



LA RAZÓN HISTÓRICA. Revista hispanoamericana de Historia de las Ideas. ISSN 1989-2659

La nueva ciencia germen de la nueva Europa

The new science germ of the new Europe

Álvaro Antón Sancho.

Doctor en Matemáticas. Magíster en Investigación Matemática. Dpto. Álgebra. Universidad Complutense de Madrid^[1].

Resumen

La tesis fundamental del artículo es estudiar la manera en que se puede ver la matriz del sistema y el método de la nueva ciencia de Galileo y Newton incluida en los fundamentos mismos del empirismo, que está en el seno de la Europa ilustrada. Para ello estudiaremos las claves de la ciencia de Galileo y comprobaremos que estas claves subyacen en el mismo eje vertebral del *Ensayo sobre el entendimiento humano* de Locke. Todo ello encaminado a intentar recuperar una noción adecuada y amplia de ciencia en orden a caminar hacia una verdadera unidad del conocimiento.

Palabras clave: nueva ciencia, razón matemática, empirismo, materialismo.

Abstract

The fundamental thesis of this paper is to explore how one can see the matrix of the system and method of the new science of Galileo and Newton included in the very foundations of empiricism, which is at the heart of enlightened Europe. We will study the key of the science of Galileo and see that these keys are on the same underlying backbone of the Locke's *Essay Concerning Human Understanding*. All aimed at trying to recover an adequate a comprehensive notion of science in order to move towards a real unity of knowledge.

Keywords: new science, mathematical reason, empiricism, materialism.

1. Introducción.

La cuestión de la unidad del conocimiento hunde sus raíces en la noción clásica griega de cosmos como orden de la realidad, intrínsecamente comprensible por el uso de la razón, una visión diferente y radicalmente novedosa de las culturas colindantes a la helénica, que manifestaban una comprensión mítica del mundo. Esta visión, que tiene su culmen en la física y metafísica aristotélicas, hace radicar el conocimiento en la misma realidad, en sus dimensiones materiales e inmateriales, y su intelección en el uso de la razón en sentido amplio.

Esta unidad, mantenida a lo largo de toda la Edad Media, se rompe en el Renacimiento, época en que comienza el proyecto del hombre de dominar la naturaleza y dominarse a sí mismo desde su propia razón y una razón reducida a lógica. Descartes inaugura el imperio de la razón matemática provocando la quiebra entre la ciencia y la antigua filosofía, relegada ahora a mera especulación. Nacen el racionalismo y el empirismo, cuyo auge en la Ilustración supondrán el triunfo de la ruptura entre el conocimiento científico y la especulación metafísica, rasgos a nuestro juicio germinales de la mentalidad europea actual.

El definitivo divorcio ciencia – filosofía exige una correspondiente ruptura en la realidad y en el hombre mismo. El hombre, en su dimensión de conocimiento de la realidad es *hombre científico*. El sentido preciso en que hay que entender la noción de ciencia es el sentido positivista de ciencia, que llega hasta nuestros días de la mano del Círculo de Viena y del neopositivismo encarnado con máxima autoridad por Hans Reichenbach[2]. Para el neopositivismo, la realidad es exactamente aquello que tiene existencia material. Este es el criterio neopositivista de realidad. Si la ciencia es conocimiento de lo real y lo real es lo material, la ciencia trata de lo empíricamente constatable y por tanto, el principio de verificación científica es de carácter experimental. Pero entonces la racionalidad de lo real es la racionalidad cuantitativa, por tanto de la ciencia experimental y la ciencia matemática.

Para el neopositivismo, todo otro conocimiento no científico no puede ser otra cosa que una teoría del conocimiento reducida a mero examen del quehacer científico o, si se quiere, una filosofía de la ciencia basada en un examen del método científico-experimental. Se culmina así la estela marcada por Wittgenstein, que entendía toda filosofía como crítica lingüística[3]. En este sentido podemos decir que el hombre como ser abierto a la realidad es el hombre científico materialista.

En absoluta dicotomía con el anterior está el hombre que quiere y actúa en función de un criterio de moralidad. En la cultura positivista materialista los deseos o los valores, de tener entidad alguna, ésta es inmaterial y por tanto no real. No pueden ser en consecuencia objeto de conocimiento, puesto que éste brota exclusivamente de la ciencia empírica. La moral no es objeto de verdad y, por eso, debe abandonarse toda pretensión de alcanzar una guía en materia moral. El hombre que quiere y desea se convierte así en el *hombre pasional*, es el hombre del emotivismo. Su vida cotidiana se rige por la pasión y la emoción, entendidas desde

el marco de la irracionalidad y muy alejadas, por tanto, de todo elemento de juicio científico.

En virtud de esta fractura entre el hombre científico y el hombre pasional en la que hoy vivimos entendemos la ciencia como algo absolutamente ajeno a lo cotidiano y, en definitiva, a lo humano. No nos damos cuenta de que, sólo en parte, pero de modo significativo, si somos esclavos del hombre pasional se debe a la fractura que hemos establecido en la noción misma de lo que es hombre. Para que el hombre pueda vivir como hombre verdadero se hace imprescindible retomar la unidad en la concepción del hombre, del mundo y, por consiguiente, del conocimiento; “*se percibe cada vez más la necesidad de un enfoque interdisciplinario vinculado a una reflexión filosófica que lleve a una síntesis (del conocimiento científico)*” [4].

En este trabajo nos centramos en el acontecimiento que constituye el origen mismo de la ruptura en el seno del conocimiento, que es la revolución científica del siglo XVII y la fundación de la nueva ciencia. Trataremos de desentrañar las claves de la nueva ciencia para así comprobar cómo se puede entender que estas claves están inmersas en el corazón mismo de las obras fundacionales de lo que habría de ser la filosofía ilustrada. Nos centraremos para ello en lo que entendemos que es una de las primeras obras en sistematizar la actitud filosófica propia de lo que será la nueva Europa, el *Ensayo sobre el entendimiento humano*, de John Locke. Para ello, en la sección *La revolución científica del siglo XVII* analizaremos los pormenores de la revolución científica acaecida en el siglo XVII enfatizando cuanto supone de novedad en sus ideas esenciales respecto del antiguo marco aristotélico de ciencia; en la sección *Galileo y la nueva ciencia*, nos fijaremos especialmente, aunque no de modo único, en quien entendemos que es un significado exponente del origen de esta nueva ciencia con el fin de extraer las claves de su naturaleza y su método; finalmente, en *Locke, maestro de Europa* intentaremos comprobar cómo las claves científicas galileanas pueden verse convenientemente embebidas en la matriz del sistema filosófico lockeano.

2. La revolución científica del siglo XVII.

El Renacimiento en Europa culmina la caída del sistema de pensamiento imperante en el mundo científico desde la antigüedad: el sistema científico o filosofía natural aristotélicos.

Aristóteles elabora la primera formalización teórica de las ideas y observaciones de los presocráticos sobre de la naturaleza construyendo así todo un sistema científico acerca de los objetos naturales que dominó en el pensamiento científico europeo hasta el Renacimiento. Para Aristóteles todos los cuerpos son compuestos de potencia y acto, de manera que la física es el estudio del paso de las potencias a los correspondientes actos. Las potencias de los objetos materiales, aquello que un determinado objeto puede llegar a ser, viene dado por lo que el objeto es, es decir, por su esencia. De esta forma, el núcleo de todo el sistema aristotélico es la esencia de los objetos. El resto de afecciones (cantidades, cualidades o relaciones) del objeto material son accidentes y pueden estar presentes o no en función de la

esencia. La misma razón de ser de los accidentes es la de mostrar la verdadera esencia del cuerpo, que es lo único no susceptible de cambio y aquello que da el ser lo que es de lo que es. Se ve, de esta manera, cómo en el sistema aristotélico, el elemento último de conocimiento es precisamente la dimensión inmaterial del objeto material, siendo la materia la vía de acceso al conocimiento a través de las disposiciones accidentales.

Ésta es precisamente la perspectiva que cambia en el siglo XVII. Estamos en un momento en que la sociedad, y con mayor intensidad el mundo científico, está impregnada de la visión racionalista introducida por Descartes. La duda metódica ha puesto en tela de juicio la existencia misma de los objetos, podríamos decir la realidad misma de lo real, y depositado la confianza exclusivamente en la capacidad de la razón humana y una razón devaluada al orden de lo silogístico. La razón reducida a lógica es la fuente de verdad del Descartes que sustituye la certeza por la evidencia:

“Fue el primero no admitir como verdadera cosa alguna, como no supiese con evidencia que lo es; es decir, evitar cuidadosamente la precipitación y la prevención y no comprender en mis juicios nada más que lo que se presentase tan clara y distintamente a mi espíritu, que no hubiese ninguna ocasión de ponerlo en duda.” [5]

El conocimiento reducido a evidencia exigió la reducción de la razón a razón matemática, lo que a su vez manifestó la necesidad de desterrar de la realidad todas aquellas dimensiones que no fuesen tratables por la aritmética y la nueva geometría analítica cartesiana. Entendemos por razón matemática aquella sección de la razón que opera matemáticamente sobre los datos que manan de las afecciones cuantificables de los cuerpos. En el fondo se trata del uso mismo de la razón instrumental sobre determinados elementos de los cuerpos. La razón instrumental es aquella que usa los objetos en virtud de su condición de medio para un fin. Si restringimos el universo de los objetos a las cualidades cuantificables de los cuerpos, entonces es claro que su condición de medio se expresa en términos de su precisa cuantificación, de modo que retomamos la razón matemática.

Todo esto supone la negación de toda dimensión inmaterial en los objetos materiales y la reducción de la materia a pura extensión. Las únicas dimensiones de la realidad serán ahora aquellos accidentes susceptibles de ser cuantificados, por cuanto pasan por ser los únicos tratables en términos de ecuaciones. De esta manera, la física no es otra cosa que matemáticas y el geómetra se erige en el más puro conocedor de la realidad.

Las matemáticas eran una forma de saber: ¿eran en verdad su única forma? [6] El paso del tiempo combinado con un siglo de fervoroso trabajo matemático hizo ver que, si bien por el método la matemática se adecua a la perfección al ideal de un saber cierto de los objetos reales, no lo es así por los objetos [7]. Abstraerlo todo no es conocerlo todo, como prueba el mismo hecho de que la excelencia de Descartes en geometría no lo libró de su claro extravío en el campo de la física. Además, rápidamente se comprobó que la disertación matemática conduce rápidamente a

objetos y nociones que nada tienen que ver con la realidad, como la dimensión infinita que ya comenzó a estudiarse desde la geometría analítica.

Estas observaciones exigieron un cambio de parte de los científicos, un viraje hacia la observación. No se trata ahora de que la prueba y la contraprueba sustituyan la razón matemática. Muy al contrario, la matemática sigue teniendo su valor fundamental. Se trata de que el criterio definitivo de veracidad esté en la misma realidad y no en la construcción teórica basada en hipótesis que ofrece la matemática. Se trata ahora de someterse al hecho real. El científico observa casos particulares, emplea la razón matemática para el descubrimiento de leyes de carácter universal, que verifica definitivamente en la realidad: *“aceptar lo concreto; interpretarlo por la razón; comprobar por lo concreto esa interpretación misma: ésta es la ley”* [8].

Todas las tentativas de llegar al ser aristotélico de las cosas han resultado vanas. Las sustancias, las esencias, las causas se nos escapan y ahora todas esas nociones se entienden como pura verborrea, restringida al ámbito de la escolástica. Es el opio que hace dormir porque tiene propiedades dormitivas, según la famosa ironía de Molière en *El enfermo imaginario*. La clave de todos los fenómenos del universo está ahora en la observación y en el cálculo. Se trata del empirismo científico.

Bacon se propuso reorganizar según este patrón el método de estudio científico. Lo hizo en el *Novum Organum*, cuyo mismo nombre pone al descubierto la intencionada contraposición con el *organon* aristotélico. En el comienzo absoluto de la obra señala la doble dimensión, experimental y racional, del conocimiento humano:

“El hombre, servidor e intérprete de la naturaleza, ni obra ni comprende más que en proporción de sus descubrimientos experimentales y racionales sobre las leyes de esta naturaleza; fuera de ahí, nada sabe ni nada puede.” [9]

En función de esta noción de conocimiento, debe desterrar toda posibilidad de conocimiento acerca de las dimensiones metafísicas de los objetos materiales, ya sea de la sustancia, ya de las cuatro causas aristotélicas para finalmente fundamentar la ciencia en la investigación, descubrimiento y explicación de las leyes [10] del movimiento de los cuerpos. Esto no supone el completo descrédito del sistema científico aristotélico, al que considera madre de todas las ciencias [11], pero sí manifiesta que no opera en la aportación de conocimiento, siendo esta la razón de que *“casi no haya habido, sobre todo en estos últimos tiempos, quien se haya consagrado a su estudio con inteligencia clara y libre de ulteriores miras, a menos que se cite por casualidad algún monje en su celda o algún noble en su mansión”* [12].

Bacon comparte con Descartes la superación de la metafísica y la adopción del método lógico. La novedad que trae Bacon respecto del sistema racionalista es que hace virar el criterio definitivo de conocimiento de la evidencia del razonamiento a la certeza de los hechos. Para Bacon, la matemática es una ciencia encerrada en sí

misma por su propia naturaleza, que partiendo de nociones puramente ideales (palabras, en su lenguaje) no puede dar el salto a la realidad y aportar así nuevo conocimiento acerca de los cuerpos:

“En cuanto a las cosas materiales, las definiciones no pueden remediar este mal, porque las definiciones se hacen con palabras y las palabras engendran las palabras; de tal suerte que es necesario recurrir a los hechos, a sus series y a sus órdenes.” [13]

Según la gnoseología de Bacon, el espíritu humano aprehende las cosas por los sentidos, siendo así que las imágenes de esas cosas, transmitidas a la mente, son la materia de los juicios de la razón. Por consiguiente, la apertura de una vía segura a la razón científica radica en la observación de la realidad.

En el quehacer científico, la diferencia entre someterse a los hechos y no hacerlo es, para Bacon, la diferencia entre diligencia y especulación, que se traduce científicamente como esterilidad. No es la intención de Bacon sustituir la razón matemática por la experiencia en el estudio científico, sino, asumiendo el carácter estructural de esta razón, hacer ver la vacuidad de sus afirmaciones si éstas no parten de los hechos reales y se confrontan con ellos. En este sentido, llama hecho matemático, en contraposición con hecho real, a la afirmación que, partiendo de las ideas matemáticas, se vierte sobre ellas mismas [14]. Hecho matemático es, por tanto, cualquier sentencia que resulta de la aplicación de las leyes de la lógica a un conjunto de hipótesis.

3. Galileo y la nueva ciencia.

Es difícil señalar al primer científico que practicara el nuevo modelo de ciencia del siglo XVII. Con justicia se puede citar a Copérnico o Kepler. Antes que Galileo, hay quien sitúa a Domingo de Soto como el científico cuya obra da origen a la ciencia moderna, en cuanto inspiración cierta de Galileo en lo que se refiere a la descripción del movimiento uniformemente acelerado [15]. Sin embargo, Galileo fue el primero en reivindicar para sí la novedad de la superación de la física de Aristóteles. Lo hace, por ejemplo, en *De Motu Antiquora*, donde afirma ser el primero en cuestionar la vieja regla aristotélica para calcular velocidades de caída de graves en diversos medios [16]. Si bien es cierto que la veracidad de tales atribuciones es muy discutidas por la historiografía, al menos sí podemos afirmar que fue Galileo el primero que, de una manera sistemática, creó un corpus de ciencia física de matriz matemática y anclaje empírico, reflexionando asimismo acerca de esta nueva concepción de ciencia que estaba inaugurando.

Galileo es también el referente de numerosos científicos, incluso contemporáneos suyos, que lo sitúan como origen de la nueva tendencia científica que se está imponiendo en Europa en este siglo XVII. Por ejemplo, en la obra del médico italiano Giovanni Maria Lancisi (1654-1720), que defiende que para la práctica de la medicina racional vale más servirse de lo que él llama en un sentido amplio la filosofía experimental, se cita a Galileo como su fundador en el área de la física [17].

Otra reflexión de importancia acerca del papel de Galileo en la génesis de la revolución científica del siglo XVII la protagoniza el historiador ruso Alexandre Koyré. Para Koyré, Galileo es el indiscutible protagonista de la instauración de la nueva ciencia en Europa. Sin embargo, sus novedades, lejos de cuanto hemos explicado aquí, deberían interpretarse en términos de una metafísica de corte platónico. Koyré sostiene que la característica definitoria de la actitud intelectual de la ciencia moderna en el sentido de Galileo es la geometrización de la naturaleza y, por consiguiente, la geometrización de la ciencia. Así, la experimentación es un elemento subsidiario en la investigación de Galileo y, afirma Koyré, su valor no pasa del meramente persuasivo.

La historiografía se encarga sobradamente de desmontar esta teoría sobre el Galileo platónico desde un punto de vista histórico. Historiadores contemporáneos como Maurice Finocchiaro[18] o Stillman Drake[19] demostraron que si Galileo llegó a la ley de caída de los graves fue a través de la concepción de ingenios que le permitieron realizar precisas mediciones. Otros autores, como Eugenio Garin[20], se afanan en mostrar que algunas de las decisiones que tomó Galileo, como la de abandonar la universidad, radica en el convencimiento de que dentro de ella, los matemáticos estaban subordinados a los filósofos. Pero esta discusión histórica es la expresión de una matriz histórica que nos parece nuclear. En efecto, en su famoso artículo aparecido en *Études d'histoire de la pensée scientifique*, Koyré manifiesta en varias ocasiones lo que a su juicio constituye la novedad filosófica que inaugura Galileo:

“Por consiguiente, lo que constituye el verdadero tema del ‘Diálogo acerca de los dos grandes sistemas del mundo’ es el derecho de la ciencia matemática, de la explicación matemática de la naturaleza por oposición a la no matemática del sentido común y de la física aristotélica, mucho más que la oposición de dos sistemas astronómicos.”[21]

Koyré parte del principio que identifica la negación de la metafísica con el racionalismo cartesiano, que niega cualquier fuente de conocimiento que no provenga de la idea pura proveniente de la razón. Ciertamente el empirismo bebe del racionalismo en el sentido de que desmiembra la realidad extirpándole sus dimensiones inmatriciales metafísicas más profundas y sustancializando las afecciones cuantificables y tratables matemáticamente. Pero no es menos cierto que el empirismo científico de Galileo conserva, aunque reducida, una realidad externa al observador que, además, se erige en fuente primera de conocimiento e investigación y clave de verificación de toda ley científica. Por consiguiente es posible plantear oposición a la filosofía natural aristotélica generando a la vez una novedad real respecto del sistema cartesiano, que es lo que, a nuestro entender, hace Galileo.

Queda ampliamente justificado que se puede situar a Galileo entre los científicos que da origen a una nueva concepción de conocimiento científico basada en la negación de toda metafísica y la sustancialización de las extensiones, la experimentación y el razonamiento lógico-matemático. Tanto en su obra científica

como epistolar, Galileo manifiesta explícita y abundantemente su conciencia de estar desligándose de la antigua filosofía natural mediante el intento de desmontar demostraciones de Aristóteles a las cuestiones que él trata[22].

La importancia del método matemático en la física de Galileo tiene como consecuencia particular una abundante cantidad de resultados matemáticos demostrados a lo largo de su obra[23].

Tal sistema de ideas es recogido por Newton en los *Principia mathematica philosophiae naturalis*, obra que verdaderamente marcó un punto de inflexión en la consideración global del hecho científico y constituye el triunfo definitivo de la nueva ciencia de Galileo. Newton deja claro desde el comienzo que los nuevos objetos de la física son la materia y el movimiento, entendidos ambos desde el punto de vista de la extensión. La cantidad de materia es ahora la medida del mismo, surgida de la densidad y magnitud conjuntamente[24] y la cantidad de movimiento es la medida del mismo, surgido de la velocidad y la cantidad de materia[25].

Newton asume el modo de proceder de la geometría cartesiana, que presupone un tiempo y espacios absolutos, a los que llama matemáticos, y que son vacíos de contenido, previos a la presencia de todo cuerpo, infinitos y uniformes. Esto le permite considerar las nociones de lugar y movimiento referidas a un cuerpo en sentido absoluto y no en relación a otros cuerpos[26]. También son asumidas las tres leyes del movimiento de Galileo, lo que constata lo vertebral de la herencia recibida. Además, en el Escolio General que aparece en la tercera edición de los Principia, Newton, recogiendo la tradición de Galileo, se desmarca tanto de la antigua filosofía natural aristotélica como de la concepción meramente matematizante de la física para abrazar el empirismo científico. Lo hace con la famosa expresión *Hypothesis non fingo* (No compongo hipótesis). Con esta sentencia asume explícitamente la negación de toda dimensión inmaterial en física, a la vez que fundamenta en el fenómeno y ya no en la hipótesis la verdad de la ley científica[27].

Una tal forma de proceder está necesariamente encaminada a la obtención de leyes de carácter universal y que versan acerca de las reglas de funcionamiento del movimiento de los cuerpos. Ya no entendemos movimiento en un sentido amplio, como cambio, sino, una vez reducido todo elemento cognoscible del cuerpo a pura extensión, como movimiento local. Es precisamente en aras a garantizar esa universalidad que Galileo se da cuenta de la necesidad de imponer condiciones ideales sobre los objetos de los que se va a predicar el juicio propio de la ley científica. Así, por ejemplo, habla de una *rotundissima e pulitissima superficie*[28] para referirse a una superficie esférica perfecta, condiciones que presupone a la luna. Estas condiciones son abstraídas de los objetos de la naturaleza por observación e insertadas en el engranaje geométrico, capaz de dilucidar las leyes que rigen el movimiento de tales objetos salvando las imperfecciones de la materia[29], a las que achaca que los fenómenos reales sólo se aproximen, con mayor adecuación cuanto mayor proximidad a las condiciones ideales, a lo que

dicta la ley sobre los objetos concretos. El trabajo que se realice en matemáticas a partir de este momento y durante el siglo XVIII conducirá a un paulatino alejamiento de las matemáticas respecto de la naturaleza fruto de la necesidad de imponer hipótesis sobre los objetos de estudio [30].

Esto no quiere decir que el sistema científico de Galileo esté basado en una razón despegada tanto de la metafísica como de la percepción sensible, por mucho que esta sea la tendencia de la física ilustrada, que llegará hasta nuestros días. La identificación de lo sensible con lo singular, en contraposición con la universalidad de la ley científica es el prejuicio del que algunos parten para hacer derivar la nueva ciencia del nominalismo ockamista. El carácter universal de la razón matemática no es lo fundamental de la famosa sentencia de Galileo en *Il Saggiatore* acerca de la escritura matemática:

“La filosofía está escrita en ese grandísimo libro que tenemos abierto ante los ojos, quiero decir, el universo, pero no se puede entender si antes no se aprende a entender la lengua, a conocer los caracteres en los que está escrito. Está escrito en lengua matemática y sus caracteres son triángulos, círculos y otras figuras geométricas, sin las cuales es imposible entender ni una palabra; sin ellos es como girar vanamente en un oscuro laberinto.”

Galileo deja ver aquí que si la naturaleza se deja leer en clave matemática es porque subyace en ella misma un cierto carácter de universalidad, si bien la imperfección propia de la materia, en lenguaje de Galileo, no permite conocer este sustento. Para Galileo existe un universo, aunque éste sólo se puede conocer en sede matemática en cuanto a sus afecciones cuantitativas. Este es el sentido preciso de la negación de la filosofía natural aristotélica en Galileo.

4. Locke, maestro de Europa [31]

Tras el *Diálogo sobre los principales sistemas del mundo* (1632) y los *Diálogos sobre dos nuevas ciencias* (1638), en los que Galileo sistematiza la nueva lógica del procedimiento científico, viene Descartes, quien en las *Meditaciones metafísicas* (1641) construye una filosofía basada en la razón lógica como fuente exclusiva del conocimiento que influirá definitivamente en el pensamiento racionalista posterior. La teoría del conocimiento cartesiana difiere sensiblemente de la correspondiente galileana subyacente en su ciencia. El conocimiento científico es, para Descartes, matemático, mientras que para Galileo es físico-matemático. Galileo no emite hipótesis sobre los modos posibles de los hechos, sino que busca en primer lugar el modo real del hecho, esto es, el hecho físico mismo. Para Galileo, lo real (lo físico) encarna lo matemático, de forma que lo matemático es la dimensión cognoscible de lo real y la matemática, por tanto, su lenguaje. Para Descartes, lo real es lo matemático, por lo que las dimensiones cognoscibles de lo real, que son las dimensiones cuantificables, agotan toda la entidad de lo real.

El verdadero análogo filosófico de Galileo es Locke, apodado maestro de Europa por su radical importancia en la configuración social y política de la Europa actual. Locke influyó a través de su *Ensayo* en numerosos de los más relevantes filósofos de su tiempo. Resulta significativo el dato de que Leibniz escribió sus *Nuevos Ensayos* en forma de diálogo entre dos personajes, uno representando a Locke y el otro a sí mismo, con el fin de dar autoridad a sus propias propuestas. Entre los ilustrados franceses, ciertamente los matemáticos (entre los que destacan L'Hôpital o los Bernoulli) eran más seguidores de la obra científica de Leibniz que de la de Newton. Sin embargo en filosofía Locke es respetado y tenido por influyente, como se pone de manifiesto en el artículo que sobre Locke aparece en la *Enciclopedia* o en la clara presencia de la obra de Locke en la *Investigación sobre el entendimiento humano* (1739) de Hume.

Es innegable que Locke conocía la nueva ciencia de Galileo, no sólo por ser vertebral en el contexto intelectual del momento, sino también porque hace referencia explícita a ella a través de su contemporáneo Newton, al que cita explícitamente[32]. El filósofo ilustrado francés John Desaguliers, divulgador de Newton, califica a Locke en el prólogo de su *A Course of Experimental Philosophy* de 1763 como el primer filósofo newtoniano que lo es sin la ayuda de la geometría[33].

En su *Ensayo sobre el entendimiento humano* (1690), Locke hace un análisis preciso acerca de la naturaleza, posibilidades y límites del conocimiento. El sustrato metafísico en que se sustenta esta gnoseología coincide punto por punto con la de Galileo: suspensión del juicio acerca de las dimensiones inmateriales de lo real. El historiador contemporáneo Paul Hazard lo expresa de la siguiente manera:

"Abandonemos, dice Locke, las hipótesis metafísicas: ¿no vemos que nunca han acertado? ¿y no estamos cansados de nuestras vanas interrogaciones? ¿quién fue nunca capaz de determinar la naturaleza y la esencia del alma? (...) Dejémoslo, dejemos de considerarlo. Si hay sustancias exteriores a nosotros (y las hay, sin duda), no tenemos medio alguno de aprehenderlas en su ser: ¿por qué querer aprehenderlas a toda costa? Renunciemos en adelante a esta búsqueda desesperada."[34]

Como Galileo, Locke rechaza toda consideración metafísica, no por negación sino por la imposibilidad de alcanzar conocimiento cierto acerca de sustancias y causas. Los únicos elementos de los objetos reales susceptibles de conocimiento son los accidentes. La idea de sustancia surge de la necesaria existencia de un soporte, una cierta *res substante*, para aquellas cualidades que no podemos imaginar que subsistan por sí mismas[35]. Igualmente, las nociones de causa y efecto surgen de la exigencia que plantea el cambio que observamos de un agente que opere el movimiento sobre el sujeto que cambia[36].

Para Locke el conocimiento lo es de ideas. La mente conoce ideas, que son los objetos del acto de pensar[37], por tanto objetos de la razón (es el principio de inmanencia de las ideas en Locke). Éstas pueden corresponderse con sustancias reales, pero tales no pueden conocerse. El origen de las ideas es, bien la percepción de los objetos reales externos, bien la reflexión[38]. Las ideas de reflexión

corresponden a operaciones de la mente que proveen al entendimiento de ideas que no pueden derivarse de percepciones[39]. En particular, todo razonamiento cierto (en particular todo razonamiento lógico) es una idea de reflexión. Las ideas de percepción corresponden, por su parte, a la observación de cuerpos externos que imprimen percepciones en la mente a través de sus dimensiones materiales. Colores, sabores, formas y dimensiones son, así, ideas de percepción. En lo que respecta a los cuerpos, por tanto, Locke suspende el juicio sobre la realidad de su naturaleza sustancial y manifiesta que sólo puede conocerse en sus dimensiones materiales y éstas a través de la observación. El conocimiento es, pues, para Locke la *percepción de la conexión y acuerdo, o del desacuerdo y repugnancia entre cualquiera de nuestras ideas*[40].

Si restringimos la razón a razón lógica o matemática obtenemos que las ideas de percepción adecuadas a la razón lógica corresponden a observaciones acerca de las dimensiones materiales cuantificables, por tanto de extensión, de los cuerpos. En efecto, las operaciones de la razón lógica son las operaciones matemáticas, que actúan sobre dimensiones cuantificadas, es decir, sobre cuantificaciones específicas de magnitudes. Por su parte, las ideas de reflexión adecuadas a la razón matemática se corresponden a razonamientos lógicos sobre estas dimensiones cuantificables (esto es, razonamientos matemáticos, en último término operaciones matemáticas sobre cuantificaciones concretas). Locke se esfuerza en su *Ensayo* en definir con precisión las cualidades cuantificables, tratables matemáticamente de los cuerpos. Lo hace recogiendo la noción que hereda de Newton. Para Locke es cuantificable toda cualidad que, siendo enteramente inseparable de la condición material del cuerpo, es susceptible de ser infinitamente dividida sin que se pierda la naturaleza de dicha cualidad (léase cualquier dimensión espacial)[41]. Estas cualidades de los cuerpos son llamadas por Locke cualidades primarias y clasificadas como solidez, extensión, movimiento y reposo, número y figura. Locke las distingue de las secundarias (color, sabor, etc.) en que estas últimas son sensaciones que en nosotros producen las primarias. Nosotros las hemos distinguido de otra manera, por restricción del uso de la razón sobre las dimensiones accidentales de los cuerpos a razón matemática, y así hemos podido destacar su característica fundamental de ser tratables matemáticamente.

Si el conocimiento, que, como hemos visto, supone la comparación entre estas magnitudes y entre las operaciones efectuadas entre magnitudes, entonces vemos cómo el conocimiento responde a la formulación de expresiones científicas. Cuando estas expresiones científicas se desvinculan de la singularidad del objeto concreto y se hace variar entre todos los individuos de la misma naturaleza, entonces la expresión adquiere el carácter de universalidad propio de la ley científica. Finalmente vemos que el conocimiento científico en la gnoseología lockeana lo es exactamente de leyes científicas.

Hemos recuperado, de esta manera, la nueva ciencia de Galileo desde la teoría del conocimiento de Locke por restricción de la razón a razón matemática. Por todo ello se puede decir que la nueva ciencia no es mero contexto cultural respecto de la filosofía de los siglos XVII y XVIII sino que está en el sustrato mismo de la génesis

del empirismo y, en consecuencia, de la filosofía, la moral y el derecho que habrían de venir a configurar la mentalidad europea moderna.

Bibliografía.

- A. ANTÓN, *Las ciencias de la naturaleza, el derecho y la moral europeas en la Ilustración*, "La Razón Histórica", n.18 (2012) 42-54.
- F. BACON, *Novum Organum*.
- J. DESAGULIERS, *A Course of Experimental Philosophy* (London 2nd ed. 1763).
- R. DESCARTES, *Meditaciones Metafísicas* (Austral, Madrid, 2006).
- S. DRAKE, *Galileo: Pioneer scientist* (University of Toronto Press, Toronto, 1990).
- G. GALILEI, *Opere Complete* (Alberdi (Ed.), Florencia, 1842-1852).
- E. GARIN, *Galileo the philosopher*, en *Science and civic life in the italian Renaissance* (New York, Anchor 1969) 123-125.
- M. FINOCCHIARO, *Retrying Galileo, 1633-1922* (University of California Press, London, 2003).
- P. HAZARD, *La crisis de la conciencia europea* (Alianza, Madrid, 1988).
- A. KOYRE, *Galilée et Platon*, en *Études d'histoire de la pensée scientifique* (Gallimard, Paris, 1973) 166-195.
- J. LOCKE, *An Essay Concerning Human Understanding* (Londres, 1690).
- I. NEWTON, *Principia Mathematica Philosophiae Naturalis* (Londres, 1687).
- J.J. PÉREZ-CAMACHO, I. SOLS, *Domingo de Soto en el origen de la ciencia moderna*, "Revista de Filosofía", 12/3 (1994) 27-49.
- H. REICHENBACH, *La nascita della filosofia scientifica* (Il Mulino, Bologna 1961).
- C. VALVERDE, *Génesis, estructura y crisis de la modernidad*, (BAC, Madrid, 1996).
- L. WITTGENSTEIN, *Tractatus logico-philosophicus* (Alianza Editorial, Madrid 2009).

Notas

[1] C/Doctor Agudo, 1, CP 28224, Pozuelo de Alarcón (Madrid)

[2] H. REICHENBACH, *La nascita della filosofia scientifica* (Il Mulino, Bologna 1961).

[3] L. WITTGENSTEIN, *Tractatus logico-philosophicus* (Alianza Editorial, Madrid 2009) 66.

[4] Del discurso de Benedicto XVI a los participantes en la sesión plenaria de la Academia Pontificia de Ciencias, Ciudad del Vaticano, 28 de octubre de 2010.

[5] R. DESCARTES, *Meditaciones Metafísicas* (Austral, Madrid, 2006) 56.

[6] P. HAZARD, *La crisis de la conciencia europea* (Alianza, Madrid, 1988) 259.

[7] A. ANTÓN, *Las ciencias de la naturaleza, el derecho y la moral europeas en la Ilustración*, "La Razón Histórica", n.18 (2012) 42-54.

[8] P. HAZARD, *La crisis de la conciencia europea* (Alianza, Madrid, 1988) 263.

[9] F. BACON, *Novum Organum*, lib. I, n. 1: « Homo Naturae minister et interpretantur facit et intelligit quantum de naturae ordine re, vel mente, observaverit : nec amplius scit aut potest. »

[10] *Ibidem*, lib. II, n. 2.

[11] *Ibidem*, lib. I, n. 79.

[12] *Ibidem*, lib. I, n. 80: « Accedit et illud, quod Naturalis Philosophia in iis ipsis viris quid ei incubuerint vacantem et integrum hominem praefertim his recentioribus temporibus, vix nacta sit; nisi forte quis Monachi alicuius in cellula aut nobilis villula lucubrantis. »

[13] *Ibidem*, lib. I, n. 59: « Quae tamen definitiones, in Naturalibus et materialibus huic malo mederi non possunt; quoniam et ipse definitiones ex verbis constant, et verba gignunt verba : adeo ut necesse sit, ad instantias particulares earumque series et ordines recurrere. »

[14] *Ibidem*, lib. II, n. 44.

[15] J.J. PÉREZ-CAMACHO, I. SOLS, *Domingo de Soto en el origen de la ciencia moderna*, "Revista de Filosofía", 12/3 (1994) 27-49.

[16] G. GALILEI, *Opere Complete*, vol XV/I (Alberdi (Ed.), Florencia, 1842-1852) 284.

[17] En el *Praefatio* del médico italiano Eusebio Sguario al *Lancisii Opera Varia in duos tomos distributa*, se señala que "(...) cum ad maiorem Baconis de Verulamio, qui in Naturalibus; Galilaei Galilaei, qui in Mechanicis; et Borelli, qui in Medicis primi recta discerendi methodum, et solidas observationes invexerunt, gloriam, tenebrarum caligine hac nostra tempestate dificulta, perfectio in disciplinis tradentis eluceat, et qualis este debeat modus tractandi artes planes cognoscatur."

[18] M. FINOCCHIARO, *Retrying Galileo, 1633-1992* (University of California Press, London, 2003).

[19] S. DRAKE, *Galileo: Pioneer scientist* (University of Toronto Press, Toronto, 1990).

[20] E. GARIN, *Galileo the philosopher*, en *Science and civic life in the italian Renaissance* (New York, Anchor 1969) 123-125.

[21] A. KOYRE, *Galilée et Platon*, en *Études d'histoire de la pensée scientifique* (Gallimard, Paris, 1973) 166-195. La cita original dice: « Par conséquent, ce qui constitue le véritable sujet du *Dialogue sur les deux plus grands systèmes du monde*, c'est le droit de la science mathématique, de l'explication mathématique de la Nature, par opposition à celle non mathématique du sens commun et de la physique aristotélicienne, bien plus que l'opposition entre deux systèmes astronomiques. »

[22] De GALILEI, Galileo: *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze* en G. GALILEI, *Opere Complete*, vol XV/VIII (Alberdi (ed.), Florencia, 1842-1852) 104: « A questo contrapponendosi Aristotile dimostra, che a l'opposito il farsi (come vogliamo) il moto distrugge la posizione del vacuo; (...) »

[23] Enunciado del conocido teorema isoperimétrico desarrollado en GALILEI, Galileo: *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze* en G. GALILEI, *Opere Complete*, vol XV/VIII (Alberdi (Ed.), Florencia, 1842-1852) 99: « In cerchio è medio proporzionale tra qualsivogliano due poligoni regolari tra di loro simili, dei quali uno gli sia circoscritto, e l'altro gli sia isoperimetro. In oltre essendo egli minore di tutti i circoscritti, è all'incontro massimo di tutti gli isoperimetri. Dei medesimi poi circoscritti quelli, che hanno più angoli, son minori di quelli, che ne hanno manco, ma all'incontro degl'isoperimetri quelli di più angoli son maggiori. »

[24] I. NEWTON, *Principia Mathematica Philosophiae Naturalis* (Londres, 1687), Definitio I, p. 1: « Qantitas materiae est mensura eiusdem orta ex illius densitate et magnitudine conjunctim »

[25] *Ibidem*, Definitio II, p. 1: « Quantitas motus est mensura eiusdem orta ex velocitate et quantitate materiae conjunctim. »

[26] *Ibidem*, Scholium, pp. 6-12.

[27] *Ibidem*, Scholium Generale, p.530: « Rationem vero harum gravitatis proprietatum ex phsenomenis nondum potui deducere, et hypotheses non fingo. Quicquid enim ex phenomenis non deducitur, hypothesis vocanda est ; et hypotheses seu metaphysicae, seu physicae, seu qualitatium occultarum, seu mechanicae, in philosophia experimentalis locum non habent. In hac philosophia propositiones deducuntur ex phsenomenis, et redduntur generales per inductionem. »

[28] De la carta de Galileo a Galanzzone Galanzoni de 16 de julio de 1611. En GALILEI, Galileo: *Opere di Galileo Galilei nobile fiorentino*, vol. XV/V, p.110.

[29] GALILEI, Galileo: *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze* en GALILEI, Galileo: *Opere di Galileo Galilei nobile fiorentino*, vol. XV/VIII, p.14: « Con miglior fondamento usurpano quel medesimo detto altri più intelligenti, i quali della riuscita di tali macchine grandi non conforme a quello, che si raccoglie dalla pure, ed astratte dimostrazioni Geometriche, ne rimettono la causa nell'imperfezione dalla materia, che soggiace a molte alterazioni, ed imperfezioni. »

[30] A. ANTÓN, *Las ciencias de la naturaleza, el derecho y la moral europeas en la Ilustración*, "La Razón Histórica", n.18 (2012) 42-54.

[31] C. VALVERDE, *Génesis, estructura y crisis de la modernidad* (BAC, Madrid, 1996) 148.

[32] J. LOCKE, *An Essay Concerning Human Understanding* (Londres, 1690), 2, I, c.4: « Dr. Newton, in his never enough to be admired Book, has demonstrated several Propositions, which are so many new truths, before unknown to the world, and are farther advances in mathematical knowledge. »

[33] J. DESAGULIERS, *A Course of Experimental Philosophy*, vol. II/I (London 2nd ed. 1763) VIII.

[34] P. HAZARD, *La crisis de la conciencia europea*, (Alianza, Madrid, 1996) 205.

[35] J. LOCKE, *An Essay Concerning Human Understanding* (Londres, 1690) 2, XXIII, c.2: « The idea then we have, to which we give the general name substance, being nothing but the supposed, but unknown, support of those qualities we find existing, which we imagine cannot subsist sine *re substante*, without something to support them, we call that support *substantia*; which, according to the true import of the word, is, in plain English, standing under or upholding. »

[36] *Ibidem*, 2, XXVI, c.1.

[37] *Ibidem*, 2, I, c.1.

[38] *Ibidem*, 2, I, c.2.

[39] *Ibidem*, 2, I, c.4.

[40] *Ibidem*, 4, I, c.2: « Knowledge then seems to me to be nothing but the perception of the connection and agreement, or disagreement and repugnancy of any of our ideas. »

[41] *Ibidem*, 2, VIII, c.9.