

FINES ULTIMOS DE LA CIENCIA Y PROBLEMAS DE METODO EN LA OBRA DE I. NEWTON*

José Granés S.

I. Dios, mundo y filosofía natural

Para comprender el significado que Newton le atribuía a las diversas actividades intelectuales que emprendió con extrema dedicación y profundidad a lo largo de su vida y que abarcan campos disímiles y en apariencia contradictorios como son la matemática y la física, la química y la alquimia, la historia y los estudios cronológicos de acontecimientos históricos y la teología, conviene tomar en cuenta un hecho que con frecuencia se pasa por alto al estudiar su obra científica: la profunda religiosidad del autor de los *Principia*. Carlos Solís, valorando esa religiosidad arraigada, intenta en la introducción a su edición en español de la *Optica* una explicación del interés, en ocasiones casi obsesivo, de Newton por cada uno de estos diversos temas señalando cómo es posible detectar *un mismo impulso* que alienta el trabajo intelectual siempre minucioso y metódico en estos campos contradictorios. Este impulso subyacente sería “la misma fe en la existencia de un conocimiento original corrompido y perdido luego, sólo accesible a quien sepa desentrañar las claves del texto, refiérase éste al atomismo de los ‘filósofos fenicios’, a la revelación bíblica, a las imágenes alquímicas o al propio libro de la naturaleza, escrito por el creador y que, por lo tanto, contiene las claves de la verdad”¹. Todos estos esfuerzos en temas tan disímiles acercarían al hombre, por caminos distintos, a un mejor conocimiento del Creador.

El espíritu religioso, que se origina en su primera infancia y es estimulado seguramente por las vicisitudes de la misma, lleva a Newton, ya en la juventud y en la madurez, a emprender durante largos años estudios sistemáticos de determinados

problemas teológicos². Un examen de estos estudios está por fuera de los propósitos del presente trabajo. Nos interesará solamente explorar la forma cómo algunas de las ideas religiosas de Newton han podido incidir en su filosofía natural.

Un aspecto central de esta incidencia reside en la concepción de Newton sobre la relación del Creador con el mundo natural. El problema de las formas de intervención de Dios en el mundo es precisamente una de las cuestiones centrales que se debaten en la conocida correspondencia de 1715-1716 entre Leibniz y el discípulo de Newton y defensor de sus posiciones, Samuel Clarke. La carta de Leibniz dirigida a la princesa Carolina de Gales que da origen a la correspondencia señala en efecto cómo “Sir Isaac Newton y sus seguidores tienen también una opinión muy extraña con relación a la obra de Dios. Según su doctrina Dios Todopoderoso debe darle cuerda a su reloj de vez en cuando pues de lo contrario dejaría de moverse. No tuvo por lo visto suficiente previsión para hacer que su movimiento fuese perpetuo... Según mi

2. Descontando lecturas asistemáticas sobre temas religiosos en su primera juventud, el estudio a fondo de obras teológicas por parte de Newton data de los años 70 y al parecer se prolonga ininterrumpidamente durante cerca de 15 años, hasta 1685, cuando de lleno se concentra en la elaboración de los *Principia*. Según lo revelan los voluminosos manuscritos teológicos que dejó, Newton abordó el estudio de ciertos temas —por ejemplo las profesías, tema particularmente importante para los propósitos de su propia concepción religiosa— con una extraordinaria voluntad de sistematicidad y de rigor, característica por lo demás de casi todas las tareas que emprendió. Su concepción religiosa era, a la luz de la ortodoxia cristiana, herética e influida por el arrianismo, corriente que consideraba falsa la divinización de Jesucristo y hacía de él tan solo un profeta más. Newton considerada al catolicismo romano como el “gran apóstata” y en esto se identificaba con las numerosas sectas puritanas de la Inglaterra de su tiempo. (Véase, Westfall Richard S., “Newton’s Theological Manuscripts” en *Contemporary Newtonian Research*, D. Reidel Publishing Company, 1982 pp. 129-141) Vale la pena mencionar cómo la última frase de la *Optica* contiene una velada alusión a la corrupción de la fé a través del culto a los santos (“héroes muertos”) y la adoración de la trinidad (“falsos dioses”): “no cabe duda de que, si el culto a falsos dioses no hubiese cegado a los paganos, su filosofía moral habría ido más lejos de las cuatro llamadas virtudes cardinales y, en lugar de enseñar la transmigración de las almas y adorar al Sol, la Luna y los héroes muertos, nos habrían enseñado el culto al verdadero Autor y Benefactor, del mismo modo que lo hicieron sus antecesores bajo el gobierno de Noé y sus hijos, antes de que se corrompiesen” (*Optica*, op. cit. p. 350).

* Con ligeras modificaciones, el texto de este artículo se presentó como ponencia en el *Coloquio Newton*, realizado en Medellín entre el 6 y el 10 de Octubre de 1986.

1. Newton I., *Optica*, Ediciones Alfaguara, Madrid, 1977. Introducción de Carlos Solís, p. xix.

opinión la misma fuerza y vigor permanece siempre en el mundo y se limita a pasar de una parte de la materia a otra según las leyes de la naturaleza y el bello orden pre-establecido”³. En este pasaje Leibniz alude a la opinión de Newton, expresada en la “cuestión 31” de la *Optica*, según la cual la materia no sólo posee un carácter pasivo que le impide cambiar su estado de movimiento por sí mismo –es decir, sin la intervención de “*principios activos*” externos a ella– sino que además va perdiendo gradualmente su movimiento debido a procesos de fricción. Sin la providencia constante de Dios, manifiesta en esos principios activos que reponen el movimiento perdido, el mundo terminaría convertido en una masa inerte e inmóvil⁴. La idea leibniziana de un mundo armónico que mantiene indefinidamente su curso gobernado por las leyes que desde la creación le habrían sido impuestas entraña, al excluir la intervención directa de Dios en su gobierno, el peligro de ateísmo. Esta es la insinuación que repetidamente aparece en las cartas de Clarke, en el debate epistolar al que hemos hecho referencia⁵.

Esta concepción newtoniana sobre la intervención de Dios en el mundo ayuda a comprender la

3. Alexander H. G., *The Leibniz-Clarke correspondence*, University of Manchester Press, 1956 pp. 11-12.

4. La cita de la *Optica* es la siguiente: “La *Vis Inertiae* es un principio pasivo gracias al cual los cuerpos persisten en su movimiento o reposo, reciben movimiento en proporción a la fuerza que lo imprime, y resisten tanto como son resistidos. Con este principio solo, nunca habría movimiento en el mundo. Se requiere otro principio que ponga los cuerpos en movimiento y, una vez en movimiento, otro principio es necesario para conservar el movimiento. En efecto, de las diversas maneras de componerse dos movimientos se desprende con toda certeza que no hay siempre la misma cantidad de movimiento en el mundo”. Después de citar ejemplos de cómo el movimiento puede perderse por fricción o por la inelasticidad de los cuerpos que chocan, continúa Newton: “Así pues,... se presenta la necesidad de conservarlo [el movimiento] y reclutarlo mediante *principios activos* como la causa de la gravedad... De no ser por estos principios, los cuerpos de la Tierra, de los planetas, de los cometas, del Sol y de todas las cosas que en ellos se encuentran se enfriarían y congelarían, tornándose masas inactivas”. (*Optica, op.cit.* pp. 343-345. La bastardilla es nuestra).

5. Por ejemplo, en su primera respuesta a Leibniz, Clarke dice lo siguiente: “La noción de un mundo como una gran máquina marchando sin la interposición de Dios tal como un reloj continúa andando sin la asistencia del relojero, es la idea del materialismo y del hado y tiende en realidad (bajo la pretensión de hacer de Dios una *inteligencia supramundana*) a excluir la providencia y el gobierno de Dios del mundo. Y, por la misma razón que un filósofo puede representar-se todas las cosas desarrollándose desde la creación sin ningún gobierno o interposición de la providencia, un escéptico podrá fácilmente argüir más lejos aún en el tiempo y suponer que todas las cosas han marchado desde la eternidad (como marchan ahora) *sin ninguna creación verdadera y sin Autor original alguno* sino tan sólo con lo que tales autores denominan naturaleza omni-sapiente y eterna”. (*The Leibniz-Clarke correspondence, op. cit.* p. 14. La bastardilla es nuestra).

posición del autor de los *Principia* con respecto a las leyes de la naturaleza. De posiciones como la defendida por Leibniz se seguiría que la ley natural es expresión de la razón divina plasmada en la obra misma de la creación. Desde este punto de vista, la ley debería constituir explicación suficiente de los fenómenos naturales⁶. Por el contrario y paradójicamente –ya que con los *Principia* emerge con fuerza, tal vez por primera vez en la historia del pensamiento, la *ley natural* como razón profunda del comportamiento de la naturaleza– para Newton la ley matemática no siempre agota la explicación de los fenómenos. Tal es el caso, por ejemplo, de la *ley de la gravitación universal* que constituye sin duda el eje fundamental de los *Principia*. Como se evidencia en esta obra el poder explicativo de la ley matemática de la gravitación es enorme. Newton muy seguramente estaba tan convencido de la certeza absoluta de esta ley como lo estuvieron de hecho los físicos newtonianos del siglo XVIII. Sin embargo esta ley matemática nunca constituyó para el autor de los *Principia* la explicación *completa* del fenómeno de la atracción entre cuerpos. Como es bien sabido, Newton se opuso con vehemencia a las interpretaciones que querían hacer del poder de atracción una propiedad o cualidad intrínseca de los cuerpos⁷. Tales explicaciones equivaldrían a introdu-

6. Un ejemplo particularmente explícito de esta concepción lo constituye la obra del joven Kant, *Historia Natural y Teoría General del Cielo* (1755). En esta obra las leyes no sólo dan razón de los fenómenos sino que permiten explicar incluso la evolución de la materia desde el caos inicial al todo armónico del universo organizado. “La materia que es la sustancia de todas las cosas, dice Kant, se halla ligada a ciertas leyes y abandonada libremente a ellas tendrá que producir necesariamente hermosas combinaciones. No tiene libertad de desviarse de ese plan de perfección. Encontrándose pues sometida a una intención suprema y sabia, necesariamente tendrá que haber sido colocada en tales condiciones armoniosas por medio de una causa primordial que la determina, y existe un Dios porque hasta en el caos la naturaleza no puede proceder de otra manera que regular y ordenadamente”. Vemos pues que según Kant la ley natural, expresión de la razón divina, contiene en ella misma una finalidad y un designio de orden y armonía. (Véase, Kant I. *Historia Natural y Teoría General del Cielo*, Lautaro, Buenos Aires, 1946, pp. 29-30)

7. Probablemente una de las declaraciones más vehementes de Newton oponiéndose a este tipo de interpretación de la gravedad, aparece en una de las cartas al clérigo Richard Bentley en el intercambio epistolar que sostuvo con él en 1693. Dice Newton en su tercera carta: “Es inconcebible que la materia bruta e inanimada deba, sin la mediación de alguna otra cosa *que no es material*, operar sobre y afectar otra materia sin contacto mutuo como debe ocurrir si la gravitación, en el sentido de Epicuro, es esencial e inherente a ella. Y esta es una de las razones por las cuales deseo que no me adscriba la gravedad innata. Que la gravedad deba ser innata, inherente y esencial a la materia de tal manera que un cuerpo pueda actuar sobre otro a distancia a través del vacío sin la mediación de ninguna otra cosa por medio y a través de la cual su acción y su fuerza puedan transmitirse del uno al otro es para mí un absurdo tan grande que no creo que ningún hombre que posea en asuntos filosóficos una facultad competente de pensamiento pueda jamás caer en él. La gravedad debe ser

cir “principios activos” en la materia misma al tiempo que la ley matemática vendría a ser una descripción de la forma de acción de esos principios cerrándose así el ciclo explicativo. Dando por sentado que la atracción es debida a causas externas a la materia, Newton buscará, más allá de la ley matemática, explicaciones tanto físicas como metafísicas para la gravitación. Un ejemplo bastante elaborado de explicación física es el que se expone en la “cuestión 21” de la *Optica* en base a un éter de densidad variable, creciendo progresivamente a partir del Sol. Las dificultades que entraña este tipo de explicación son evidentes, siendo probablemente la violación de la reciprocidad en el efecto de atracción (ley de acción y reacción) la mayor de ellas. Las explicaciones de tipo metafísico, apenas insinuadas en ciertos pasajes de sus obras publicadas, hacen referencia a “espíritus sutilísimos”⁸ o simplemente a “principios activos”⁹. Detrás de estas explicaciones se adivina la búsqueda de las formas de acción del Ser Supremo en la producción, entre otros, del efecto de atracción entre los cuerpos.

La finalidad más alta de la empresa científica reside para Newton, en efecto, en el mejor conocimiento del Creador que a través de ella puede lograrse. Así lo expresa en un célebre texto de la *Optica* en el cual toca de nuevo el problema de las causas de la gravitación para insinuar una vez

causada por un agente actuando constantemente según ciertas leyes; pero que este agente sea material o inmaterial es algo que dejo a la consideración de mis lectores” (véase “Letters from Newton to Bentley” en *I. Newton Papers and Letters on Natural Philosophy*, ed. by I.B. Cohen, Harvard University Press, Cambridge Mass., 1958 pp. 302-303. Los subrayados son nuestros). Nótese en este pasaje el énfasis de Newton en el carácter posiblemente inmaterial del “agente” causante de la gravedad.

8. Esta referencia ocurre en el último párrafo de los *Principia*. Después de haber afirmado en el párrafo anterior no haber podido encontrar la causa de la gravitación y no “fingir hipótesis” al respecto (*hypotheses non fingo*), dice Newton: “Podríamos ahora añadir algo sobre cierto espíritu sutilísimo que penetra y yace latente en todos los cuerpos grandes, por cuya fuerza y acción las partículas de los cuerpos se atraen unas a otras cuando se encuentran a escasa distancia y se ligan en caso de estar contiguas...” (Newton I. *Principios Matemáticos de la Filosofía Natural*, Editora Nacional, Madrid 1982, Escolio General p. 817. La bastardilla es nuestra). Es muy probable que en esta referencia a “espíritus sutilísimos” se esté manifestando la influencia de Henry More para quien el “espíritu” no solamente era una entidad real y extensa como la materia sino que además actuaba sobre esta última produciendo la cohesión, la atracción gravitacional, las fuerzas magnéticas y muchos otros efectos “no mecánicos” (véase, Koyré A. *Del mundo cerrado al universo infinito*, Siglo XXI, Madrid 1979, Capítulo VI).

9. *Optica*, op. cit. “cuestión 31” p. 346.

más que éstas no pueden ser ni materiales ni mecánicas:

“...[filósofos de Grecia y Fenicia] atribuyeron tácitamente la gravedad a una causa distinta de la materia densa. Filósofos posteriores borraron de la filosofía natural la consideración de tal causa, imaginando hipótesis para explicar mecánicamente todas las cosas y relegando a la metafísica todas las demás causas. Sin embargo el objetivo básico de la filosofía natural es argumentar a partir de los fenómenos, sin imaginar hipótesis, y deducir las causas a partir de los efectos hasta alcanzar la primerísima causa que ciertamente no es mecánica. Y no sólo para develar el mecanismo del mundo, sino fundamentalmente para resolver estas cuestiones y otras similares: ¿Qué hay en los lugares vacíos de materia y cómo es que el Sol y los planetas gravitan unos hacia otros sin que haya entre ellos materia densa?...”¹⁰.

El acercamiento, a través de la filosofía natural, a esa “primerísima causa” no sólo tiene repercusiones en el campo del conocimiento. También, como lo afirma Newton en el último párrafo de la *Optica*, incide en el terreno de la ética al posibilitar una mejor comprensión de nuestros deberes hacia Dios y hacia nuestros semejantes¹¹.

Cuando la ciencia logra llegar como en los *Principia* a sus estadios de elaboración más avanzados, aquellos en los cuales las proposiciones se enlazan estrechamente en un sistema coherente y las leyes alcanzan validez universal, las fronteras entre la ciencia y la metafísica se desdibujan¹². Detrás de la ley universal hay que adivinar entonces, y en lo posible demostrar, la acción del Ser Supremo. En este estadio las leyes matemáticas están ya por fuera de toda duda y la ciencia se acerca a lo absoluto. El logro de este acercamiento es a los ojos de Newton la finalidad más elevada de la ciencia.

10. *Ibid.* “cuestión 28” p. 319.

11. *Ibid.* “cuestión 31” p. 350. La cita textual es la siguiente: “No sólo la filosofía natural se perfeccionará en todas sus partes siguiendo este método [método de análisis y síntesis], sino que también la filosofía moral ensanchará sus fronteras. En la medida en que conozcamos por filosofía natural cuál es la primera causa, qué poder tiene sobre nosotros y qué beneficios obtenemos de ella, en esa misma medida se nos aparecerá con la luz natural cuál es nuestro deber hacia ella, así como hacia nosotros mismos”. (La bastardilla es nuestra).

12. Clarke, portavoz de Newton en su polémica con Leibniz, se empeña también en desvanecer estas fronteras. En su segunda respuesta a Leibniz se opone a los materialistas que suponen la constitución de nuestro mundo tal y como pudo surgir “de meros principios mecánicos de materia y movimiento, de necesidad y destino”. “Los principios matemáticos de filosofía por el contrario, continúa Clarke, muestran que el estado de cosas (constitución del Sol y los planetas) es tal que no pudo haber surgido más que de una causa inteligente y libre”. “En tanto que consecuencias metafísicas se siguen demostrativamente de principios matemáticos, concluye, los principios matemáticos pueden (si se lo considera conveniente) ser llamados principios metafísicos” (véase *The Leibniz-Clarke Correspondence* op. cit. p. 20).

II. Las formulaciones sobre método. La tensión entre el anhelo de certeza y la conciencia de incertidumbre.

Pero antes de alcanzar esos elevados fines la ciencia tiene que trabajar lo fenoménico. En este trabajo, que arrastra la incertidumbre de todo quehacer humano, los problemas de método adquieren pertinencia. Los frutos del trabajo cotidiano de la ciencia pueden resultar erróneos o bien provisionales y perfectibles y cobra entonces sentido la tarea de definir criterios que orienten la labor del hombre de ciencia. Pero en Newton la incertidumbre se manifiesta incluso a un nivel más fundamental. En su correspondencia con Bentley expresa en efecto una duda radical sobre la capacidad de la mente humana para comprender los modos reales de operación del mundo físico. “Aquellas cosas que los hombres entienden por medio de frases impropias y contradictorias, dice Newton, pueden algunas veces ser reales en la Naturaleza sin contradicción alguna”¹³. La naturaleza puede no ser, en otras palabras, totalmente asequible a la razón humana. El anhelo de la certeza absoluta, de la aproximación al Creador a través de la comprensión nítida de su obra podría verse frustrado de raíz—esa es la duda presente en Newton— por una incapacidad insuperable de la razón.

A causa tal vez de esa conciencia de incertidumbre frente a los anhelos de un conocimiento absoluto, muchas de las formulaciones sobre problemas de método en la obra de Newton darían pie para pensar, paradójicamente, en una imagen de la ciencia según la cual toda aspiración a la certeza absoluta ha desaparecido¹⁴. Ilustraremos este as-

13. Tercera carta de Newton a Bentley (Feb. 1693) en *I. Newton's Papers and Letters on Natural Philosophy*, op. cit. p. 304. Como lo señala Perry Miller en su estudio introductorio a las cartas esta idea expresada por Newton sobre la posibilidad de incongruencias entre los procesos de la mente humana y aquellos que ocurren en el mundo natural probablemente no fue comprendida por el mismo Bentley para quien el sistema newtoniano era “claro, racional y simple y podía traducirse de inmediato y completamente a declaraciones afirmativas sobre teología natural” (*Ibid.* p. 276). La posición de Newton es también ajena a las interpretaciones de su sistema en la Ilustración que hacen de éste una verdad indiscutible sobre la constitución del universo y una prueba más del poder ilimitado de la razón para comprender la naturaleza. Newton tal vez no fue tan newtoniano como algunos de sus seguidores del siglo XVIII lo hubiesen deseado.

14. Estas dos facetas aparentemente contradictorias del pensamiento newtoniano—su anhelo de alcanzar a través de la ciencia lo absoluto, por una parte, y sus formulaciones cautelosas sobre el carácter de verdad de las aserciones logradas por medio de los procedimientos propios de la ciencia, por otra— han motivado entre muchos estudiosos de la obra del sabio inglés juicios encontrados sobre el significado

pecto examinando algunas de las formulaciones sobre método compuestas por Newton en dos momentos distintos de su investigación sobre problemas de la física. Primero, las reflexiones metodológicas que suscita la polémica alrededor del trabajo de Newton sobre la óptica de los colores en 1672. En segundo lugar nos detendremos en las “reglas para filosofar” que abren el tercer libro de los *Principia* cuya primera edición data de 1687.

1) La polémica sobre los colores de la luz

La cautela que hemos insinuado en las formulaciones sobre método se manifiestan desde los primeros escritos públicos de Newton en el célebre debate que suscitó en 1672 su primer trabajo sobre la óptica de los colores en la Royal Society. En este debate se expresa ya con toda su fuerza la tensión entre la aspiración a la certeza y la conciencia de incertidumbre. Polemizando con Hooke, para quien el propósito principal de la investigación de los fenómenos naturales—en este caso del fenómeno de aparición de colores cuando la luz blanca es refractada por el prisma— no es el de alcanzar una teoría necesaria sino tan sólo el de llegar a la formulación de una “hipótesis” sobre la naturaleza del fenómeno en cuestión que permita explicar de manera cualitativa las observaciones y los experimentos realizados, Newton señala cómo por este camino no sería posible esperar certeza alguna en las conclusiones de la ciencia. Consciente de que varias “hipótesis” sobre la naturaleza de la luz pueden, a este nivel cualitativo, explicar de manera equivalente los fenómenos observados, Newton optará por “rechazarlas todas” y por tratar la luz “abstractamente” como un ente compuesto de “rayos” que se refractan de manera distinta pero

que la ciencia tenía para Newton. Ralph M. Blake por ejemplo, en su estudio sobre la teoría newtoniana del método científico, ignora los aspectos “metafísicos” de la obra de Newton y concluye que éste ha logrado “emanciparse completamente” de cualquier idea que pretenda hacer del conocimiento de la naturaleza una ciencia absoluta y definitiva. “Su franco abandono de la posibilidad para la ciencia natural de cualquier certeza y finalidad absolutas” harían de Newton un pensador que en su concepto de la ciencia se acercaría de alguna manera más a nuestra propia concepción que a la de su época. Zev Bechler por el contrario, criticando estos intentos frecuentes de “modernizar” a Newton o de hacer su apología dejando de lado las facetas de su obra que desde una perspectiva moderna pueden parecer oscuras e irracionales, sostiene que “la metafísica es el punto de partida y también el objetivo final de la física de Newton”. Incluso la idea de una “ciencia autónoma”, según Bechler, se encontraría en Newton tan solo en un sentido muy limitado: “La imagen de la física y la metafísica como un solo bloque indivisible era inevitable para él [Newton]...”. (Véase Blake Ralph M. “Sir Isaac Newton's theory of scientific method” *The Philosophical Review* vol. XLII (1933 No. 5 pp. 453-486, también Bechler Z. “Some issues of newtonian historiography” en *Contemporary Newtonian Research*, D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, 1982 pp. 1-20).

cumpliendo siempre, cada uno de ellos, la ley matemática de la refracción¹⁵. Dejando así de lado el problema de la naturaleza física de la luz –problema ciertamente importante pero sobre el cual no es posible emitir sino conjeturas probables– Newton elabora una “teoría matemática” de los colores. Esta teoría le permite *diseñar* experimentos con propósitos precisos estableciendo al mismo tiempo las magnitudes físicas o geométricas significativas que deben ser medidas.

En el fondo, aunque Newton no lo reconozca explícitamente, las principales fuentes de certeza en la investigación sobre los colores vienen a ser, por una parte, la coherencia interna de la “teoría matemática” que toma como uno de sus principales fundamentos la ley de la refracción y, por otra, la coincidencia de las previsiones teóricas con los resultados de experimentos y observaciones interpretados claro está a la luz de la teoría. Sin embargo, a los ojos de Newton, el *método* que debe seguirse en el estudio de los fenómenos –y que difiere marcadamente de las observaciones al azar que realiza Hooke sobre numerosos efectos y de las “hipótesis” que compone para explicarlas– es a la vez *una fuente de certeza y una delimitación de la misma*.

Newton, exagerando la faceta empírica de su trabajo, presenta en sus formulaciones metodológicas de la época las proposiciones de la teoría como explicitaciones analíticas de “propiedades de las cosas” –en este caso de la luz y de los colores– obtenidas directamente a través de la experimentación. En una segunda etapa esas proposiciones básicas deben permitir la comprensión de nuevos fenómenos y el diseño de experimentos. Este método, que en las reflexiones de 1672 se encuentra apenas esbozado, es el que muchos años después en los *Principia* y en la *Optica* se denominará de “análisis y síntesis”¹⁶. Es de interés anotar cómo Newton en las formulaciones metodológicas –ya

15. Newton insiste de manera recurrente, en este debate sobre la óptica de los colores, en la imposibilidad de lograr conclusiones ciertas orientando la indagación hacia la elaboración de “hipótesis” explicativas de la naturaleza del fenómeno. En su respuesta a la revisión que Hooke hizo de su primer artículo dice por ejemplo: “... Yo sabía que las propiedades de la luz que he expuesto eran susceptibles en alguna medida de ser explicadas no solamente por aquella [hipótesis de la luz como flujo de partículas] sino por muchas otras hipótesis mecánicas. Por esta razón opté por declinarlas todas y por hablar de la luz en términos generales, considerándola abstractamente como alguna u otra cosa propagándose a partir de los cuerpos luminosos en todas direcciones y en línea recta, sin determinar qué es esa cosa...” (“Newton’s answer to Hooke” en *Isaac Newton’s Papers... op. cit.* pp. 118-119).

16. En una carta a Pardies, escrita en el trascurso de la polémica, Newton esboza así su posición metodológica, contrastándola con la

sea con el propósito de presentar, para efectos del debate, su teoría como emanando muy directamente de la observación y del experimento o bien con la convicción de que tal era en efecto el caso –deja de lado un factor decisivo: el papel de la ley de la refracción como *principio teórico previo* que orienta toda la indagación experimental y a la luz del cual se interpretan las observaciones¹⁷.

A pesar de que Newton considera su “doctrina” de los colores como una “teoría matemática” en la medida en que la luz es tratada “abstractamente” como mezcla de “rayos” dejando de lado la naturaleza física de éstos, el grado de certeza que le atribuye no es en modo alguno el de la “demostración matemática”. Los principios de la teoría de los colores tienen su origen en la física y su certeza no puede por lo tanto superar la de los experimentos que, según la concepción metodológica de Newton, se encuentran en su base. Esta diferenciación nítida entre la certeza de la matemática, que se fundamenta en la aceptación de los axiomas y en el rigor de la demostración lógica, y la de

de Hooke: “...debe observarse que la doctrina que he expuesto con relación a las refracciones y a los colores consiste *sólo en ciertas propiedades de la luz* sin referencia a ninguna hipótesis por medio de la cual esas propiedades puedan ser explicadas. Porque el método mejor y más seguro de filosofar parece ser, primero *inquirir diligentemente las propiedades de las cosas por medio de experimentos* y después proceder más despacio a las hipótesis para explicarlas. Porque las hipótesis deben servir sólo en la explicación de las propiedades de las cosas pero no deben ser supuestas en su determinación... Porque si la posibilidad de hipótesis se toma como la piedra de toque de la verdad y realidad de las cosas, no veo cómo pueda lograrse la certeza en cualquier ciencia ya que numerosas hipótesis pueden ser inventadas que parecerán superar las dificultades. Por lo tanto se ha considerado aquí necesario dejar de lado todas las hipótesis como ajenas al propósito [de la investigación]...” (*Ibid.* p. 106. La bastardilla es nuestra).

17. Sin embargo Newton debía ser consciente del papel de la ley de la refracción en la orientación de su estudio. Para percatarse de ello basta leer el primer párrafo de su célebre artículo de 1672: “Al comienzo, observar los vívidos e intensos colores así producidos [por el prisma] constituyó una diversión muy agradable; pero después de un rato aplicándome a considerarlos de manera más circunspecta me sorprendí de verlos en forma *oblonga*, la cual de acuerdo con las *leyes de la refracción recibidas* yo esperaba que debería ser circular” (“Newton’s theory about light and colors” en *Isaac Newton’s Papers and Letters on Natural Philosophy, op. cit.* p. 48). En adelante el esfuerzo de Newton se centrará en disolver esta aparente contradicción manteniendo como *puntal incuestionable* la ley de la refracción. Es posible también, claro está, que Newton haya considerado esa ley como un producto directo de la observación. Pero aún en tal caso no es menos cierto (aunque Newton no quiera o no pueda reconocerla explícitamente) que en la investigación sobre los colores esa ley actúa como un principio, formulado de manera universal y separado por lo tanto de la experiencia, que permite el análisis de lo observable bajo una perspectiva particular que en este caso resulta fructífera. Esta perspectiva le permite a Newton llegar finalmente a 13 proposiciones que constituyen el núcleo de su teoría. Las proposiciones fundamentales establecen que la luz blanca es una mezcla de “rayos” cada uno de los cuales cumple estrictamente la ley de la refracción pero posee una refrangibilidad determinada que es diferente para cada “rayo”. A cada “rayo” se le asocia además un color diferente.

la física que no puede ir según Newton más allá de su fundamento empírico, se expresa a propósito del debate sobre los colores en una importante carta al secretario de la Royal Society:

“Finalmente he observado una expresión casual, que insinúa una mayor certeza en estas cosas de la que yo he prometido, a saber la certeza de la demostración matemática. He sostenido en efecto que la ciencia de los colores era matemática, y tan segura como cualquier parte de la óptica; pero, ¿quién ignora que la óptica y muchas otras ciencias matemáticas dependen tanto de las ciencias físicas como de las demostraciones matemáticas? Y la absoluta certeza de una ciencia no puede ser mayor que la certeza de sus principios. La evidencia con que he afirmado las proposiciones de los colores procede de los experimentos físicos y, por lo tanto, no son más que físicas. En consecuencia, las proposiciones mismas no pueden ser estimadas más que los principios físicos de una ciencia. Y si esos principios fuesen tales que en base a ellos un matemático pudiese determinar todos los fenómenos cromáticos que las refracciones pueden producir y se demostrase de qué manera y en qué medida esas refracciones separan o mezclan los rayos, a los cuales son inherentes originalmente varios colores, yo supongo que la ciencia de los colores ha de ser matemática y tan exacta como cualquier parte de la óptica”¹⁸.

En la filosofía natural la certeza –si nos atenemos a las declaraciones de Newton– sólo puede provenir de la fase analítica, aquella en la cual a partir de la observación y de los experimentos se “deducen” los principios. La teoría, aunque es matemática en el sentido particular expresado por Newton, no posee necesariamente una certeza absoluta como sí puede ocurrir con los sistemas de la matemática pura. Incluso, por el hecho mismo de su referencia a la experiencia y de su supuesto fundamento empírico, la evidencia científica puede ser examinada en detalle y cuestionada. Los modos de ese cuestionamiento no pueden ser sin embargo arbitrarios; deben ajustarse, ellos también, a los criterios metodológicos que rigen la indagación: “Por lo tanto, dice Newton, la manera de examinarla [la teoría] es considerando si los experimentos que propongo prueban aquellas partes de la teoría a las cuales se aplican; o bien llevando a cabo otros experimentos que la teoría pueda sugerir para su examen”.¹⁹

18. Carta de Oldenburg, secretariado de la Royal Society. Citado por Burt en *Los fundamentos metafísicos de la ciencia moderna*, Editorial Sudamericana p. 242.

19. “A Series of Queries propounded by Mr. Isaac Newton...” en *Isaac Newton's Papers and Letters on Natural Philosophy op. cit.* p. 93 (La bastardilla es nuestra). Dada la importancia de este texto lo citamos a continuación completo:

“Permítame insinuar Sr. que no puedo considerar efectivo para la determinación de la verdad el examinar las varias maneras por las cuales un fenómeno puede ser explicado, excepto cuando puede hacerse una enumeración perfecta de todas esas maneras. Como Ud. sabe, el método apropiado para inquirir las propiedades de las cosas

“El método mejor y más seguro de filosofar”, el método de “análisis y síntesis” –que Newton defiende en contraposición a la metodología laxa de un Hooke que colecciona observaciones sin criterios racionales rigurosos e inventa hipótesis para explicar *grosso modo* esos efectos– es una garantía de verdad, puesto que pretende extraer los principios directamente de la observación y del experimento, pero también es fuente de incertidumbre ya que lo observado y lo experimentado no sólo admiten siempre una afinación y una precisión crecientes sino también interpretaciones diversas que justamente el esfuerzo teórico trataría de delimitar. Es precisamente el poder de *delimitación* de la teoría, que no se reduce a los procesos de interpretación sino que se traduce también en una demarcación y jerarquización estrictas del campo de la experiencia pertinente para la investigación, lo que diferencia radicalmente el trabajo de Newton de las “historias naturales” del empirismo científico de su tiempo. Sin embargo la delimitación que introduce el esfuerzo teórico siempre guarda un cierto grado de arbitrariedad y por lo tanto también un cierto grado de cuestionabilidad e incertidumbre.

2) Las reglas para filosofar

La cautela en las formulaciones metodológicas –que pretenden señalar pautas para llegar a la verdad pero dejan siempre un espacio abierto a la duda– es tal vez aún más patente en las obras de madurez. Por el lugar significativo que ocupan en los *Principia*, orientando la delicada transición entre la elaboración teórica de carácter esencialmente matemático (libros I y II) y el “sistema del mundo” (libro III), las “Reglas para Filosofar” son de particular importancia para nuestra reflexión. En el libro I de los *Principia*, tomando como fundamento los tres “axiomas o leyes de movimiento”, Newton analiza matemáticamente las características de posibles movimientos cuando los cuerpos interactúan según fuerzas que varían en proporción inversa al cuadrado de la distancia

es *deducirlas de los experimentos*. Yo le señalé que la teoría que propuse se hizo patente no infiriendo tal o cual cosa porque no podía ser de otra manera, esto es, deduciéndola no de una refutación de suposiciones contrarias sino derivándola de experimentos que concluían positiva y directamente. Por lo tanto la manera de examinarla es considerando si los experimentos que propongo prueban aquellas partes de la teoría a las cuales se aplican; o bien llevando a cabo otros experimentos que la teoría pueda sugerir para su examen”. Nótese cómo a pesar de la tendencia de Newton a exagerar su propio empirismo presentando la teoría como “duducida” de los experimentos, en las últimas líneas de esta cita reconoce el poder de la teoría para organizar la experiencia o por lo menos para sugerir experimentos relevantes.

y en proporción directa al producto de las masas. En particular, Newton examina las condiciones de validez de las tres leyes de Kepler para los movimientos planetarios. El libro I se caracteriza por la exploración libre –aunque matamáticamente rigurosa– de diversos problemas hipotéticos que en el contexto de este libro no pretenden tener aún una relación estrecha con situaciones observables del mundo real.²⁰ En el libro III –“Sistema del Mundo”– se procederá a contrastar los datos astronómicos sobre los movimientos planetarios –“fenómenos”, como los llama Newton en este libro– con las conclusiones matemáticas alcanzadas en el libro I. Esta contrastación será el punto de partida de un proceso de generalización muy audaz que culminará con el enunciado de la *ley de la gravitación universal*. Las “reglas para filosofar” que abren el libro III pretenden señalar pautas que orienten y justifiquen este proceso.

Las dos primeras reglas se refieren a la atribución de causas para explicar fenómenos²¹:

Regla I:

“No debemos para las cosas naturales admitir más causas que las verdaderas y suficientes para explicar sus fenómenos”.

A manera de explicación Newton añade a continuación del enunciado: “Dicen sobre ello los filósofos: la Naturaleza no hace nada en vano y es vano mucho cuando basta con poco. Pues la Naturaleza es simple, y no se complace en causas superfluas para las cosas”. Redactada como consecuencia de la primera regla, la segunda dice:

20. Bernard I. Cohen ha destacado, como una de las características más notables del “estilo newtoniano” de los *Principia*, la capacidad de su autor para tomar distancia frente a las situaciones reales elaborando en forma relativamente libre “constructos matemáticos” ideales que, al introducir condiciones adicionales, pueden hacerse cada vez más complejos acercándose así gradualmente a situaciones reales (véase I. Bernard Cohen *La revolución newtoniana y la transformación de las ideas científicas*, Alianza Universidad, Madrid 1983, especialmente el capítulo 3). El mismo Newton señala en la introducción al libro III de los *Principia*: “En los libros precedentes he expuesto principios de filosofía, no tanto filosóficos como matemáticos, sobre los cuales resulta posible fundamentar nuestros razonamientos en asuntos filosóficos... Es preciso aún demostrar a partir de esos mismos principios la constitución del sistema del mundo (I. Newton *Principios matemáticos de la filosofía natural*, Editora Nacional, Madrid 1982, p. 655).

21. *Ibid.* p. 657. Estas dos reglas son las únicas que figuraban en la primera edición de los *Principia* (1687). La tercera regla se introduce en la segunda edición (1713) y la cuarta en la tercera edición (1726). Para un estudio comparativo sobre las sucesivas formulaciones de las reglas tanto en los manuscritos como en las ediciones de los *Principia*, véase Koyré A. “Les Regulae philosophandi” en *Etudes newtoniennes* Gallimard 1968, pp. 317- 329.

Regla II:

“Por consiguiente, debemos asignar tanto como sea posible a los mismos efectos las mismas causas”.

Estas dos reglas apuntan a la unificación de los principios teóricos. Como se ve, están redactadas a la manera de preceptos metodológicos para el hombre de ciencia sin que aparezca en el *enunciado* mismo ninguna pretensión ontológica. La *explicación* de la primera regla introduce sin embargo, a manera de justificación del precepto, la simplicidad de la naturaleza. Conviene anotar también la atenuación que introduce el “tanto como sea posible” de la segunda regla. Con esta atenuación, que Newton introdujo en la segunda edición de los *Principia*, se admite implícitamente la posibilidad de resultados de la ciencia que no sean acabados, que no constituyan verdades definitivas, que no coincidan exactamente con las “causas verdaderas” según las cuales obraría la naturaleza.

En el libro III de los *Principia* Newton utiliza estas dos reglas en particular para justificar la asignación de una misma fuerza, la fuerza de la gravedad, a la acción que mantiene la Luna en su órbita alrededor de la Tierra y a la fuerza que hace caer los cuerpos cerca de la superficie terrestre²². Usará también la regla II (en la Proposición V Teorema V del libro III) para afirmar, con base en la similitud de las características esenciales de los movimientos de los planetas alrededor del Sol y de la Luna alrededor de la Tierra, que la misma causa –la fuerza de la gravedad– actúa entre el Sol, los planetas y los satélites.

La regla III se refiere no ya a la asignación de causas como las dos anteriores sino a la atribución de cualidades universales a los cuerpos:

Regla III:

“Las cualidades de los cuerpos que no admiten intensificación ni reducción, y que resultan pertenecer a todos los cuerpos dentro del campo de nuestros experimentos, deben considerarse cualidades universales de cualesquiera tipos de cuerpos”.

La regla manifiesta nuevamente el sesgo empirista de las formulaciones sobre método de Newton que ya hemos señalado. En la explicación que si-

22. Véase la proposición IV teorema IV del libro III de los *Principia*. Después de comparar la aceleración de la Luna en su órbita circular con la aceleración de la gravedad y de mostrar que la relación de esas aceleraciones varía inversamente como la relación de los radios al cuadrado, Newton concluye: “En consecuencia (por las reglas I y II), la fuerza por la que la Luna es retenida en su órbita es precisamente la misma fuerza que comúnmente llamamos gravedad...” (*Principios...* op. cit. p. 670).

gue a la regla el autor aclara: "Pues como las cualidades de los cuerpos sólo nos son conocidas por experimentos, debemos considerar universal todo cuanto concuerda con ellos, y aquellas que no son susceptibles de disminución no pueden ser suprimidas. Ciertamente, no debemos abandonar la evidencia de los experimentos por sueños y ficciones vanas, ni tampoco alejarnos de la analogía de la naturaleza, que es acostumbradamente simple y siempre consonante consigo misma"²³.

Como aplicación de la regla Newton muestra cómo podría llegarse a la idea de la gravitación universal:

"...si consta universalmente por experimentos y observaciones astronómicas que todos los cuerpos situados en torno a la Tierra gravitan hacia ella...; que del mismo modo la Luna, con arreglo a su cantidad de materia, gravita hacia la Tierra y que, por otra parte, nuestro mar gravita hacia la Luna, como todos los planetas unos con respecto de los otros... debemos como consecuencia de esta regla admitir universalmente que todos los cuerpos sin excepción están dotados de un principio de gravitación mutua"²⁴.

También en el libro III, Newton hará uso de esta regla para justificar en particular la extensión del poder de atracción de la Tierra *a todos los cuerpos sin excepción* (Proposición VI, Teorema VI, Corolario II, Libro III).

23. *Ibid.* p. 658. En la explicación que sigue al enunciado de la regla, Newton la aplica para mostrar cómo a partir de propiedades tales como la extensión, la dureza, la impenetrabilidad, la movilidad, la inercia de los cuerpos objeto de nuestra experiencia podemos inferir estas propiedades para *todos* los cuerpos. Koyré ha señalado el carácter polémico y anticartesiano de esta regla. Según ella, la misma extensión de todo cuerpo sería un *resultado empírico* y no como lo quería Descartes una propiedad esencial y prácticamente equivalente *a priori* a la materia misma (*res extensa*) (Véase Koyré, *op. cit.* pp. 320-321). La voluntad anticartesiana de Newton se manifiesta aún más explícitamente en el borrador de una *quinta regla* que se abstuvo sin embargo de publicar: "Todó lo que no deriva de las cosas mismas sea por los sentidos externos, sea por la sensación de los pensamientos (cogitaciones) internas, debe ser tenido como hipótesis. Así, yo siento que pienso, lo cual no podría ocurrir si no sintiese al mismo tiempo que existo. Pero yo no siento que idea alguna sea innata. Y no tomo por fenómenos lo que se deja conocer de nosotros por los cinco sentidos externos sino también aquello de lo cual, pensando, tenemos la intuición en nuestros espíritus; cosas tales como: existo, creo, entiendo, recuerdo, pienso, quiero, no quiero, tengo sed, tengo hambre, gozo, sufro etc. Y lo que no puede ser demostrado a partir de los fenómenos, ni se sigue de ellos por un argumento fundamentado en la inducción, lo tengo por hipótesis". (*Ibid.* p. 324).

24. Esta explicación podría dar pie (como efectivamente ocurrió) a interpretaciones de la gravitación como cualidad interna o innata a la materia. Sabemos que Newton siempre se opuso a esta concepción y probablemente por eso agregó a continuación, en la tercera edición: "Para nada afirmo que la gravedad sea esencial a los cuerpos. Por la *Fuerza insita* sólo entiendo su fuerza inercial, que es inmutable", (*Principios... op. cit.* p. 659).

Al igual que las dos anteriores, la regla III quiere justificar como resultado de lo empírico un proceso de universalización que necesariamente escapa a las condiciones de lo experimentable. En el esfuerzo mismo por fundamentar la ley universal de la gravitación como consecuencia de lo empírico, se descubre la limitación de una tal fundamentación al tener que introducir una regla de razonamiento que precisamente la postule. En realidad las reglas dan muestra de la enorme capacidad de reflexión del autor de los *Principia* sobre su propia obra. Indican la preocupación del autor por la validez de sus generalizaciones y la conciencia del enorme salto en ellas implicado. Representan un intento de justificar el salto que no logra en realidad sino ponerlo de relieve al tener que postular en la regla lo que no puede salir de la empiria.

La cuarta regla es, como dice Koyré, la regla de buena conducta y de prudencia del empirismo consecuente:

Regla IV:

"En filosofía experimental debemos recoger proposiciones verdaderas o muy aproximadas inferidas por inducción general a partir de los fenómenos, prescindiendo de cualesquiera hipótesis contrarias, hasta que se produzcan otros fenómenos capaces de hacer más precisas esas proposiciones o sujetas a excepciones".

Hacia el final de la *Optica* Newton volverá sobre el contenido de esta regla en una explicación del método de "análisis y síntesis". Con mayor conciencia aún de las limitaciones del método y de la necesaria incertidumbre que lo acompaña, Newton escribe:

"Y, aunque los argumentos a partir de observaciones y experimentos por inducción no constituyen una demostración de las conclusiones generales, con todo, es el mejor modo de argumentar que admite la naturaleza de las cosas, y ha de considerarse tanto más fuerte cuanto más general es la inducción"²⁵.

25. *Optica, op. cit.* p. 349. Dada la importancia de este aparte de la *Optica*, reproducimos todo el texto: "Como en las matemáticas, en la filosofía natural la investigación de las cosas difíciles por el método de análisis ha de preceder siempre al método de composición. Este análisis consiste en hacer experimentos y observaciones, en sacar de ellos conclusiones generales por inducción y en no admitir otras objeciones en contra de estas conclusiones que aquellas salidas de los experimentos u otras verdades ciertas, pues las hipótesis no han de ser tenidas en cuenta en la filosofía experimental. Y, aunque los argumentos a partir de observaciones y experimentos por inducción no constituyen una demostración de las conclusiones generales, con todo, es el mejor modo de argumentar que admite la naturaleza de las cosas y ha de considerarse tanto más fuerte cuanto más general es la inducción. Si de los fenómenos no surge ninguna excepción, las conclusiones pueden proclamarse en general. Pero, si algún tiempo después surgiese alguna excepción de los experimentos, habrán de comenzar a proclamarse con las excepciones pertinentes. Con este método de análisis podemos pasar de los compuestos a sus ingredien-

La *Regla IV* y el aparte de la *Optica* que hemos citado destacan la conciencia por parte de Newton del carácter de provisionalidad que poseen muchos de los resultados de la labor científica. Se diría, al leer estos textos, que su autor ha abandonado toda aspiración a la verdad absoluta y que concibe la empresa de la ciencia como una permanente labor de afinación y rectificación sin límite. Sin embargo en el siguiente párrafo de la *Optica* –el último del libro– Newton, como si no quisiera dejarnos olvidar el significado y la finalidad profundamente metafísicos que a sus ojos tiene el trabajo de la ciencia, nos habla del conocimiento de la “primera causa”, al cual debe conducir la labor de la filosofía natural y de los posibles efectos de ese conocimiento sobre el comportamiento moral de los hombres²⁶. De igual manera en el *Escolio General* que cierra su máxima obra, se extiende sobre la necesaria existencia de un “ente inteligente y poderoso” bajo cuyo consejo se habría originado “este elegantísimo sistema del Sol, los planetas y los cometas” y que a su vez rige todas las cosas “no como alma del mundo sino como *dueño de los universos*”.²⁷

III. La armonía como criterio de certeza.

En realidad encontramos en Newton un propósito constante de hacer que la ciencia, por lo menos en sus conclusiones más generales, pueda subordinarse a finalidades metafísicas. La filosofía natu-

tes y de los movimientos a las fuerzas que los producen; en general, de los efectos a las causas y de estas causas particulares a las más generales, hasta que el argumento termine en la más general. Este es el método de análisis. El de la síntesis, por su parte, consiste en suponer las causas descubiertas y establecidas como principios y en explicar con ellos los fenómenos, procediendo a partir de ellas y demostrando las explicaciones”. En el prefacio a la primera edición de los *Principia* Newton expresa de manera resumida el programa de “análisis y síntesis” para la mecánica en los siguientes términos: “... toda la dificultad de la filosofía parece consistir en pasar de los fenómenos de movimiento a la investigación de las fuerzas de la Naturaleza y luego demostrar los otros fenómenos a partir de esas fuerzas” (*Principios... op. cit.* p. 200).

26. *Optica op. cit.* p. 350. Véase también la nota (11).

27. En el *Escolio General* de los *Principia* Newton intenta mostrar cómo los resultados de la ciencia no pueden sino confirmar la necesaria acción de Dios sobre el mundo. “Pero aunque esos cuerpos puedan continuar en sus órbitas por las meras leyes de la gravedad, nos dice refiriéndose a los planetas, satélites y cometas del sistema solar, *en modo alguno podrían haber adquirido a partir de esas leyes la posición regular de las órbitas mismas*. Los seis planetas primarios giran en torno al Sol en círculos concéntricos, con movimientos dirigidos hacia las mismas partes y casi en el mismo plano. Diez lunas giran en torno a la Tierra, Júpiter y Saturno en círculos concéntricos con la misma dirección de movimiento y casi en los planos de las órbitas de esos planetas. *Pero no debe suponerse que simples causas mecánicas*

ral debe ayudarnos a conocer a Dios y debe iluminar en sus aspectos éticos la práctica de los hombres²⁸. Estos constituyen sus más elevados fines. Pero, para alcanzarlos Newton, manteniendo su arraigada voluntad de lograr la certeza en las conclusiones de la filosofía natural, descarta tanto la vía del utilitarismo empirista que debilita el carácter de necesidad de los resultados de la ciencia (Hooke) como la del apriorismo que postula sin mediación esa necesidad (Descartes)²⁹. Su polémica contra las “hipótesis”, que se prolonga a lo largo de toda su obra científica, va precisamente dirigida contra estas dos corrientes de pensamiento de enorme influencia en los ámbitos intelectuales de la Inglaterra y de la Europa del siglo XVII respectivamente. Newton elige el camino de la confrontación con los fenómenos sobrevalorando incluso los aspectos empíricos de su investigación y desconociendo en las formulaciones sobre método los fundamentos racionales y teóricos previos que, tanto en los trabajos sobre óptica como sobre mecánica, le permiten de hecho la organización y el tratamiento coherente de lo empírico. Por medio del trabajo de la ciencia el mundo empírico debería revelar, como su faz oculta, lo absoluto.

podrían dar nacimiento a tantos movimientos regulares, puesto que los cometas vagan libremente por todas las partes de los cielos en órbitas muy excéntricas... Este elegantísimo sistema del Sol, los planetas y los cometas sólo puede originarse en el consejo y dominio de un ente inteligente y poderoso” (Principios... op. cit. p. 814 y siguientes. La bastardilla es nuestra).

28. Newton contrasta su propia concepción –afianzada, así lo cree, por los resultados de la ciencia–, según la cual Dios no sólo es el *creador* del universo sino también el “señor y *amo universal*” que vela constantemente por la conservación y el devenir de su creación, con la de Leibniz que hace de Dios el autor ausente de una máquina perfecta y autoregulada. Como lo dice en el *Escolio General* de los *Principia* este dios “sin dominio, providencia y causas finales nada es sino *hado y naturaleza*”. Así como la naturaleza en ese mundo sin dios evoluciona según leyes preestablecidas, los hombres se encuentran abandonados a un destino ciego. Por el contrario, el “señor dios, pantocrator o amo universal” de Newton exige obediencia e impone deberes. La ciencia –así lo cree Newton– al aclarar las formas de acción del amo universal sobre la naturaleza puede contribuir también a esclarecer esos deberes. (Véase *Escolio General* de los *Principia* y *Optica op. cit.* p. 350).

29. Conviene anotar sin embargo cómo, a pesar de sus confesiones en contra del apriorismo, Newton introduce –tal vez era imposible hacerlo de otra manera– los conceptos de espacio y tiempo absolutos, esenciales en la fundamentación de la mecánica, en forma completamente apriorística, disimulando apenas el origen metafísico de estas nociones (véase *Principios... op. cit.* Escolio pp. 228-235). El célebre escolio sobre espacio y tiempo es también interesante porque, en contradicción con sus cautelosas formulaciones sobre método que hacen de lo empírico la fuente principal de verdad en la ciencia, Newton distingue aquí entre las medidas *sensibles* del espacio y del tiempo que son apenas “vulgares y aparentes” y el verdadero concepto que es “absoluto y matemático” y contradice incluso los datos inmediatos de la experiencia sensible.

Pero, por lo menos en primera instancia, lo empírico aparece como particularidad y fuente de incertidumbre. De ahí que Newton, reconociendo un cierto relativismo en las verdades de la ciencia, intente superarlo por medio de la formulación de reglas y procedimientos de generalización que trascienden el campo de lo empírico.

Lo que de hecho revelan estos intentos, aunque Newton se resista a reconocerlo de manera explícita, es que en la ciencia la certeza no puede provenir tan solo de lo empírico; que tal vez su mejor garantía reside en la coherencia racional de los sistemas teóricos y en la concordancia de sus predicciones con los resultados de experimentos diseñados e interpretados dentro de los marcos conceptuales de esos sistemas. Contrariamente a lo que sugieren las formulaciones newtonianas sobre método, el movimiento decisivo es el que va de la teoría a los fenómenos. El principal criterio de certeza es entonces un criterio de armonía. Si, como dice Zev Bechler³⁰, unos pocos principios logran explicar un número grande de fenómenos, esos principios son probablemente ciertos. Si explican todos los fenómenos, son verdaderos sin ningún margen de duda. En realidad sólo de este criterio de armonía –y no de reglas metodológicas– podría emanar la seguridad que Newton albergaba de haberse acercado, con la ley de gravitación universal, a lo absoluto.

30. Bechler Z. "Some issues of newtonian historiography" en *Contemporary newtonian research*, D. Reidel publishing Co., 1982.

Chaucer, Geoffrey (1340-1400)
Poeta Inglés



Grabado en Madera
Ilustración para *Los cuentos de Canterbury* (c.1386)