

Alborada de la física newtoniana en México

M.A. Moreno Corral

*Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma México, Campus Ensenada,
Km 103 Carretera Tijuana-Ensenada. Col. Pedregal Playitas, 22860, Ensenada, Baja California, México.*

Recibido el 18 de marzo de 2011; aceptado el 28 de abril de 2011

A través del estudio de diversos documentos coloniales, se establece que los novohispanos, en el siglo XVIII, leyeron directamente textos escritos por Newton y la posible influencia que su lectura tuvo en el proceso de cambio de paradigmas científicos en la Nueva España. También se indican las bibliotecas mexicanas que actualmente guardan aquellas obras.

Descriptores: Newtonismo en México; historia de la física.

Through the study of different colonial documents, it can be established which New Spaniards in the eighteenth century read directly texts written by Newton and the influence of their reading had in the process of changing scientific paradigms in New Spain. It also indicates the Mexican libraries where these works are currently stored.

Keywords: Newtonism in Mexico; history of Physics.

PACS: 01.65.+g.

1. Introducción

Isaac Newton es uno de los grandes físicos de toda la historia, con su compleja personalidad y enormes logros científicos sigue cautivando el interés de científicos, historiadores de la ciencia y del gran público. En nuestro país, en las últimas décadas se han producido diferentes trabajos sobre este personaje [1], sin embargo la investigación aquí presentada, toca un tema no suficientemente estudiado, que es: qué novohispanos leyeron directamente las obras de Newton en el México colonial del siglo XVIII y no solamente supieron de él y de su obra a través de fuentes secundarias. Nuestra investigación también se enfocó a establecer qué textos newtonianos llegaron a la Nueva España en ese periodo y dónde se encuentran los que han sobrevivido.

Los *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* [2] y la *Optics* [3], publicados por primera vez en 1687 y 1704 respectivamente, son dos de los tratados más reconocidos de Newton. Su trascendencia en el proceso que desembocó en la física como ahora la conocemos es innegable, sin embargo su importancia no se reconoció de inmediato, sobre todo en el caso de los *Principia*. Los principales pensadores de la Europa continental, influidos por la visión cartesiana de la naturaleza, tuvieron fuerte oposición a ese texto y a las ideas que de él derivaban, sobre todo porque Newton introdujo una misteriosa fuerza, que actuaba entre los cuerpos gravitantes sin necesidad de soporte material, lo que significaba considerar un universo formado por espacio vacío y corpúsculos que interactuaban a distancia e instantáneamente mediante fuerzas centrales. Habrían de transcurrir unos treinta años para que los seguidores del cartesianismo aceptaran la visión newtoniana, lo que se logró por esfuerzos como el del profesor holandés Willem Gravesande, quien a través de su *Physices elementa mathematica, experimentis confirmata, sive introductio ad philosophian* publicada en 1720 y sus *Philosophiae Newtonianae Institutiones* aparecida en 1723, comenzó la

difusión europea de ese conocimiento. A ello sin duda también contribuyó Voltaire [4], quien asistió a las conferencias de Gravesande y posteriormente se volvió defensor de Newton, pero sobre todo a Madame de Châtelet, quien tradujo los *Principia* al francés [5]. En el Imperio Español la difusión de la física newtoniana fue más tardía [6]. En particular en la Nueva España las primeras referencias que se tienen sobre el arribo de los textos de Newton, indican que llegaron al comenzar la segunda mitad del siglo XVIII.

2. Los primeros lectores novohispanos

Diferentes documentos muestran que los académicos novohispanos comenzaron a conocer las ideas newtonianas en forma indirecta, a través de textos de autores que citaban al sabio inglés, como fue el caso de la *Historie du ciel* publicada en París por el abate Pluche en 1739, los ya mencionados *Philosophiae Newtonianae* de Gravesande, pero sobre todo por los trabajos del beneditino español Benito Jerónimo Feijoo, que fueron bien conocidos en la Nueva España [7]. En su *Teatro crítico universal*, publicado en ocho tomos entre 1726 y 1739, Feijoo se empeñó en divulgar novedades científicas, ocupándose varias veces de diversos aspectos de la física. En particular, en el tomo II desarrolló una discusión en torno a la gravedad, donde escribió sobre la correspondiente idea newtoniana. Más adelante, en el tomo V, hizo una discusión sobre la óptica, donde volvió a tratar ideas del científico inglés. Debe aclararse que la mayoría de aquellos autores transmitieron los nuevos conocimientos de manera informativa, ya que sus libros no presentaron aspectos especializados sobre los temas que trataban.

Para hablar de las lecturas de la obra de Newton en el México colonial, comenzaremos con el sacerdote michoacano Juan Benito Díaz de Gamarra y Dávalos, rector y profesor del Colegio de San Francisco de Sales de San Miguel Allende, Guanajuato. Este personaje tuvo oportunidad de viajar por

Italia y doctorarse en la Universidad de Pisa. Seguramente esos hechos y su interés por la ciencia, lo llevaron a modernizar la enseñanza que se impartía en su colegio, que como todos los de la Nueva España, seguía apegada a la escolástica, y en el caso de la física, se continuaba enseñando los conceptos aristotélicos de la teoría de los cuatro elementos, según la cual los cuerpos caían, porque deseaban alcanzar el reposo en el centro terrestre, mientras que el aire o las llamas subían, porque querían llegar a las esferas de aire y de fuego que circundaban la Tierra, pues eran los lugares naturales de esos dos elementos. Para ayudarse en aquella labor docente de cambio, Díaz de Gamarra publicó en 1774 en la capital novohispana, el texto *Elementa Recentioris Philosophiae*. En su segunda parte, se ocupó de las ideas newtonianas relativas a la mecánica y las explicó a nivel de texto universitario elemental y enunció las tres leyes del movimiento [8]. En esa obra se refirió explícitamente al “sistema newtoniano”ⁱ y afirmó que la característica más importante de él, era la idea relativa a la fuerza de atracción. En esa sección hizo citas específicas a los *Principia* y a la *Opticks*, que indican que debió leerlos en sus versiones latinas.

Aquel mismo año, Ignacio Fernández del Rincón, alumno de Díaz de Gamarra, defendió en la Real y Pontificia Universidad de México una tesis para obtener el grado de Bachiller en Artes, donde retomó algunos elementos de la obra de su maestro, pues trató aspectos de la mecánica y la óptica, además de algunos conceptos sobre la electricidad. Todas esas ideas se consideraban entonces una novedad en aquel medio académico y en general no fueron aceptadas por el claustro universitario, lo que creó un profundo conflicto entre Gamarra y los catedráticos de la Universidad [9]. Recientemente, ese trabajo, originalmente escrito en latín con el título *Philosophia scholas*, fue traducido al español y publicado por la UNAM [10], lo que ha permitido conocer el contenido y nivel de la enseñanza en física impartida por aquel sacerdote. La lectura de esas dos obras, indican que al menos Díaz de Gamarra debió conocer de primera mano los *Principia*, pues incluso la forma en que él y su discípulo presentaron las leyes del movimiento y la discusión correspondiente, sigue, aunque a un nivel elemental, el trabajo de Newton.

La primera referencia cierta que se conoce sobre el estudio directo de las obras de Newton en tierras mexicanas, es la que dejó Humboldt informando que Joaquín Velázquez de León las leyóⁱⁱ. El autor alemán escribió sobre ese importante reformador de la minería mexicana, notable técnico y profesor de matemáticas primero en el Colegio de Todos Santos y después en la Real Universidad de México, que “... por una feliz casualidad cayeron en sus manos las obras de Newton y Bacon: aquellas le inspiraron el gusto de la astronomía y éstas le dieron el conocimiento de los verdaderos métodos filosóficos”. [11].

3. Las obras de Newton en la nueva España

Los inventarios de bibliotecas particulares de algunos novohispanos de fines del siglo XVIII, que dedicaron gran parte

de sus esfuerzos a cultivar y difundir la nueva ciencia, muestran la presencia de varias obras de Newton. Ese es el caso de Antonio de León y Gama, quien tuvo la *Arithmetica Universalis*, los *Principia*, la *Opticks* y los *Opuscula Mathematica, philosophica et philologica*. Además poseyó los *Physices elementa mathematica*, de Gravesande [12], considerado como uno de los primeros libros de texto que presentaron una amplia discusión sobre la física newtoniana. La preparación matemática de León y Gama fue sólida como muestran varios de sus trabajos, particularmente el texto *De la cuadratura del círculo*, que sobre ese famoso problema publicó en las *Gacetas de México* en 1785, así que este personaje tuvo las herramientas matemáticas para estudiar la obra de Newton, lo que se confirma al leer su *Disertación física sobre la Aurora Boreal* [13], donde citó literalmente varios párrafos de las versiones latinas de los *Principia* y de la *Opticks* [14].

Por su parte, José Ignacio Bartolache, quien fuera profesor sustituto de astronomía y matemáticas en la Real y Pontificia Universidad de México, poseyó los *Eleméns de la Philosophie de Neuton*, publicada por Voltaire en Amsterdam en 1738. En esta obra, dividida en tres partes, el pensador francés se ocupó en la segunda de la óptica con amplitud. Subtitulada *Physique Newtonienne*, en ella resaltó la contribución del físico inglés en este campo. En la tercera trató lo relativo a la gravitación e hizo notar lo equivocado de la teoría de los torbellinos de Descartes y la manera en que Newton había mostrado la inexistencia de éstos. A diferencia del caso de León y Gama, no se conoce ningún escrito de Bartolache que confirme que leyó directamente a Newton, sin embargo, como digno representante de la Ilustración novohispana, trabajó a favor de la difusión de las nuevas ideas científicas. Muestra de ello se encuentra en su labor docente en la Universidad, pues cuando sustituyó a Velázquez de León como profesor, escribió sus *Lecciones de Matemáticas* publicadas en 1769, donde se ocupó del método científico, poniendo como ejemplo para las ciencias físicas la metodología seguida por Newton. En su periodico llamado *Mercurio Volante* (Miércoles 28 de octubre de 1772), en el contexto de su defensa de la nueva física, se expresó en referencia al sabio inglés, escribiendo “... que su Física es ya por consentimiento universal, la que hay que saber de bueno, la más bien fundada, la sola útil de un modo efectivo, y la sola que no ha desmentido la razón, ni la naturaleza, ni alguna experiencia” [15]. En ese mismo documento, puede leerse su crítica a la física cartesiana y su adhesión a la newtoniana. Finalmente sobre este personaje y su posible conocimiento directo de la obra de Newton, hay que decir que fue uno de los dos censores designados para revisar y valorar los *Elementa Recentioris Philosophiae* de Díaz de Gamarra, lo que de alguna manera significa que se consideró que tenía suficiencia en la materia.

Aunque Humboldt afirmó que Joaquín Velázquez de León leyó los textos de Newton y que en ellos adquirió el gusto por la astronomía, no ha sido posible comprobar esta noticia, pues no se conoce el contenido de su biblioteca, que seguramente fue rica en textos científicos, pues su labor como introductor en la Nueva España de la enseñanza de las nue-

vas matemáticas y sus esfuerzos por modernizar el contenido del curso de Astronomía y Matemáticas de la Real y Pontificia Universidad de México, de la que fue catedrático titular, muestran que en efecto estaba al tanto de lo que ocurría en ciencia en Europa. Además su labor como astrónomo, geodesta, minero y promotor principal de la creación del Real Colegio de Minería, lleva a darle con todo derecho el título de Ilustrado. Se sabe que parte importante de sus libros, sirvieron para formar el Fondo de Origen de la rica biblioteca de esa institución, donde como se verá más adelante, se han encontrado las principales obras de Newton, pero ninguna que tenga *ex-libris* de Velázquez, como si ocurre con otras de diferente temática. Finalizaremos este párrafo, diciendo que sería en verdad extraño que este personaje no hubiera leído a Newton, pues sin duda conocía su obra, como muestra el que fue el censor principal que juzgó y recomendó la impresión del texto de Gamarra ya citado, donde el profesor del Colegio de San Miguel el Grande, se ocupó entre otros temas de las tres leyes del movimiento de Newton. Por otra parte también se sabe que Velázquez de León tuvo un estrecho trato con Bartolache y con León y Gama, primero como su profesor de las disciplinas astronómicas y matemáticas y posteriormente profesionalmente y de amistad, personajes que como ya se ha mostrado, sí tuvieron textos newtonianos y se sabe que entre ellos intercambiaron información, instrumentos e incluso realizaron observaciones astronómicas juntos, pero además ambos dejaron constancia escrita de haber conocido las nuevas matemáticas con Velázquez de León [16].

El contenido de la biblioteca de Gamarra también se conoce [17] y de los más de quinientos títulos que poseyó, se han identificado 19 obras cuyo tema es la física y 12 las matemáticas. Entre las primeras no se encuentra ningún texto escrito por Newton, aunque sí tuvo obras como las *Institutiones philosophicae* de Francois Jacquierⁱⁱⁱ, en las que los tomos III y IV están dedicadas a la física, ya bajo una visión newtoniana. Debe recordarse, que Thomas Le Seur y Jacquier fueron promotores y editores de la versión latina de los *Principia* publicada en Ginebra en 1740, la cual tuvo buena aceptación entre los lectores europeos, sobre todo por el gran número de notas y comentarios introducidos en esa edición. Otro libro sobre el particular que se sabe poseyó Díaz de Gamarra, pues como se comentará más adelante, actualmente lo custodia la Biblioteca Nacional de México y tiene el *ex-libris* manuscrito de ese religioso, es el *Tractatus physicus*, escrito por Jacobo Rohault y que en buena medida se ocupa de la física newtoniana.

Un personaje de gran influencia en nuestro ámbito cultural del último tercio del siglo XVIII, fue José Antonio Alzate y Ramírez [18], quien realizó una labor editorial notable, con la que luchó por erradicar las ideas y los enfoques de la escolástica de los colegios novohispanos. Aunque no fue un académico en el sentido de Velázquez de León, Bartolache o Díaz de Gamarra, sí desarrolló una meritoria labor que buscó modernizar la enseñanza de las ciencias en nuestro país, razón por la que en varias ocasiones se ocupó de temas de física. No hay evidencia de que haya sido un lector

directo de las obras de Newton, aunque sí mencionó a este personaje en diversas ocasiones, como en el *Diario Literario de México* del 18 de marzo de 1778, cuando al hablar de la reflexión y refracción de la luz, cita a Newton, o en los *Asuntos Varios sobre Ciencias y Artes* del 30 de noviembre de 1772, donde dijo haber repetido con frecuencia el experimento de descomposición de la luz blanca por un prisma. Sin embargo, en su *Eclipse de Luna del doce de diciembre de mil setecientos sesenta y nueve años*, cuestionó la idea newtoniana de la atracción gravitacional, pues como muchos de sus contemporáneos, no fue capaz de aceptar la acción a distancia. En otro lugar, donde también se refirió al físico inglés, escribió que el cuerpo de conocimientos sobre la naturaleza “fue muy perfeccionado por Newton; pero siempre está expuesto a muchas y graves dificultades”.

Otro individuo que, según el inventario de su biblioteca, tuvo un ejemplar de los *Principia*, fue el médico José Ambrosio Giral Matienzo, quien entre 1773 y 1778, ocupó la cátedra de Astrología y Matemáticas en la Real y Pontificia Universidad de México [19]. Sobre el conocimiento y aprovechamiento que ese personaje pudo hacer de la obra de Newton, se puede juzgar porque se conserva la correspondencia que tuvo con las autoridades universitarias cuando ganó la titularidad como profesor de aquel curso [20]. Ahí se muestra que se opuso a que en dicha cátedra se enseñara realmente matemáticas, pues se aferró a la tradición médica medieval, que pretendía brindar a los estudiantes de medicina elementos para que determinaran aspectos astrológicos, que supuestamente les permitiría establecer diagnósticos correctos. Como se desprende de esta información, es fácil entender que, el que Giral Matienzo hubiera tenido un ejemplar de los *Principia*, no significa que lo hubiera leído y menos entendido y explicado en su cátedra, pues su formación, mentalidad y desempeño profesional fue la de un escolástico.

En el estudio del desarrollo de la ciencia en el México colonial, con frecuencia se habla de un grupo de profesores de los colegios jesuitas de la Nueva España, como introductores del nuevo conocimiento científico. Entre ellos destacan Francisco Javier Alegre, Francisco Xavier Clavijero, Diego de Abad y Agustín Castro, que enseñaron en la ciudad de México, Puebla, Morelia, Querétaro y Guadalajara en la primera parte de la década de 1760. Para reafirmar ese dicho se menciona que en sus cursos citaban a Descartes, Gassendi, Bacon, Newton, Leibniz, Franklin, Kepler, Tycho Brahe, Maupertius, Copérnico, Galileo, Torricelli, Guericke, Boyle y Nollet [21]. De estos personajes solamente ha sido posible consultar la *Physica particularis* de Clavijero [22], que son los apuntes que un discípulo suyo tomó del curso que dio en Morelia y en Guadalajara entre 1762 y 1765. En esta obra se ocupó fundamentalmente de los “Sistemas del mundo”, por lo que además de discutir conceptos de lo que actualmente se llama cosmografía, trató los modelos de Tolomeo, Tycho Brahe y Copérnico. Llama la atención que en ese extenso texto solamente en el último párrafo se refiera a Newton, en un contexto en el que pretende hablar de las mareas producidas por la Luna, hablando de la “fuerza magnética o atrac-

tiva” que las produce, aunque inmediatamente apunta: “Pero no sólo se inventa con alguna libertad esta fuerza magnética, sino que tampoco puede ser adecuada para explicar los movimientos del Océano”.

Poco antes, cuando hizo la discusión sobre el movimiento de los cometas, mencionó a William Whiston sucesor de Newton en la cátedra Lucasiana, pero nada dijo de Newton, quien en los *Principia* demostró la forma de determinar la órbita de un cometa a partir de la medición de al menos tres posiciones de estos cuerpos en la bóveda celeste. Igualmente nada dijo de Halley, quien al tiempo que Whiston era profesor en Cambridge, estudiaba las órbitas cometarias, lo que le permitió determinar la del cometa que lleva su nombre. Todo pareciera indicar que Clavijero si leyó sobre las ideas de Newton, pero lo hizo en textos secundarios. Por alguna razón, nada o casi nada, dijo del notable físico inglés.

Entre los jesuitas, debe mencionarse a Andrés de Guevara y Basuasabal, guanajuatense que estudió en los colegios que la Compañía de Jesús tuvo en la ciudad de México y en Puebla, precisamente en el tiempo en que los profesores antes mencionados, enseñaron en esos centros educativos. Este personaje fue expulsado de la Nueva España junto con los otros miembros de esa orden religiosa en 1767. Ya en el extranjero, y con la intención explícita de contribuir al enriquecimiento cultural de la juventud guanajuatense, escribió un texto que quedó muchos años manuscrito, que tituló *Pasatiempos de Cosmología* [23]. En este texto, cuya versión impresa está formada por 240 páginas, se ocupó de los “Sistemas del mundo”, pero, a diferencia de Clavijero, sí mencionó con frecuencia a Newton, e incluso lo elogió y dedicó una sección a las leyes del movimiento y a la gravitación universal. De la lectura general de ese texto se desprende que Basuasabal debió conocer los trabajos de Newton a través de fuentes secundarias y no directamente. Al ocuparse de él, citó los *Elémens* de Voltaire, aunque también habló de los *Entretiens sur la pluralité des mondes* de Fontanelle, del *Dictionnaire de Physique* y del *Systeme general de philosophie, extrait des ouvrages de Descartes et de Newton* del jesuita francés Paulian, pero no hizo referencias directas a los *Principia* u otras obras del físico inglés. Al igual que a Clavijero, no parece gustarle la idea de la fuerza gravitacional y, cuando se refirió al movimiento elíptico de los planetas, escribió que “Keplero descubrió con admirable sagacidad que todos los planetas tienen el movimiento periódico por una órbita elíptica, no circular, como hasta entonces se suponía. Los Newtonianos han llevado el agua a su molino y de aquí sacan un poderoso argumento para sostener, o como ellos pretenden, demostrar, la atracción de los cuerpos celestes”.

Para concluir esta sección, debe mencionarse la tesis de Emmanuel Araujo presentada el 17 de agosto de 1791 en la Real y Pontificia Universidad de México, titulada *De Mathematicis Elementis ac Naturali Philosophia Propositiones* que versó sobre física. Este documento, escrito en latín, no ha sido localizado por nosotros, aunque se ha buscado en los principales repositorios antiguos de nuestro país. El único dato disponible es la reproducción facsimilar que Trubulse incluyó en

las páginas 293 y 436 de su *Historia de la ciencia en México. Siglo XVIII* citada en las referencias, donde reprodujo la hoja 20 y la carátula de esa tesis. En la primera puede leerse claramente el enunciado de la ley de gravitación universal, que a la letra dice: “*Omnia corpora sese atrahunt in ratione directa massarum, & duplicata inversa distantiarum*”. En el facsímil en cuestión, aparece mayor discusión sobre el tema de esta ley, por lo que será muy interesante localizar ese documento, ya que hasta donde nuestras investigaciones han mostrado, es el primero que en México se ocupó en forma amplia del tema de la gravitación bajo la visión newtoniana.

4. Un caso singular

También en el año de 1791, Pedro Moncada de Aragón Branciforte y Platamone marqués de Villafonte, español entonces radicado en la ciudad novohispana de Puebla, produjo el manuscrito *Exposición de los Elementos de Newton*, escrito específicamente “... para instrucción de su hijo Don Juan de Moncada”, que nació en la Nueva España y en ese momento solamente tenía 10 años de edad. Este extenso documento compuesto por 669 páginas [24], muestra un aspecto muy poco conocido de la enseñanza que entonces se impartía en nuestro país, al margen de las instituciones docentes oficiales. Ese noble peninsular recibió una educación científica y trató a importantes pensadores en las cortes europeas como Voltaire, por lo que adquirió el gusto por la nueva filosofía. Ya en tierras novohispanas casó y tuvo descendencia y, preocupado por la educación de su hijo, escribió ese manuscrito para introducirlo en la nueva ciencia y en particular en la física. En la presentación de esa obra escribió: “Yo no sé, si se estudian en este país sus descubrimientos^{iv}, y si se aprende su filosofía, que supone a los jóvenes instruidos de la geometría a lo menos; pero si acaso no se conociesen, te dejo una breve exposición de lo que este grande hombre descubrió en Física, sin entrar en lo más sublime de sus cálculos, y en lo más profundo del álgebra, que necesita toda la aplicación, y la vida de un hombre”.

A diferencia de muchos autores, que en ese entonces todavía querían incluir como parte de la física discusiones teológicas o metafísicas, el marqués de Villafonte, antes de entrar en materia le aclaró a su hijo que: “He dejado todo aquello que me ha parecido no sólo inútil, sino perjudicial. Las opiniones sobre el alma, sobre la religión, etc., no están en la esfera de la filosofía ...” Después de algunas consideraciones de carácter histórico-filosófico, desarrolla una amplia discusión sobre el tema de la energía cinética, que va muy bien documentada por citas a los principales físicos de aquel momento. En la segunda parte de su manuscrito se enfocó a discutir las propiedades de la luz, por lo que trata detalladamente la refracción, la reflexión y la dispersión de los rayos luminosos. En esta parte de su escrito introdujo un considerable número de figuras para ayudarse en sus explicaciones y discute con amplitud el experimento de Newton sobre la descomposición de la luz blanca. A lo largo de toda esta sección

muestra conocer el texto newtoniano de óptica, pero también lo que se estaba investigando en ese campo en su época.

Debe hacerse notar que las figuras que ilustran esa parte del manuscrito de Moncada, las cuales se han reproducido en el texto citado en la Ref. 24, son muy parecidas a algunas de las que Newton utilizó para ilustrar la *Opticks*, lo que hace pensar que el marqués de Villafonte tenía a la vista esa obra cuando escribió para su hijo. Sabemos que ejemplares del texto newtoniano existían en la Nueva España para aquellas fechas.

Finalmente en la tercera parte, se dedicó a discutir sobre el tema de la gravitación. Primeramente mostró que la teoría de los torbellinos de Descartes estaba equivocada y luego entró de lleno en las ideas newtonianas sobre el particular. Para ello siguió al sabio inglés y usó su planteamiento sobre la caída de los cuerpos al centro terrestre, incluyendo la caída de la Luna. Siguiendo a Newton mostró que la gravitación es una fuerza central y que es la que mueve a los planetas en torno al Sol. Explicó cómo las leyes de Kepler se deducen de las leyes de la mecánica y de la ley de gravitación universal. Nuevamente en esta última parte de su manuscrito, el marqués de Villafonte usó ilustraciones muy parecidas a las utilizadas por Newton en los *Principia*. Este personaje concluyó su escrito mostrando que el movimiento de los astros, la forma que tiene la Tierra, la precesión del eje terrestre y el flujo y reflujo de los mares, son causados por la acción gravitacional. Terminó su obra citando el Escolio General de los *Principia*: “He mostrado hasta aquí la fuerza de la gravitación por los fenómenos celestes, y por los de la mar, pero en ninguna parte he asignado su causa. Esta fuerza viene de un poder que penetra al centro del Sol, y de los planetas, sin perder nada de su actividad, y que opera no según la cantidad de las superficies de las partículas de la materia, como hacen las causas mecánicas, pero según la cantidad de materia sólida, y su acción se extiende a unas distancias inmensas, disminuyendo siempre según el cuadrado de las distancias”^v. Renglones más adelante escribió la cita clásica de Newton: “Yo no hago hipótesis, porque lo que no se deduce de los fenómenos es una hipótesis, y las hipótesis sean metafísicas, sean físicas, sean suposiciones de cualidades ocultas, sean suposiciones mecánicas, no tienen lugar en la filosofía experimental”^{vi}.

5. Evidencia actual del arribo de los textos newtonianos

A pesar del gran saqueo al que fueron sometidas las ricas bibliotecas coloniales mexicanas desde la Independencia y durante la Reforma, todavía hay varias que guardan ejemplares de las obras de Newton, muy probablemente utilizadas por algunos de los personajes a que nos hemos referido. Por la estructura misma del sistema educativo novohispano, la mayoría llegó para enriquecer las bibliotecas conventuales durante la segunda mitad del siglo XVIII, así que cuando se las encuentra en los repositorios actuales, tienen las marcas de fuego de uno o más conventos a los que pertenecie-

ron. En algunos casos, además, llegan a tener notas o *ex libris* que confirman que fueron usadas por personas como las que se han mencionado en este trabajo. La Biblioteca Lafra-gua de la ciudad de Puebla custodia los *Principia* publicados en Amsterdam en 1723 y *La Methode des Fluxions et des suites infinies* en su edición parisina de 1740, mientras que la Biblioteca Palafoxiana de la misma ciudad, conserva los *Opuscula Mathematica* de 1744, la *Optices libri tres* de 1749 y los *Principia* en ediciones de 1714 y 1739. Por su parte la biblioteca antigua del Palacio de Minería de la Ciudad de México, que resguarda lo que fuera la biblioteca original del Real Seminario y Colegio de Minería, custodia ejemplares de la *Arithmetica Universalis* en su edición de 1761, la *Optice sive de reflectionibus, refractionibus, inflectionibus et coliribus* de 1740, la *Opuscula Mathematica* también de 1744 y una edición de 1739 de los *Principia*, mientras que la biblioteca Sebastián Lerdo de Tejada, también de la capital mexicana, conserva los tres tomos de los *Principia* de la edición ginebrina de 1739-1742, además de la *Arithmetica Universalis* editada en 1732 en Leiden. Por su parte, la Biblioteca Nacional de México custodia los *Principia* impresos en Ginebra (1739-1742) y en 1760 y la traducción francesa hecha en París en 1759. También guarda la *Optice* en ediciones de Ginebra de 1740 y de Padua de 1749 y 1773, así como los *Opuscula mathematica* de Ginebra de 1744.

No puede dejarse de mencionar la biblioteca “Fray Francisco de Burgoa” de la Universidad Autónoma “Benito Juárez” de la Ciudad de Oaxaca, pues tiene textos de Newton en número importante. Ahí se encuentran los *Principia* en ediciones de 1739, 1740, 1742 y 1760. Además, existen ejemplares de los *Opuscula mathematica* impresos en 1740 y 1744, así como la edición de 1740 de la *Optice* y de la *Arithmetica Universalis* impresa en 1761.

La Biblioteca Pública de la Universidad Michoacana, ubicada en la ciudad de Morelia, es guardiana de los *Principes Mathematiques de la Philosophie Naturelle*, editados en París en 1759 y de la *Optices* impresa en Padua en 1773, mientras que la Biblioteca Pública del Estado de Jalisco resguarda dos juegos de tres volúmenes cada uno, de los *Opuscula mathematica*, publicados en Ginebra en 1744 y en 1746. La Biblioteca Librado Basilio del Colegio Preparatoriano de Xalapa, tiene también un ejemplar de los *Principia*, pero en su edición de 1760 impresa en Ginebra. En la Biblioteca Armando Olivares de la Universidad de Guanajuato, existe al menos un ejemplar de los *Principia* en su edición de 1739.

Además de estos textos que pueden ser clasificados como primarios, durante el siglo XVIII llegaron a las bibliotecas novohispanas obras sobre la física newtoniana, a las que llamaremos secundarias y que fueron las que mayormente usaron nuestros estudiosos para entrar en contacto con la visión del mundo del sabio inglés. De este último tipo son los textos de Gravesande o Voltaire mencionados al principio de este trabajo, de los que se han encontrado ejemplares en diferentes bibliotecas, pero hay otros más como las *Institutions Newtoniennes ou Introduction á la philosophie de M. Newton* de Pierre Sigorgne, editada en París en 1747, resguardada

en la Biblioteca Francisco Xavier Clavijero de la Universidad Iberoamericana, o la *Isaaci Newtoni opera quae extant omnia* comentada por Samuel Horsley y editada en cinco volúmenes por Joannes Nichols en Londres entre 1779 y 1785, que guarda la biblioteca Daniel Cosío Villegas del Colegio de México, o el *Tractatus physicus in latiné versit recensuit & uberiores jam adnotationibus ex illustrissimi Isaaci Newtoni philosophia* de Jacques Rohaul, publicado en Colonia en 1713, perteneciente al acervo antiguo de la Biblioteca Nacional y que tiene manuscrito el *ex-libris* siguiente: Ex Bibliotheca Joannis Benedicti Diaz Gamarra et Davalos Congreg. Orator S. Philippi Neri municipijs S. Michaelis in Nova Hispania.

6. Comentarios

Seguramente una búsqueda adecuada en otras bibliotecas del país, arrojará más ejemplares de los textos newtonianos originales. El estudio directo de los ya registrados y de los que aparezcan, dará valiosa información sobre los posibles propietarios de esos textos, así como de su llegada a México, lo que permitirá tener mayor claridad sobre los primeros contactos de la obra de Newton con nuestros estudiosos. Como se ha mostrado en este trabajo, durante el siglo XVIII fueron pocos los novohispanos que en verdad leyeron las principales obras del sabio inglés, seguramente en buena medida por la complejidad matemática de los *Principia* y de la *Opticks*, pero los hubo, y hay que resaltar que los que lo hicieron, tuvieron una formación científica autodidáctica, en particular en matemáticas y física, donde aprovecharon esos textos, lo que habla muy bien de su preparación en esos campos, tradicionalmente considerados como inexistentes en el México colonial.

En 1792 se fundó en la Ciudad de México el Real Seminario de Minería, que tuvo la misión de formar técnicos mineros con preparación científica acorde a los tiempos. Fue ahí donde al finalizar la décimo octava centuria comenzó la institucionalización de la enseñanza de la física newtoniana [1], que en sus aspectos prácticos rápidamente fue asimilada por los jóvenes formados en esa institución, que a lo largo del siglo XIX se transformó en centro de formación de ingenieros, para los que ya fue natural el estudio de la física del sabio inglés. Sin embargo, debe aclararse que en general no se hizo a través de los textos originales de Newton, sino sobre todo en obras francesas como las *Lecons de Phy-*

sique experimentale de Jean Antoine Nollet, los *Elémes de physique theorique et experimentale* de Sigaud de la Fond, el *Traité de Physique Expérimentale et Mathématique* de Biot, pero sobre todo, en los *Principios de Física Matemática y Experimental* de Francisco Antonio Bataller, profesor de física del Real Colegio de Minería, que fue ex profeso comisionado para escribirlo para uso de los alumnos de esa institución.

Hubo sin embargo al menos dos excepciones a lo afirmado en el párrafo anterior, que fueron el Dr. Agustín de la Rosa, presbítero y profesor de física en el Seminario de Guadalajara, quien afirmó haber estudiado las obras de Newton que tenía esa institución. En 1853 publicó sus *Lecciones de Astronomía* [25], en las que al explicar el movimiento de los planetas, afirmó que lo hizo extractando el *De Mundis systemate*, que es la tercera parte de los *Principia*. En efecto, usó la explicación del movimiento de los cuerpos que son arrojados con mayor velocidad cada vez, y copió la figura correspondiente de la obra de Newton, donde para hablar de la gravedad, se ilustra el lanzamiento de proyectiles desde lo alto de una montaña. El segundo caso fue el del jesuita italiano Enrique M. Cappelletti, quien vivió en México muchos años y en 1887 publicó en Puebla el libro *Apuntes de Astronomía Elemental* [26], para los alumnos de bachillerato del colegio que su orden religiosa tenía en aquella ciudad. En el Capítulo V, se ocupó con amplitud de la gravitación universal. En su discusión, que sigue muy de cerca la hecha por Newton, pero a nivel adecuado a los jóvenes alumnos, dejó ver que conoció los *Principia*, porque las ilustraciones que usó fueron similares a las que el físico inglés utilizó en su obra paradigmática.

Agradecimientos

Quiero reconocer la eficiente labor realizada por la Lic. Ma. Elena Jiménez, responsable de la biblioteca del IA Campus Ensenada, quien logró conseguir parte del material utilizado en esta investigación. Deseo agradecer a la Dra. María Guadalupe López Molina, haberme proporcionado el libro con el texto del marqués de Villafonte. Agradezco igualmente la lectura y comentarios que los Drs. Carlos Chavarría-K y Esteban Luna hicieron de este trabajo. También agradezco los comentarios de dos árbitros anónimos, que permitieron mejorarlo.

-
- i. *Elementa Recentioris Philosophiae: Physices pars I, Dissertatio II, Adpendiculus.*
 - ii. Lo que debió ocurrir antes de 1755, pues para ese año Velázquez de León ya realizaba cálculos y observaciones astronómicas de precisión.
 - iii. Esta obra fue traducida en 1788 al español y desde entonces tuvo varias ediciones, pues fue bien recibida en los colegios de

- la Metrópoli. En algunas bibliotecas antiguas mexicanas hay ejemplares que muestran haber sido usados.
- iv. Se está refiriendo a Newton.
- v. Ref. 24, p. 230.
- vi. Idem.
- 1. P. ej. *Difusión e institucionalización de la mecánica newtoniana en México en el siglo XVIII.* Ramos Lara, M. de la P. SMHCyT, A. C y BUAP. México, 1994. “*El más cercano a*

- dios". J.R. Martínez E., *Ciencia y Desarrollo* núm. 78, año XIII, enero-febrero 1988. "La metodología de Newton" J. Marquina, *Ciencias* 70, abril-junio, 2003. Newton en la ciencia novohispana del siglo XVIII. J.M. Espinoza Sánchez, Tesis. (UAM. México, 2006).
2. *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica. Is. Newton. Londini, MDCLXXXVII.*
 3. *Opticks: or a treatise of the Reflections, Refractions, Inflections an Colours of Light.* (Isaac Newton. London, 1704).
 4. "Ciencia, vida y metafísica en Madame du Chatelet." (Maccarrón Machado, A. Página electrónica de la Fundación Canaria Oratava de Historia de la Ciencia).
 5. S. Hacyan, *Ciencias* **86** (2007) 4.
 6. L.C. Arboleda, *Quiipu* **4** (1987) 291.
 7. S. Cruz, *Soc. Mex. Fís.* **2** (1988) 31.
 8. M.A. Moreno Corral, *Rev. Mex. Fís. E.* **52** (2006) 104.
 9. H. Mendieta Zerón, *CIENCIA ergo sum* **12** (2005) 218.
 10. J.I. Fernández del Rincón, *Lecciones de filosofía.* UNAM. México, (1994).
 11. A. Humboldt, *Ensayo político sobre el Reino de la Nueva España.* Editorial Porrúa, México, (2002). p. 82.
 12. R. Moreno, "La biblioteca de Antonio de León y Gama". En: *Ensayos de bibliografía mexicana.* UNAM. México, (1989).
 13. A. León y Gama, *Disertación física sobre la materia y formación de las auroras boreales,* México, (1790).
 14. Al respecto véase la *Historia de la ciencia en México. Siglo XVIII*, pp. 254 y 258, de E. Trabulsee. Fondo de Cultura Económica, México, (1985).
 15. J.I. Bartolache, *Mercurio volante*, núm 2o, p. 22. UNAM. México, (1979).
 16. R. Moreno, *Joaquín Velázquez de León y sus trabajos científicos sobre el Valle de México 1773-1775,* UNAM. México, (1977). pp. 22 y 23.
 17. Herrejón Peredo, C. "Benito Díaz de Gamarra a través de su biblioteca". Boletín del Instituto de Investigaciones Bibliográficas, Segunda época, No. 2 (1988). pp. 149-189
 18. S. Galindo Uribarri, M.A. Moreno Corral, y A. Saladino García, *El Astrónomo José Antonio Alzate.* (Innovadora Editorial Lagares. México, 2010).
 19. R. Moreno, "Astronomía mexicana del siglo XVIII". En: *Historia de la Astronomía en México.* (Fondo de Cultura Económica. México, 2003). pp. 122-152.
 20. I. Herrerías, M. de L. José Ignacio Bartolache, *La Ilustración en Nueva España.* (Tesis. Universidad Iberoamericana. México, 1976).
 21. Véase la nota 14, volumen correspondiente al siglo XVI, Introducción, p. 107.
 22. F.J. Clavijero, *Physica particularis en: Francisco Xavier Clavijero. Introdutor de la filosofía moderna en Valladolid de Michoacán, hoy Morelia.* (Introducción General Dr. Bernabé Navarro. Morelia, 1995).
 23. A. Guevara y Basoasabal, *Pasatiempos de Cosmología* (Gobierno del Estado de Guanajuato/Universidad de Guanajuato. México, 1982).
 24. *Exposición de los Elementos de Newton por el Marqués de Villafonte Moncada para instrucción de su hijo D. Juan de Moncada. México, Año de 1791.* (Estudio preliminar María Eugenia Ponce Alcocer. Universidad Iberoamericana. Biblioteca Francisco Xavier Clavijero. México, 2006).
 25. A. De la Rosa, *Lecciones de Astronomía* (con estudio introductorio de Durruty Jesús de Alba. Guadalajara, 2009).
 26. E.M. Cappelletti, *Apuntes de Astronomía Elemental* (Puebla, 1887).