newton sobre el dominio de Dios como si pudiera significar la participación directa de éste: “El Dios de Newton era el Pantocrator... quien sostiene su dominio sobre todo lo que es... no por su atenta providencia sino por un dominio similar sobre el curso de los eventos”. De hecho, el Dios de Newton trabaja indirectamente, ejerciendo su dominio para establecer su providencia, la cual es ocasionada por sus sirvientes, las causas secundarias.³⁴

Tanto Westfall como Dobbs sostienen que encuentran apoyo para su lectura de los puntos de vista de Newton sobre la gravedad en reportes contemporáneos de David Gregory, el Profesor Saviliano de astronomía en Oxford, y en Fatio de Duillier, un joven matemático y alquimista que llegó a ser un devoto seguidor de Newton. Se dice que ambos habían sugerido que Newton creía que Dios era directamente responsable de la gravedad.³⁵ Gregory, notablemente irreligioso, simplemente no se puede considerar como un guía confiable para las sutilezas de la teología de Newton; es mucho más probable que no lograra entender la posición de Newton y que simplemente la interpretara como una creencia en la intervención directa de Dios.³⁶ Fatio, más receptivo a los intereses religiosos de Newton, *no* dijo simplemente que Dios era directamente responsable de la gravedad. Lo que dijo

34 Newton, Isaac. *Principia* (véase nota 1), p. 940-41. Westfall, R. S. “The Rise of science and the Decline of Orthodox Christianity: A Study of Kepler, Descartes, and Newton” (véase nota 16), p. 233. McMullin también cree que Newton mantuvo puntos de vista immanentistas de la actividad de Dios en el mundo, *Newton on Matter and Activity* (véase nota 11), p. 55. Para una excelente discusión sobre cómo Newton trata de llegar a causas secundarias putativas en lugar de basarse en la intervención directa de Dios, véase Kubrin, David. “Newton and the Cyclical Cosmos: Providence and the Mechanical Philosophy”, *Journal of the History of Ideas*, 28 (1967), 325-46. Para una discusión más a fondo de la teología trascendentalista de Newton, véase Popkin, R. H. “Newton’s Biblical Theology and His Theological Physics”, en: Scheurer y Debrock (eds.). *Newton’s Scientific and Philosophical Legacy* (véase nota 3), pp. 81-97; y Force, James E. “Newton’s God of Dominion: The Unity of Newton’s Theological, Scientific, and Political Thought”, en: Force, J. E. y Popkin, R. H. *Essays on the Context, Nature, and Influence of Isaac Newton’s Theology*. Dordrecht, Kluwer Academic, 1990, pp. 75-102, especialmente pp. 85-8.

35 Westfall, R. S. *Never at Rest* (véase nota 6), pp. 509-10, citando una carta de Fatio en Newton, *Correspondence*, iii, pp. 308-9; y el memorándum de Gregory del 20 de febrero de 1698, Newton, *Correspondence*, iv, p. 267. Dobbs, *The Janus Faces of Genius: The Role of Alchemy in Newton’s Thought*. Cambridge, Cambridge University Press, 1991, pp. 188-9, 193, citando la carta de Fatio; y Hiscock, W. G. (ed.). *David Gregory, Isaac Newton and their Circle: Extracts from David Gregory’s Memoranda, 1677-1708* (Oxford, for the editor, 1937), p. 30.

36 Para una indicación de la irreligiosidad contemporánea de Gregory véase la entrada sobre él en el nuevo *Oxford Dictionary of National Biography*.

fue que Newton “a menudo parecía estar inclinado a pensar que la gravedad tenía su fundamento en la arbitraria voluntad de Dios...”. Si Fatio o Newton estaban hablando de fundamentos, entonces simplemente podrían haber dicho que Dios es la causa primaria de la gravitación. En el siglo XVII ningún creyente negaría esto. Pero ningún creyente de aquella época habría inferido que esto significa que Dios debe actuar directamente para hacer caer los cuerpos, mantener los planetas en sus órbitas, y cosas semejantes. Por el contrario, la suposición habitual habría sido que Dios, la primera causa, actuaba por medio de causas secundarias intermediarias. De hecho, dado que esto último estaba dirigido a Leibniz, parece probable que Fatio estuviera enfatizando el papel de la “voluntad arbitraria” de Dios para aclararle a Leibniz que Newton era un voluntarista en su teología, y de esta manera opuesto a la teología intelectualista de Leibniz (más adelante serán discutidas estas opiniones teológicas con más detalle). Es decir, Fatio estaba insistiendo en posiciones teológicas básicas, no en la causa de la gravedad. Nada de lo que dijeron Gregory o Fatio puede usarse para sustentar la afirmación de que Newton creía que Dios no recurría a causas secundarias en el caso de la gravedad, sino que en lugar de ello eligió intervenir directamente en cada situación donde se requería la atracción gravitacional.³⁷

Mi desacuerdo con todos estos especialistas de Newton se puede expresar de manera teológica. Hall, Koyré, Westfall y Dobbs parecen todos proponer que la gravedad es llevada a cabo por la *potentia absoluta* de Dios, su poder absoluto.³⁸ En mi lectura, la gravedad está a cargo de la *potentia ordinata* de Dios, su poder ordenado. Esta distinción se introdujo en la teología en la Edad Media como una manera de intentar reconciliar las exigencias en conflicto en el pensamiento Cristiano entre la trascendencia de Dios —un legado del judaísmo y la influencia del neoplatonismo sobre los Primeros Padres— y su inmanencia. El truco, a través de las épocas cristianas, era asegurar que Dios estaba separado y alejado de su Creación, pero no demasiado alejado. Se suponía (como una manera de asegurar la trascendencia de Dios) que en su mayor parte el mundo natural operaba en conformidad con causas secundarias, las cuales, aunque creadas por Dios, daban una buena medida de autonomía al mundo natural. Esto aseguraba que Dios no fuera directamente responsable de cada acto insignificante, o peor, moralmente repugnante.

37 Dobbs sí da a entender que Newton vio la gravedad como única entre los principios putativos en la naturaleza, y por tanto debe ser llevada a cabo directamente por Dios. Véase *Janus Faces of Genius* (véase nota 35), p. 209. Espero haber dicho lo suficiente para corroborar mi afirmación de que simplemente esta es una lectura equivocada. En realidad, esta lectura va en contra de muchos de los pronunciamientos que Newton hace.

38 En efecto, Dobbs afirma explícitamente esto: “La gravedad [para Newton] era pues evidencia de la *potentia dei absoluta*...”, *Janus Faces of Genius* (véase nota 35), p. 211.

También se admitía el desarrollo separado de la filosofía natural con respecto a la teología, en la cual el énfasis se hacía sobre explicaciones naturalistas dadas a partir de fenómenos físicos. El poder ordenado de Dios simplemente mantenía el sistema como se había establecido al momento de la Creación. Así pues, luego de haber súper añadido a los cuerpos el poder de la atracción gravitacional, y luego de establecer las leyes de interacción, Dios simplemente ordenó que todas las cosas continuaran de acuerdo con la manera en que originalmente las estableció. Esto es perfectamente compatible con los intentos de Newton por entender la causa de la gravedad, bien sea en términos de las causas secundarias de principios activos súper añadidos, o en términos de un éter. La noción del poder absoluto de Dios admitía los milagros u otros casos cuando había una desviación del curso normal del mundo natural. En tales casos, Dios suspendía las regularidades ordenadas de la naturaleza, e intervenía directamente; este tipo de intervención se veía como una manifestación de su poder absoluto, pero se asumía que tales intervenciones eran inusuales.³⁹

Así, “el agente que actúa constantemente de acuerdo a ciertas leyes”, al que se refiere Newton en su tercera carta a Bentley, no es Dios sino el principio activo añadido por Él a la materia. La “Mediación” de “algo más que no es material” que le permite entonces a la materia “actuar sobre otra Materia y afectarla sin contacto mutuo” es una referencia a la intervención de Dios, pero esto sólo necesita darse una vez, presumiblemente al momento de la Creación.⁴⁰ La operación continua de Dios no se requiere más para dar cuenta de la atracción gravitacional de lo que se requiere para dar cuenta de la impenetrabilidad de la materia, la inmortalidad del alma, o la continua confianza de la ley lógica del tercero excluido, lo cual quiere decir que la gravedad, al igual que todo lo demás en el mundo, tiene que mantenerse continuamente por la potentia ordinata de Dios. La gravedad no es un fenómeno de tal clase única que requiera un esfuerzo especial por parte de Dios

39 Sobre la distinción entre *potentia absoluta* y *potentia ordinata* véase Oakley, Francis. *Omnipotence, Covenant and Order: An Excursion in the History of Ideas from Abelard to Leibniz*. Ithaca and London, Cornell University Press, 1984; McGuire, J. E. “Boyle’s Conception of Nature” (véase nota 30); e *idem*. “Force, Active Principles and Newton’s Invisible Realm” (véase nota 25); Funkenstein, Amos. *Theology and the Scientific Imagination: From the Middle Ages to the Seventeenth Century*. Princeton, Princeton University Press, 1986; Levi, Anthony. *Renaissance and Reformation: The Intellectual Genesis*. New Haven, Yale University Press, 2002, pp. 40-67; y Henry, John. “Causation”, en: Ferngren, Gary (ed.). *Science and Religion: A Historical Introduction*. Baltimore, Johns Hopkins University Press, 2002, pp. 130-42.

40 La mediación no implica necesariamente un proceso continuo. De acuerdo con el *Oxford English Dictionary* “mediar” puede significar “Ser el intermediario o médium interesado en producir, en llevar a cabo [un resultado] o llevar [un obsequio]...”.

para asegurar continuamente que trabaje de acuerdo al plan. Si Newton hubiera creído que la gravedad era esa parte especial de la creación de Dios que requería la atención divina especial, entonces la suposición de Leibniz de que la gravedad de Newton era “el efecto de un milagro” sería correcta. Pero, por supuesto, Newton siempre negó esto de manera vigorosa (y legítima).⁴¹

Para recapitular, parecería que Newton creía que la materia, la cual es esencialmente pasiva, estaba dotada por Dios de varios principios activos. Uno de estos principios activos era, o daba origen a la atracción gravitacional. Como Newton escribió en los *Principia*: “se tendrá que concluir... que todos los cuerpos gravitan entre sí”.⁴² Podría decirse que la gravedad, por tanto, es una propiedad inherente a la materia siempre y cuando se tenga en cuenta que es una propiedad súper añadida. A decir verdad la gravedad no tendría que verse como una propiedad lógicamente implicada en la naturaleza de la materia misma, de la manera que lo era la extensión. La filosofía natural de Newton, basada en la inducción y en el análisis matemático, era capaz de explicar en detalle preciso el comportamiento de los cuerpos dotados de atracción gravitacional, y así revelar las leyes regulares que gobernaban la gravedad. Lo que Newton admitió libremente que no podía hacer era definir exactamente cuál era la causa secundaria de la atracción gravitacional (la causa primaria era, por supuesto, Dios): “aún no he sido capaz de deducir a partir de los fenómenos la razón de estas propiedades de la gravedad, y yo no finjo hipótesis”.⁴³ Ni siquiera podía decir si era material o inmaterial.

Implicaciones

Dada la influencia canónica de las anteriores interpretaciones del comentario de Newton en su cuarta carta a Bentley, la nueva interpretación que aquí se presenta está llamada a tener algunas implicaciones para la historiografía. Por tanto, ahora quiero señalar algunas ventajas de mi interpretación para nuestra comprensión de Newton.

En primer lugar, pienso que es más fácil ver cuán importante es el concepto newtoniano de gravedad para el propósito de Bentley en los Sermones Boyle y, para el caso, para Newton mismo, que dijo en su primera carta a Bentley que: “cuando escribí mi Tratado sobre nuestro Sistema tenía puesta la atención en tales principios

41 Para una discusión sobre la acusación de Leibniz y la respuesta de Newton véase Koyré, Alexandre. “Attraction an Occult Quality?” (véase nota 7), pp. 139-48.

42 Newton, Isaac. *Principia* (véase nota 1), p. 796.

43 *Ibid.*, p. 943.

en cuanto pudieran servir a los hombres meditadores para la creencia en una Deidad, y nada me puede regocijar más que encontrarlo útil para tal propósito”.⁴⁴ Como señaló Bentley, “si se puede evidenciar que existe realmente tal poder de gravedad actuando perpetuamente en la constitución del sistema actual”, entonces, “este sería un argumento nuevo e invencible para el ser de Dios, ya que es una prueba directa y positiva de que una Mente viviente inmaterial da forma y actúa en la materia inerte, y soporta la estructura del mundo”.⁴⁵

En otras palabras, al demostrar la existencia de los principios activos en la materia, los cuales aunque universales e inseparables de ésta no le son esenciales, la filosofía natural de Newton sellaba la aspillera que los ateos supuestamente habían descubierto en el sistema cartesiano. El cartesiano ateo sólo tenía que suponer que el mundo era eterno para poder concluir que Dios nunca se requirió para poner a trabajar todo el sistema antes de que funcionara. Este argumento podría ser efectivo porque el sistema cartesiano dependía sólo de lo que se aceptaba que eran las propiedades esenciales de la materia (como la extensión). El papel crucial de la gravedad en el sistema de Newton detuvo tales afirmaciones ateas. Puesto que, como dijo Bentley, “hemos probado que el poder de la gravitación mutua, sin contacto o impulso, de ninguna manera se puede atribuir a la materia” como una propiedad esencial (implicada lógicamente, por así decirlo, en la naturaleza misma de la materia), entonces debió haber sido “impresa e infundida a ella por un poder inmaterial y Divino”, incluso si el mundo ha durado eternamente. “En cuanto a la gravitación”, escribió Bentley, “es imposible que pueda o bien ser coeterna y esencial a la materia, o que alguna vez la haya adquirido” a menos que le haya sido dotada a la materia por la intervención Divina.⁴⁶ No podía estar más lejos de la verdad, por tanto, sugerir que Newton deseaba disociarse del punto de vista de que la gravedad era una propiedad inherente de la materia. Por el contrario, para él era importante insistir en que lo era, pues la presencia de esta propiedad en la materia, inexplicable de otra manera (ya que no era un concomitante natural a la materia, ni podría haber sido adquirida por ella de alguna manera natural) proporcionaba evidencia incontrovertible de la existencia de un Dios omnipotente.

Otra ventaja obvia, ya señalada, de la lectura que aquí se presenta es que despeja todo lo enigmático de la explicación estándar causada por el hecho de

44 *Papers & Letters*, p. 280 (1).

45 *Ibid.*, p. 342 (30).

46 *Ibid.*, p. 341 (29). Bentley, carta a Newton, 18 de febrero 1692/3, Newton, *Correspondence* (véase nota 23), p. 249.

que, a pesar del “le pido que no me atribuya esa noción” de Newton en su carta a Bentley, en otro lugar no hace ningún rodeo al hablar de la gravedad como una propiedad de la materia, a fin de discutir casualmente la realidad evidente de la acción a distancia. No es de extrañarse que Koyré debiera creer que los contemporáneos “difícilmente podrían dejar de malentender la posición de Newton y atribuirle justo aquellas opiniones que rechazó tan vehementemente...”, o que “a pesar de estas declaraciones muy decididas y definidas de Newton,... su enseñanza podría ser interpretada, y lo fue, como si postulará la acción a distancia por una fuerza atractiva que reside en los cuerpos”. De manera semejante, como escribió Rupert Hall en 1954, Newton “fue ampliamente malinterpretado”.⁴⁷ De hecho, Newton *no* fue malinterpretado. Al atribuirle una creencia en la acción a distancia por una fuerza atractiva que reside en los cuerpos, sus contemporáneos, como Bentley, lo estaban leyendo correctamente.

Lo subyacente aquí en el pensamiento de Newton era otra posición teológica que habría sido familiar a la mayoría de sus lectores. Los contemporáneos ingleses de Newton, en particular, solían hacer la afirmación teológica según la cual la omnipotencia de Dios no estaba circunscrita a la creación por ningún imperativo pre-existente (bien sea en física o en moral). Por su voluntad arbitraria, Dios podría dotar a la materia de cualesquiera cualidades y poderes que deseara. Este énfasis en la arbitraria voluntad de Dios se conoce como voluntarismo teológico, y contrasta con el enfoque teológico opuesto que sostiene que existen unos principios eternos e inmutables (por ejemplo, morales) a los que Dios debido a su bondad y sabiduría, se debía ceñir en el acto de la Creación. Esta posición opuesta se conoce como intelectualismo teológico (este punto de vista es muy familiar a lo largo de la sátira de Voltaire, *Cándido*, en la cual el tutor de Cándido, el Dr. Pangloss insiste en que Dios, debido a su bondad, debió haber creado el mejor de todos los mundos posibles).⁴⁸

47 Koyré, Alexandre. “Gravity an Essential Property of Matter?” (véase nota 10), p. 149, 152; Hall, A. Rupert. *The Scientific Revolution* (véase nota 9), p. 275.

48 Véase Bentley, Richard. *Confutation of Atheism* (véase nota 18), p. 339 (27). François Marie Arouet de Voltaire. *Candide, ou l'optimisme* (Paris, 1759). Sobre estas tradiciones teológicas opuestas véase Lovejoy, A. O. *The Great Chain of Being: A Study of the History of an Idea*. Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1936, pp. 144-51; Oakley, Francis. *Omnipotence, Covenant, and Order* (véase nota 39); Henry, Jhon. “Henry More versus Robert Boyle” (véase nota 30); Alexander, H. G. (ed.). *The Leibniz-Clarke Correspondence*. Manchester, Manchester University Press, 1956; Shapin, Steven. “Of Gods and Kings: Natural Philosophy and Politics in the Leibniz-Clarke Disputes”, *Isis*, 72, 1981, p. 187-215; Cudworth, Ralph. *A Treatise Concerning Eternal and Immutable Morality*, Sarah Hutton (ed.). Cambridge, Cambridge University Press, 1996; Yolton, John W. *Thinking Matter: Materialism in Eighteenth-Century Britain*. Oxford, Blackwell, 1983.

La mayoría de los teólogos ingleses, u otros intelectuales educados en las tradiciones de la iglesia inglesa, hubieran dado por sentado el voluntarismo de Newton, pero había muchos voluntaristas continentales también. Considérese, por ejemplo, el comentario del matemático Daniel Bernoulli a Leonard Euler:

No le puedo ocultar que en este punto soy un completo newtoniano, y me sorprende de que se adhiera tanto a los principios cartesianos;... si Dios pudo crear un alma cuya naturaleza nos es incomprensible, entonces podía imprimir una atracción universal a la materia, incluso si tal atracción está más allá de nuestra comprensión.

Con seguridad, es significativo que el principal crítico de la idea de Newton de la gravedad, Leibniz, fuera un comprometido intelectualista en su teología, y por tanto opuesto al enfoque voluntarista de Newton.⁴⁹

La teología voluntarista de Newton es extremadamente importante en esta conexión. A pesar de todo lo que Cohen, Hall y otros especialistas de Newton pudieran pensar de la incoherencia filosófica de la acción a distancia, Newton mismo sólo pudo haber aceptado que Dios *no* podía haber hecho que la materia se atrajera entre sí a distancia, si creía que era una contradicción lógica opuesta a la física. En la tradición de la teología voluntarista se aceptaba que la omnipotencia de Dios no se disminuía por declarar que no podía llevar a cabo una contradicción lógica (tal como crear un soltero casado). Sin embargo, se consideraba blasfemo declarar que había un fenómeno físico más allá de su poder. La omnipotencia divina siempre fue primordial en el teísmo de Newton, y es claro que no veía ninguna contradicción lógica al declarar que a la materia se le podría dar el poder de atraer otra materia a través de un espacio vacío en el intermedio. La posición de Newton era comparable a la de John Locke, otro que se suscribía al voluntarismo teológico, quien no vio ninguna contradicción lógica al suponer que Dios podría hacer que la materia fuera capaz de pensar.⁵⁰

49 Daniel Bernoulli, Carta a Leonard Euler, febrero 1744, citada por Curtis, Wilson. "Euler on action-at-a-distance and Fundamental Equations in Continuum Mechanics", en: Harman, P. M. y Shapiro, A. E. (eds.). *The Investigation of Difficult Things*. Cambridge, Cambridge University Press, 1992, pp. 399-42, en la p. 399. Sobre la teología intelectualista de Leibniz véase Lovejoy, A. O. *The Great Chain of Being* (véase nota 48); Oakley, Francis. *Omnipotence, Covenant and Order* (véase nota 39); y Alexander, H. G. (ed.). *The Leibniz-Clarke Correspondence* (véase nota 48).

50 La distinción entre imposibilidad lógica y física puede verse incluso como una prohibición de las varias proposiciones aristotélicas en la Universidad de París en 1277. La proposición 147 reza: "Que lo absolutamente imposible no puede hacerlo Dios u otro agente —un error, si lo imposible se comprende de acuerdo con la naturaleza". Véase Grant, Edward (ed.). *A Sourcebook in Medieval Science*. Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1974, pp. 45-50, en la p. 49. Para discusiones más detalladas de este tema véase Henry, Jhon. "Henry More versus Robert Boyle" (véase nota 30); Oakley, Francis. *Omnipotence, Covenant and Order* (véase nota 39);

Pero la ventaja de esta lectura no sólo se reduce a una mejor comprensión de las cartas de Newton a Bentley. Tiene consecuencias para nuestra comprensión de todas las afirmaciones de Newton sobre la gravedad y la acción a distancia. Ya hemos visto cómo no hay contradicción entre sus críticas a Bentley y sus abiertas afirmaciones sobre las acciones a distancia en las Cuestiones de la *Óptica*. Podemos dar un argumento similar a propósito de otro problema para los exegetas de Newton, a saber: ¿Qué ventaja vio Newton sobre su teoría de la atracción gravitacional a distancia en sus diversas teorías etéreas, dado que no eran éteres mecánicos sino que dependían de fuerzas repulsivas, que operan a distancia entre las partículas de éter? Este tema ha sido propuesto particularmente por Ernan McMullin en su *Newton on Matter and Activity*.⁵¹

El argumento aquí es que las teorías del éter no pretendían ser una forma de evitar las acciones a distancia, a las cuales —contrario a la explicación estándar— Newton no era reacio. Las especulaciones sobre el éter simplemente eran una forma de reducir el número de cualidades ocultas en el universo. Newton estuvo influenciado durante los períodos de sus especulaciones sobre el éter por la creencia reduccionista según la cual es mejor tener una materia activa, como el éter, responsable de toda la actividad física y el cambio, que una para cada tanto de materia dotada de su propia actividad. Por consiguiente, las especulaciones sobre el éter no representan intentos por parte de Newton de ser más “mecánico” en su pensamiento que cuando asumió la existencia de los “principios activos” en la materia.⁵² Y tampoco están en menos armonía con sus pronunciamientos en las cartas a Bentley. Los principios activos y los éteres implicaban una creencia en que la materia tiene virtudes o poderes que no se podían reducir a los movimientos, posiciones, o disposiciones de las partículas de ésta, y los cuales podían operar a distancia. De haber un éter, las fuerzas de mutua repulsión que Newton suponía que operan entre sus partículas eran principios activos que, como la gravedad, o la causa de la fermentación y la cohesión en sus especulaciones no-etéreas, no podrían ser esenciales a las partículas del éter, y en consecuencia debían haber sido súper añadidas especialmente a las partículas del éter por Dios.

Se podría objetar que había muchos otros pasajes, además de las cartas a Bentley, donde Newton negaba el concepto de la fuerza atractiva que reside en los cuerpos

Vailati, Ezio. *Leibniz and Clarke: A Study of Their Correspondence*. Oxford, Oxford University Press, 1997; Yolton, Jhon W. *Thinking Matter* (véase nota 48).

51 McMullin, Ernan. *Newton on Matter and Activity* (véase nota 11), pp. 95-101.

52 Como se da a entender por ejemplo en la cita de Cohen, I. B. “Newton’s Third Law and Universal Gravitation” en la nota 8 arriba.

y la posibilidad de la acción a distancia. Pero me parece que cualesquiera de los pronunciamientos de Newton que se leen de esa manera simplemente han sido (mal) interpretados a la luz de las lecturas equivocadas habituales de las cartas a Bentley. En efecto, el ensayo de Koyré, “La gravedad, ¿una propiedad esencial de la materia?”, muestra muy claramente cómo los pronunciamientos más significativos de Newton sobre la atracción gravitacional fueron interpretados todos por sus contemporáneos en términos de una propiedad de la materia capaz de actuar a distancia. Koyré mismo explica esta, para él lamentable incompreensión, en virtud del hecho de que los contemporáneos de Newton no tuvieron el beneficio de sus claras negativas de esta interpretación en las cartas a Bentley, las cuales no fueron publicadas hasta 1756.⁵³

I. B. Cohen ha señalado una serie de lugares en los *Principia* donde Newton parece pedir disculpas por el uso de la palabra “atracción”, o por su incapacidad de dar una explicación mecanicista de la gravedad. En la Introducción a la Sección XI, del Libro I de los *Principia*, por ejemplo, Newton escribe:

Ahora paso a exponer el movimiento de los cuerpos que se atraen mutuamente, considerando las fuerzas centripetas como atracciones, aunque quizás —si hablamos con el lenguaje de la física— deberían llamarse más propiamente impulsos. Pero acá estamos interesados en las matemáticas; y por tanto, dejando de lado todo debate sobre física, usamos un lenguaje familiar para que sea más fácilmente comprendido por los lectores matemáticos.⁵⁴

Cohen ve esta profesión de instrumentalismo matemático, “dejando de lado todas las consideraciones físicas”, como la manera en que Newton se libera de las restricciones que la corriente dominante de filosofía natural le hubiera impuesto —tales como evitar hablar de acciones a distancia. Este pasaje, y la famosa renuncia del Escolio General según la cual “no finge hipótesis” sobre la causa de la gravedad, los interpreta Cohen como un sofisticado enfoque metodológico que le permitió a Newton ir más allá que cualquiera de sus contemporáneos. Seguramente Cohen tiene razón en esto, pero no necesitamos suponer que Newton desarrolló esta manera de presentar sus ideas como resultado de su propia “repugnancia” a la acción a distancia, como parece pensar Cohen, al citar la tercera carta a Bentley.⁵⁵ Simplemente tenemos que suponer que Newton era completamente consciente de la dominancia de las ideas cartesianas en el continente con sus fuertes críticas contra las acciones a distancia, y que quería evitar entrar en una disputa sobre el

53 Koyré, Alexandre. “Gravity an Essential Property of Matter?” (véase nota 10), p. 149.

54 Newton, Isaac. *Principia* (véase nota 1), Lib. I, Sección XI, p. 561.

55 Cohen, I. B. “Newton’s Third Law” (véase nota 8), p. 592, y nota al pie de página 47 en la misma página.

asunto.⁵⁶ Pero otro elemento importante en el enfoque de Newton, como hemos visto, era su voluntarismo teológico, el cual le exigía aceptar que Dios podría, si así lo deseaba, crear cuerpos capaces de actuar sobre otros a distancia. Negar esto era negar la omnipotencia de Dios. Cohen presenta la sofisticada metodología de Newton, que es un elemento importante de lo que llama el “estilo newtoniano”, de una forma bastante negativa, apologética. Por todo su poder e influencia intelectual, a Cohen le queda una salida astuta: con un salto, Newton estaba libre de las restricciones de la filosofía natural contemporánea. Esto es sólo parte de la historia. El método de Newton también era una defensa positiva del concepto de acción a distancia, y por tanto de la omnipotencia de Dios.⁵⁷

Así pues, en estos pasajes de los *Principia* y en otros más, Newton no negaba la realidad de las acciones a distancia; ni siquiera, como hemos visto, en las cartas a Bentley. Asimismo, su comentario frecuentemente citado del “Anuncio” de la segunda edición inglesa de la *Óptica* (1717) no dice nada contra las acciones a distancia. Una vez más, simplemente dice: “no tomo la gravedad como una propiedad esencial de los cuerpos”. Además, como se ha señalado, la hipótesis del éter sobre la que se llama la atención del lector en este Anuncio se basa tanto en las acciones a distancia como en sus especulaciones sobre los principios activos de los cuerpos.⁵⁸ Por otra parte, la naturaleza hipotética de las Cuestiones ópticas anima a Newton a desechar toda cautela metodológica y a discutir explícitamente las acciones a distancia, bien sea entre todas las partículas, o simplemente entre las partículas de un supuesto éter.

A ciencia cierta, también es significativo que Samuel Clarke, aunque parece negar la acción a distancia durante su controversia con Leibniz, en la subsiguiente defensa de esta afirmación particular resulta claro que no la estaba negando por completo, como Leibniz lo había visto muy claramente. En su Cuarta Respuesta Clarke escribió:

56 La renuencia de Newton a entrar en disputas está muy bien documentada, véase, por ejemplo, Westfall, *Never at Rest* (véase nota 6), pp. 275-6.

57 Sobre el “Estilo newtoniano” de Cohen véase Cohen, I. B. “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: Bechler, Z. (ed.). *Contemporary Newtonian Research*. Dordrecht, Kluwer, 1982, pp. 21-108; e *idem*. *The Newtonian Revolution: With Illustrations of the Transformation of Scientific Ideas*. Cambridge, 1980; y “Newton’s Third Law and Universal Gravitation” (véase nota 8).

58 Newton, Isaac. *Opticks* (véase nota 7), p. cxxiii.

En efecto, no es un milagro sino una contradicción que un cuerpo deba atraer a otro, sin ningún medio entre ellos. Pues es suponer que algo actúa donde no está. Pero el medio por el cual dos cuerpos se atraen mutuamente puede ser invisible e intangible, y de una naturaleza diferente a la mecánica...

“¿A qué se refiere —preguntó Leibniz— cuando sostiene que el Sol atrae al globo de la Tierra a través de un espacio vacío?”. El filósofo alemán hizo pocas sugerencias en cuanto a lo que pensaba que Newton debió haber dicho para explicar cómo se lleva a cabo lo que se parecía a la *actio in distans*; tales sugerencias incluían a Dios, las sustancias inmateriales, los rayos espirituales, un accidente sin sustancia, algún tipo de *species intentionalis*, o un *je ne sais quoi*. Clarke optó por la última:

Es indudablemente cierto que este fenómeno no se produce sans moyen, es decir, sin alguna causa capaz de producir tal efecto. Por tanto, los filósofos podrían investigar y descubrir, si pueden, la causa bien sea mecánica o no mecánica. Pero si no pueden descubrirla, ¿es por consiguiente menos cierto el efecto, el fenómeno, o el hecho descubierto por la experiencia?

Hay dos cosas que se deben tener en cuenta en la última respuesta de Clarke. En primer lugar, cambia sutilmente el argumento de que la atracción gravitacional pueda darse sin un “intermediario”, a que no puede darse sin una causa. De esta manera evita admitir que debe haber una conexión intermedia en el espacio entre los cuerpos que interactúan. En segundo lugar, no opta por Dios como la causa directa, ni por ninguna clase de entidad inmaterial.⁵⁹ La reticencia de Clarke a dar una respuesta clara indica muy fuertemente que acepta la creencia de Newton y de Bentley en que la gravedad puede ser un poder de la materia, dotado por Dios, que le permite a ésta actuar a distancia, pero es relucante a decirlo explícitamente a los lectores continentales que eran principalmente estrictos cartesianos.⁶⁰

Nuestra interpretación del comentario de Newton a Bentley también nos ayuda a comprender por qué Newton sintió la necesidad de distinguir entre las llamadas propiedades “universales” y “esenciales” del cuerpo en su Tercera Regla

59 Alexander, H. G. (ed.). *Leibniz-Clarke Correspondence* (véase nota 48), Cuarta Respuesta de Clarke, §§. 45, p. 53, Quinta Carta de Leibniz’ §§ 118-19, p. 94, Cuarta Respuesta de Clarke, §§ 118-23, p. 118.

60 Sobre las diferencias entre las versiones inglesa de la filosofía mecánica y el sistema cartesiano más estricto, véase Henry, John. “England”, en: Porter, R. y Teich, M. (eds.). *The Scientific Revolution in National Context*. Cambridge, Cambridge University Press, 1992, pp. 178-210; e *idem*. “National Styles in Science: A Factor in the Scientific Revolution?” en: Livingstone, David N. y Withers, Charles W. J. (eds.). *Geography and Revolution*. Chicago, University of Chicago Press, 2005, pp. 43-74.

para Filosofar de los *Principia*. En su propia explicación del significado de esta regla Newton escribió:

Si se establece universalmente por los experimentos y las observaciones astronómicas que todos los cuerpos en o cerca a la Tierra gravitan hacia ella, y lo hacen en proporción a la cantidad de la materia en cada cuerpo... y que todos los planetas gravitan mutuamente, y que hay una gravedad similar de los cometas hacia el Sol, se tendrá que concluir por esta tercera regla que todos los cuerpos gravitan mutuamente. En efecto, el argumento a partir de los fenómenos será incluso más fuerte para la gravedad universal que para la impenetrabilidad de los cuerpos, sobre la cual, por supuesto, no tenemos ni un solo experimento, y ni siquiera una observación en el caso de los cuerpos celestes.⁶¹

Newton claramente desea proponer que la gravedad tiene tanto derecho a ser considerada una propiedad primaria o universal del cuerpo, como las otras cualidades primarias que la filosofía mecánica enfatiza.

Sin embargo, eso no quiere decir, como Newton inmediatamente añade, que la gravedad es una propiedad esencial del cuerpo, no más de lo que lo es la impenetrabilidad o el movimiento.⁶² Era importante mantener el papel crucial que la gravedad podía jugar en la teología, insistiendo que ésta no era un concomitante esencial y lógico de la naturaleza misma del cuerpo, sino una propiedad súper añadida por Dios. La importancia de esto para Newton está subrayada por el hecho de que Roger Cotes, quien preparó la segunda edición de los *Principia* para la imprenta, hizo la misma distinción en su Prefacio. Adoptando una línea empirista, Cotes insistió en que la extensión, la movilidad y la impenetrabilidad de los cuerpos sólo se conocen mediante observaciones y experimentos. Pero el mismo método nos enseña que todos los cuerpos son graves. No es conveniente alegar, dice Cotes, que no hemos observado aún la gravedad de las estrellas fijas dado que aún no hemos observado su extensión, movilidad e impenetrabilidad. “En síntesis”, concluye:

61 Newton, Isaac. *Principia* (véase nota 1), pp. 796. Para una discusión más detallada véase McGuire, J. E. “Atoms and the ‘Analogy of Nature’: Newton’s Third Rule of Philosophizing”, *Studies in the History and Philosophy of Science*, 1 (1970), 3-57.

62 Este renglón y el que le sigue, las últimas palabras un poco lacónicas del comentario de Newton sobre la Regla III, han originado graves problemas para los exegetas de Newton: “Pero de ninguna manera afirmo que la gravedad sea esencial a los cuerpos. Por fuerza inherente sólo me refiero a la fuerza de inercia. Ésta es inmutable. La gravedad disminuye en cuanto los cuerpos se alejan de la Tierra” (p. 796). McMullin (véase nota 11), p. 67, llama a esto “una perturbada y confusa evasiva”. Para una discusión más detallada de las dificultades de interpretar este pasaje véase McMullin, pp. 61-71. A pesar de los esfuerzos de McMullin y de otros, este pasaje sigue siendo inescrutable. Por fortuna, el argumento que aquí se presenta no depende de su significado.

O la gravedad tendrá un lugar entre las cualidades primarias de todos los cuerpos universalmente, o la extensión, la movilidad, y la impenetrabilidad no lo tendrán. Y la naturaleza de las cosas, o bien se explicará correctamente por la gravedad de los cuerpos, o no se explicará correctamente por la extensión, la movilidad, y la impenetrabilidad de los cuerpos.⁶³

La atracción gravitacional, por tanto, debería ser vista como una propiedad de todos los cuerpos, pero una que es inherente al cuerpo porque Dios la ha puesto allí, no debido a ninguna necesidad lógica derivada de la esencia de la materia.

¿Es Bentley una guía confiable?

Hemos visto antes cómo una lectura detenida de los Sermones Boyle séptimo y octavo de Bentley nos ayuda a comprender lo que Newton dio a entender en los pasajes cruciales de sus cartas a Bentley. No obstante, para los historiadores ha sido más frecuente suponer que Bentley no es sólo una guía dudosa para lo que Newton dio a entender, sino que estuvo completamente equivocado en su interpretación. Es importante para el caso que aquí se presenta, por tanto, intentar disipar esta apreciación sobre Bentley.

En sus *Newtonian Studies*, Koyré puso mucho de culpa de la posterior tergiversación de Newton en Bentley, quien, se nos dice: “A pesar de la admonición de Newton, dijo en su *Confutation of Atheism* que ‘una Energía constante [es] infundida a la materia por el Autor de todas las cosas’ y que la ‘gravedad puede ser esencial a la materia’”.⁶⁴ De manera similar, Perry Miller, escribiendo en 1978, manifestó sus dudas de que Bentley tuviera los medios mentales para “comprender completamente el asunto” en sus discusiones con Newton al decir: “A pesar de su esfuerzo para aclarar su acuerdo con Newton, Bentley sin embargo la llama [a la gravedad] ‘una energía constante infundida a la materia por el Autor de todas las cosas’”.⁶⁵ Lo primero que se debe decir aquí es que la indicación de Bentley de la gravedad como “una energía constante infundida a la materia”, que aparece en el octavo y último Sermón Boyle, concuerda perfectamente con el propio punto

63 Cotes, Roger. Prefacio a Newton, *Principia* (véase nota 1), p. 392. Véase también la carta de Cotes a Bentley, citada en Koyré, Alexandre. “Attraction, Newton and Cotes”, en: *Newtonian Studies* (véase nota 10), pp. 281-2. Para más sobre el trasfondo de la discusión de Cotes del método de Newton en física véase Shapiro, Alan E. “La ‘filosofía experimental’ de Newton”, incluido en este volumen.

64 Koyré, Alexandre. “Gravity an Essential Property of Matter?” (véase nota 10), p. 149.

65 Miller, Perry. “Bentley and Newton” (véase nota 22), p. 274, 277.

de vista de Newton, expresado en la carta a Bentley, de que la atracción gravitacional a distancia es imposible “sin la mediación de algo más, que no es material” —a menos que Dios lleve a cabo los pasos creativos necesarios, para la gravedad es perfectamente posible actuar a distancia. Por consiguiente, se puede suponer con seguridad que Newton no habría visto ninguna contradicción en la consideración de que la gravitación es “una energía constante infundida a la materia por el Autor de todas las cosas”. Por el contrario, se ajusta del todo a su teología voluntarista.

El reporte de Koyré según el cual Bentley también dijo que “la gravedad puede ser esencial a la materia” es simplemente un pésimo caso de mala lectura. Bentley sólo dijo esto, como algo contra fáctico, para permitirle mostrar el poder de sus propios argumentos contra las interpretaciones ateas de la cosmología newtoniana.⁶⁶ El argumento de Bentley contra los ateos está dividido en dos partes. La primera parte del argumento afirma que la atracción gravitacional no pudo haber llegado a ser una propiedad de la materia a menos que hubiera sido puesta ahí por Dios. La segunda parte, que se basa en los signos supuestamente claros del diseño inteligente del universo, sugiere que incluso si la gravedad era una parte de la esencia de la materia el ateo no podría ir más allá sin invocar una inteligencia cósmica.

A. R. Hall también le ha atribuido a Bentley la tarea de ir más allá de lo que Newton pretendía. Después de aceptar la insistencia de Newton en que la gravedad no es esencial e inherente a la materia, Hall escribió que Bentley saltó injustificadamente a la conclusión de que la gravedad, por tanto, debió haber sido impresa e infundida a la materia por Dios. Según Hall, “esto desdibuja la clara afirmación de Newton” según la cual Dios, al actuar continuamente, es el directo responsable de los efectos gravitacionales.⁶⁷ Ya he argumentado más arriba que esto se basa en una comprensión equivocada de la teología de Newton. Sugiero, de nuevo, que la lectura que Bentley hace de Newton puede tomarse como un enfoque muy cercano a lo que Newton mismo pretendía. Quizá vale la pena mencionar también que hay una falta total de evidencia circunstancial de que Newton se hubiera molestado de alguna manera por el uso que Bentley hizo de sus ideas. Como es bien sabido, Newton le permitió a Bentley supervisar la preparación de la segunda edición de los *Principia* para la imprenta, una concesión de confianza improbable para alguien que supuestamente había entendido tan mal el sentido

66 *Papers & Letters*, pp. 363-4 (11-12, en la Parte III, el Sermón inglés).

67 Hall, A. R. *Henry More* (véase nota 9), p. 238.

filosófico y teológico del trabajo de Newton, y quien no sólo lo había presentado en una conferencia pública, sino que lo publicó.⁶⁸

Conclusión

Creo que se puede decir, sin temor a equivocarse, que todos los pronunciamientos de Newton sobre la atracción gravitacional son consistentes con el punto de vista según el cual la gravedad era una propiedad inherente y súper añadida del cuerpo que era capaz de actuar a distancia. Sus maneras cautas de expresar este punto de vista, algunas veces tentativas, sólo eran parcialmente defensivas. En realidad, esperaba evitar, tanto como fuera posible, objeciones de los filósofos mecánicos cartesianos, o de los “lectores matemáticos” a quienes les habló en la introducción a la Sección XI del Libro I de los *Principia*. Igualmente quería presentar su filosofía en armonía con los principios escépticos y empíricos establecidos por la Royal Society, los cuales él, al igual que los principales miembros de la Society que lucharon por establecerla, creyeron que eran el medio más seguro de establecer la verdadera filosofía.⁶⁹ Además, esta misma forma de presentar la atracción gravitacional como un hecho causalmente inexplicable, evidente por los fenómenos, encajaba perfectamente con su teología voluntarista. Aunque misterioso, Dios podría haber hecho que la materia actuara a distancia —negar esto era negar la omnipotencia de Dios.

Finalmente, quizá vale la pena considerar por qué estos especialistas innegablemente brillantes y cuidadosos, habrían entendido tan mal este aspecto particular de la obra de Newton. Creo que estas lecturas erróneas de los especialistas

68 Nuevamente, podemos comparar este estado de cosas con el tratamiento de Newton de otros a quienes sintió que no comprendieron su trabajo. El ejemplo obvio es Robert Hooke quien sin saberlo ofendió a Newton al criticar sus teorías sobre la naturaleza de la luz, como las presentó a la Royal Society en 1675. Véase, Westfall, R. S. *Never at Rest* (véase nota 6), pp. 272-274. Considérese también su tratamiento de William Whiston, como se detalla en: Snobelen, Stephen. “William Whiston, Isaac Newton and the Crisis of Publicity”, *Studies in History and Philosophy of Science*, 35 (2004): 573-603.

69 Para una discusión más detallada de este punto véase Dear, Peter. “Totius in verba: Rhetoric and Authority in the Early Royal Society”, *Isis*, 76 (1985), 145-61; Henry, Jhon. “Occult Qualities and the Experimental Philosophy” (véase nota 2), especialmente pp. 358-68; y Shapiro, A. “La ‘filosofía experimental’ de Newton” (véase nota 63). La mejor ilustración de cómo era visto el método de la Royal Society por sus partidarios como el medio más seguro de llegar a la verdad es: Shapin, Steven y Schaffer, Simon. *Leviathan and the Air-Pump: Hobbes, Boyle and the Experimental Life*. Princeton, Princeton University Press, 1985; pero véase también Henry, Jhon. “England and National Styles in Science” (véase nota 60).

surgen, inicialmente, de sus propias preconcepciones. Pienso que con seguridad es significativo que, por ejemplo, los principales proponentes de la explicación estándar, Koyré, Cohen y Hall, son los más vigorosos en rechazar cualquier sugerencia de que Newton estuviera influenciado por la alquimia u otras tradiciones ocultas.⁷⁰ Dada esta actitud, creo que es improbable que Hall y sus colegas de forma de pensar similar pudieran aceptar el pasaje del Sermón de Bentley, que antes cité, como un ejemplo válido de lo que Newton tenían en mente sobre la naturaleza de la gravedad:

Ahora bien, la gravitación o atracción mutua, en nuestra aceptación presente de las palabras, es lo mismo que esto: es una operación, virtud o influencia mutua de los cuerpos distantes a través de un intervalo vacío, sin efluvios o exhalaciones algunas u otro medio corpóreo que los junte y transmita.⁷¹

Esta es obviamente una concepción muy oculta de la gravedad. Si Newton ha de ser preservado de la mancha del ocultismo, entonces ésta no puede ser su concepción sino que debe ser el punto de vista equivocado de Bentley. Pero los escritos propios de Newton no señalan una alternativa clara. En consecuencia, estos especialistas han optado por lo que les parecía la única alternativa, como Cotes lo había predicho en su Prefacio a la edición de 1713 de los *Principia*: “o bien se dirá que la gravedad no es de ninguna manera una propiedad de todos los cuerpos —lo cual no se puede sostener— o se afirmará que la gravedad es preternatural”, lo que equivale a decir, causada directamente por Dios.⁷²

Este punto de vista también está ligado con la corriente dominante en física de finales del siglo XIX que denunciaba y rechazaba todas las suposiciones de la acción a distancia. Desde Faraday, Thomson y Maxwell hacia adelante, las acciones a distancia habían sido excluidas de nuevo, como en la época del aristotelismo escolástico dominante, de la especulación científica legítima. Gracias al resurgimiento de la magia, sin embargo, no había tal prejuicio dominante en los siglos XVII y XVIII.⁷³ En efecto, F. H. van Lunteren recientemente ha indicado de qué manera los pasajes de las cartas de Newton a Bentley, que ya han sido discutidos, fueron deliberadamente aprovechados por oponentes de las fuerzas a distancia del siglo XIX a fin de poner de lado suyo la autoridad de Newton, a pesar de las claras

70 A. Rupert Hall, en carta a R. S. Westfall, citada con permiso en Westfall, “Newton and Alchemy”, en: Vickers, Brian (ed.). *Occult and Scientific Mentalities in the Renaissance* (véase nota 2), pp. 315-335, p. 316.

71 *Papers & Letters*, p. 341 (29).

72 Newton, Isaac. *Principia* (véase nota 1), p. 392.

73 Véanse los trabajos citados en la nota 2.

indicaciones en los propios escritos de éste y en su legado del siglo XVIII de que sí creía en las fuerzas a distancia. Como lo ha señalado Van Lunteren: “La frase en la tercera carta a Bentley que expresa la absurdidad de los cuerpos actuando entre sí a distancia, sin la mediación de algo más, debe ser la afirmación más frecuentemente citada de Newton en la segunda mitad del siglo XIX”.⁷⁴ Las palabras de Newton a Bentley llegaron a ser vistas, por tanto, como pronunciamientos con autoridad sobre la imposibilidad de las acciones a distancia, y, por supuesto, como evidencia clara de que el gran Newton nunca creyó en ellas. Después de haberle conferido este tipo de autoridad, difícilmente es sorprendente que el significado original de sus palabras llegara a ser difícil de verse. El carácter de autoridad de esta lectura es quizá lo que impidió a R. S. Westfall y a Betty Jo Dobbs, dos especialistas que nunca ignoraron el lado oculto de Newton, ver los comentarios de Newton a Bentley no como una negación de la acción a distancia, sino como una aceptación de ésta, como espero haber demostrado.

Bibliografía

Anstey, Peter. *The Philosophy of Robert Boyle*. London and New York, Routledge, 2000.

Dobbs, B. J. T. “Newton’s Alchemy and his ‘Active Principle’ of Gravitation”, en: Scheurer, P. B. and Debrock, G. (eds), *Newton’s Scientific and Philosophical Legacy*. Dordrecht, Kluwer Academic, 1988, pp. 55-80.

_____. *The Janus Faces of Genius. The Role of Alchemy in Newton’s thought*. Cambridge, Cambridge University Press, 1991.

Bennett, J. A. “Magetical Philosophy and Astronomy from Wilkins to Hooke”, en: Taton, R. and Wilson, C. (eds.). *Planetary Astronomy from the Renaissance to the Rise of Astrophysics, Part A: Tycho Brahe to Newton*. Cambridge, Cambridge University press, 1989, pp. 222-30.

Bentley, Richard. *A Confutation of Atheism from the Origin and Frame of the World*. London, 1693.

Cohen, I. B. “Newton’s Third Law and Universal Gravitation”, en: *Journal of the History of Ideas*, 48, 1987, pp. 571-93.

⁷⁴ Van Lunteren, F. H. “Gravitation and Nineteenth-Century Physical Worldviews”, en: Scheurer, P. B. y Debrock, G. (eds.) (véase nota 3), pp. 161-73, p. 166; véase también su nota 38, p. 171, donde da un ejemplo de referencias.

- _____. "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: Bechler, Z (ed.). *Contemporary Newtonian Research*. Dordrecht, Kluwer, 1982, pp. 21-108.
- _____. *The Newtonian Revolution: With Illustrations of the Transformation of Scientific Ideas*. Cambridge, Cambridge University press 1980.
- Copenhaver, Brian P. "The Occultist Tradition and Its Critics", en: Garber, D. and Ayers, M. (eds.). *The Cambridge History of Seventeenth-Century Philosophy*. Cambridge, Cambridge University Press, 1998, pp. 454-512.
- Cudworth, Ralph. *A Treatise Concerning Eternal and Immutable Morality*. Edited Sarah Hutton, Cambridge, Cambridge University Press, 1996.
- Dear, Peter. "Totius in verba: Rhetoric and Authority in the Early Royal Society", en: *Isis*, 76 (1985), 145-61.
- Force, James E. "Newton's God of Dominion: The Unity of Newton's Theological, Scientific, and Political Thought", en: Force, J. E. and Popkin, R. H (eds.). *Essays on the Context, Nature, and Influence of Isaac Newton's Theology*. Dordrecht, Kluwer Academic, 1990, pp. 75-102.
- Funkenstein, Amos. *Theology and the Scientific Imagination: From the Middle Ages to the Seventeenth Century*. Princeton, Princeton University Press, 1986.
- Gal, Ofer. *Meanest Foundations and Nobler Superstructures: Hooke, Newton and the "Compounding of the Celestiall Motions of the Planetts"*. Dordrecht, Kluwer, 2002.
- Grant, Edward (ed.). *A Sourcebook in Medieval Science*. Cambridge, Mass, Harvard University Press, 1974.
- _____. *God and Reason in the Middle Ages*. Cambridge, Cambridge University Press, 2001.
- _____. *Much ado about Nothing: Theories of Space and Vacuum from the Middle Ages to the Scientific Revolution*. Cambridge, Cambridge University Press, 1981.
- _____. *The Foundations of Modern Science in the Middle Ages: Their Religious, Institutional and Intellectual Contexts*. Cambridge, Cambridge University Press, 1996.

- Alexander, H. G. (ed.). *The Leibniz-Clarke Correspondence*. Manchester, Manchester University Press, 1956.
- Hall, A. Rupert. *Henry More: Magic, Religion and Experiment*. Oxford, Blackwell, 1990.
- _____. *The Scientific Revolution*. London, Longman, 1962.
- _____. *The Revolution in Science, 1500-1750*. London, Longman, 1983.
- Heimann, Peter M. y McGuire, J. E. "Newtonian Forces and Lockean Powers: Concepts of Matter in Eighteenth-Century Thought", en: *Historical Studies in the Physical Sciences*, 3, 1971, pp. 233-306. pp. 399-420.
- Henry, John, "Animism and Empiricism: Copernican Physics and the Origins of Gilbert's Experimental Method", en: *Journal of the History of Ideas*, 62, 2001, pp. 99-119.
- _____. "Causation", en: Ferngren, Gary (ed.). *Science and Religion: A Historical Introduction*. Baltimore, Johns Hopkins University Press, 2002, pp. 130-42.
- _____. "England", en: Porter, R. y Teich, M. (eds.). *The Scientific Revolution in National Context*. Cambridge, Cambridge University Press, 1992, pp. 178-210.
- _____. "Henry More versus Robert Boyle: The Spirit of Nature and the Nature of Providence", en: Hutton, Sarah (ed.). *Henry More (1614-1687): Tercentenary Studies*. Dordrecht, Kluwer Academic, 1990, pp. 55-75.
- _____. "National Styles in Science: A Factor in the Scientific Revolution?" en: Livingstone, David, N. and Withers, Charles W. J. (eds.). *Geography and Revolution*. Chicago, University of Chicago Press, 2005, pp. 43-74.
- Hiscock, W. G. (ed.). *David Gregory, Isaac Newton and their Circle: Extracts from David Gregory's Memoranda, 1677-1708*. Oxford, for the editor, 1937.
- Koyré, Alexandre. "Gravity an Essential Property of Matter?" en: idem. *Newtonian Studies*. London, Chapman and Hall, 1965.
- Kubrin, David. "Newton and the Cyclical Cosmos: Providence and the Mechanical Philosophy", en: *Journal of the History of Ideas*, 28, 1967, pp. 325-46.
- Levi, Anthony. *Renaissance and Reformation: The Intellectual Genesis*. New Haven, Yale University Press, 2002, pp. 40-67.
- Lovejoy, A. O. *The Great Chain of Being: A Study of the History of an Idea*. Cambridge, Mass, Harvard University Press, 1936.

- Van Lunteren, F. H.. "Gravitation and Nineteenth-Century Physical Worldviews", en: Scheurer, P. B. and Debrock, G (eds.). *Newton's Scientific and Philosophical Legacy*. Dordrecht, Kluwer Academic, 1988, pp. 161-73.
- _____. "Gravitation and Nineteenth-Century Physical Worldviews", en: Scheurer, P. B. and Debrock, G (eds.). *Newton's Scientific and Philosophical Legacy*. Dordrecht, Kluwer Academic, 1988, pp. 161-73.
- McCann, Edwin. "Lockean Mechanism", en: Holland, A. J (ed.). *Philosophy, Its History and Historiography*. Dordrecht, Reidel, 1985, pp. 209-29.
- McGuire, J. E. "Atoms and the 'Analogy of Nature': Newton's Third Rule of Philosophizing". en: *Studies in the History and Philosophy of Science*, 1 (1970), 3-57.
- _____. "Boyle's Conception of Nature", en: *Journal of the History of Ideas*, 33, 1972, pp.523-42.
- _____. "Force, Active Principles and Newton's Invisible Realm", en: *Ambix*, 15, 1968, pp. 154-208.
- McMullin, Ernan, *Newton on Matter and Activity*. Notre Dame and London, University of Notre Dame Press, 1978.
- Newton, Isaac. *Four Letters from Sir Isaac Newton to Doctor Bentley containing some Arguments in Proof of a Deity*. London, 1756 (reimpreso en: Cohen, I. B. (ed.) *Isaac Newton's Papers & Letters on Natural Philosophy*, 2ª edición. Cambridge, Mass. and London, Harvard University Press, 1978, pp. 279-312).
- _____. *Opticks, or A Treatise of the Reflections, Refractions, Inflections & Colours of Light*, basada en la 4ta edición (Londres, 1730), New York, Dover 1979.
- _____. *The Principia: Mathematical Principles of Natural Philosophy*. Trad. Cohen, I. B. and Whitman, Anne. Berkeley, University of California Press, 1999.
- Oakley, Francis. *Omnipotence, Covenant and Order: An Excursion in the History of Ideas from Abelard to Leibniz*. Ithaca and London, Cornell University Press, 1984.
- Pumfrey, Stephen. "Magnetical Philosophy and Astronomy, 1600-1650", en: Taton, R. and Wilson, C (eds.). *Planetary Astronomy from the Renaissance to the Rise of Astrophysics, Part A: Tycho Brahe to Newton*. Cambridge, Cambridge University Press, 1989, pp. 45-53.

- Schofield, Robert E. *Mechanism and Materialism: British Natural Philosophy in an Age of Reason*. Princeton, Princeton University Press, 1970.
- Shapin, Steven and Schaffer, Simon. *Leviathan and the Air-Pump: Hobbes, Boyle and the Experimental Life*. Princeton, Princeton University Press, 1985.
- _____. "Of Gods and Kings: Natural Philosophy and Politics in the Leibniz-Clarke Disputes", en: *Isis*, 72 (1981): 187-215.
- Shapiro, Alan E. "La 'filosofía experimental' de Newton", en: *Estudios de Filosofía*, n° 35, 2007, pp. 105-141.
- Snobelen, Stephen. "William Whiston, Isaac Newton and the Crisis of Publicity", en: *Studies in History and Philosophy of Science*, 35 (2004): 573-603.
- Stephenson, Bruce. *Kepler's Physical Astronomy*. Princeton, Princeton University Press, 1994.
- Thackray, Arnold. *Atoms and Powers: An Essay on Newtonian Matter-Theory and the Development of Chemistry*. Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1970.
- Turnbull, H.W. et al. (eds.). *The Correspondence of Isaac Newton*, 7 vols., Cambridge, Cambridge University Press, 1959-71.
- Vailati, Ezio. *Leibniz and Clarke: A Study of Their Correspondence*. Oxford, Oxford University Press, 1997.
- Westfall, R. S. "Newton and Alchemy", en: Vickers, Brian (ed.), *Occult and Scientific Mentalities in the Renaissance*. Cambridge, Cambridge University Press, 1984, pp. 315-35.
- _____. "The Rise of science and the Decline of Orthodox Christianity: A Study of Kepler, Descartes, and Newton", en: Lindberg, D. C. and Numbers, R. L. (eds), *God and Nature: Historical Essays on the Encounter between Christianity and Science*. Berkeley, University of California Press, 1986, pp. 218-37.
- _____. *Force in Newton's Physics: The Science of Dynamics in the Seventeenth Century*. New York, American Elsevier, 1971.
- _____. *Never At Rest: A Biography of Isaac Newton*. Cambridge, Cambridge University Press, 1980.
- _____. "Newton and Alchemy", en: Vickers, Brian (ed.). *Occult and Scientific Mentalities in the Renaissance*. Cambridge, Cambridge University Press, 1984, pp.315-335.

- Curtis, Wilson. "Euler on action-at-a-distance and Fundamental Equations in Continuum Mechanics", en: Harman, P. M. and Shapiro, A. E (eds.). *The Investigation of Difficult Things*. Cambridge, Cambridge University Press, 1992, pp. 399-42.
- Wilson, Margaret Dauler. "Superadded Properties: The Limits of Mechanism in Locke", y "Superadded Properties: A Reply to M. R. Ayers", en: Wilson, M. D. *Ideas and Mechanism: Essays on Early Modern Philosophy*. Princeton, Princeton University Press, 1999, pp.196-208 y pp. 209-14.
- Yolton, John W., *Thinking Matter: Materialism in Eighteenth-Century Britain*. Oxford, Blackwell, 1983.