

---

## Un nuevo mundo: el nacimiento de la ciencia moderna según Burt y Koyré

*Martín Arias-Albisu\**

---

**Resumen:** En el presente artículo se expone la concepción de conjunto de la naturaleza y los orígenes de la ciencia moderna de Edwin Burt y Alexandre Koyré. Los estudios de estos historiadores presentan una comunidad de perspectivas. Los puntos comunes que se destacan son el rechazo de la historia positivista de la ciencia, el estudio de la ciencia en su singularidad histórica y en su relación con las restantes esferas de la cultura, el reconocimiento de la incidencia del resurgimiento del platonismo en la conformación de la ciencia nueva y la caracterización de la emergencia de la ciencia moderna como una revolución del pensamiento.

**Abstract:** In this paper, I expound the global conception of the nature and origins of modern science presented by Edwin Burt and Alexandre Koyré. I hold, then, that the studies of these historians show a community of perspectives. The common topics I emphasize are the rejection of the positivist history of science, the study of science in its historical singularity and in its relation to the other spheres of culture, the acknowledgment of the influence that the revival of Platonism had on the formation of modern science and the characterization of the emergence of modern science as a revolution in thought.

---

\*Licenciado en Filosofía por la Universidad Nacional de Rosario, Argentina. Es Becario Doctoral de CONICET y cursa sus estudios de Postgrado en dicha Universidad. Su campo de interés es la filosofía crítica kantiana en particular y la gnoseología moderna en general. Ha participado en numerosos congresos (12) y publicado artículos (3) y traducciones (4) en revistas especializadas

## Introducción

Este trabajo presenta los lineamientos generales de la interpretación de la naturaleza y los orígenes de la ciencia moderna que han ofrecido Edwin Burt y Alexandre Koyré. Se dice "lineamientos generales" porque lo que se intenta es exponer la concepción de conjunto de la nueva ciencia que puede extraerse de los estudios históricos<sup>1</sup> de esos dos autores. Se presentará un análisis de los rasgos distintivos de la revolución del pensamiento que tuvo lugar en Occidente durante los siglos xvi y xvii y una consideración de los factores y condiciones que la hicieron posible. La investigación de estos procesos por parte de un historiador está orientada por las opiniones que mantiene acerca de la naturaleza del quehacer científico y de la evolución del pensamiento científico a través del tiempo. Parte de la será exponer las opiniones de Burt y Koyré respecto a estas cuestiones.

Antes de comenzar es preciso atender a una objeción que podría dirigirse a este planteamiento. Pues en un primer momento podría parecer arbitraria la consideración conjunta de estos dos historiadores, en virtud de que pertenecen a ámbitos académicos diferentes (francés y anglosajón) y sus contribuciones tuvieron lugar en momentos históricos sensiblemente diversos (los desarrollos de Koyré son posteriores a la gran obra de Burt). Con todo, pese a las manifiestas diferencias que se verifican en los desarrollos que dedican a los distintos autores y obras, puede destacarse una concepción global común. Lo esencial de esta concepción común podría nuclearse en el rechazo que ambos pensadores profesan hacia la concepción positivista de la historia de la ciencia. Es posible condensar lo distintivo de este rechazo en dos puntos fundamentales:

- 1) postulación de una *discontinuidad* en la historia de la ciencia, esto es, rechazo de la visión de la ciencia como una acumulación progresiva e indefinida de conocimientos positivos;

---

1. Los textos principales son (entre paréntesis el año de la edición en lengua original): Koyré, Alexandre: Del mundo cerrado al universo infinito, México, Siglo XXI, 1979 (1957); Estudios galileanos, México, Siglo XXI, 2001 (1966); Estudios de historia del pensamiento científico, México, Siglo XXI, 1991 (1973); Pensar la ciencia, Barcelona, Paidós, 1994 (colección artículos y conferencias) y Burt, Edwin Arthur: Los fundamentos metafísicos de la ciencia moderna, Buenos Aires, Sudamericana, 1960 (1925).

2) consideración del estado de la ciencia en un período histórico determinado en su interacción con la filosofía, la religión y el sistema de creencias del momento; a diferencia de la historia positivista, que contempla la ciencia como un discurso autónomo que se constituye como tal en cuanto deja de tener vinculación con la filosofía y la religión y se opone a ellas.

Se ampliarán estos dos puntos en los dos próximos apartados. Se podrá ver asimismo más adelante que el propio Koyré ha dejado constancia de la afinidad que existe entre su concepción de la historia de la ciencia moderna y la de Burtt.

### **La historia positivista de la ciencia**

Es sabido que el positivismo reduce el conocimiento objetivo al examen de lo observable y considera que la ciencia se limita a constatar hechos y establecer nexos entre los mismos. Según esta filosofía, las leyes científicas expresarían esas correlaciones entre los hechos, y las teorías se limitarían a establecer un sistema entre ellas. ¿Consiguientemente, la historia de la ciencia es interpretada “como la exposición de una sucesión de descubrimientos, sobre todo empíricos, que progresaban quizá con lentitud, pero de manera inexorable hacia el cúmulo actual de conocimientos”<sup>2</sup> Algunos científicos y filósofos positivistas de renombre como Ernst Mach (1838-1916) y Pierre Duhem (1861-1916), así como historiadores de profesión como George Sarton (1884-1956) y Aldo Mieli (1879-1950), hicieron contribuciones a la historia de la ciencia desde esta perspectiva. A causa de la posición teórica que sustentaban, gran parte de su trabajo consistía en la determinación de la prioridad individual de los grandes descubrimientos científicos. Asimismo, en la medida en que todo el acento recaía para ellos sobre la experimentación y la observación particulares, desatendían el universo epocal de sentido en el que deben considerarse las teorías científicas a los fines de su correcta comprensión, y era común que encontrasen en un pasado lejano anticipaciones de las tesis y perspectivas de la ciencia moderna. Así, Pierre Duhem considera que los orígenes de la nueva ciencia se remontan a finales de la Edad Media, en particular a pensadores como Nicolás Oresme

---

2. Solís Santos, Carlos: "Introducción. Alexandre Koyré y la historia de la ciencia", en Koyré, Alexandre: *Pensar la ciencia*, p. 17 (No se dan las referencias completas de los libros enumerados en p. 1, n.1).

y Roger Bacon; a partir de allí se habría cumplido una evolución y perfeccionamiento continuos hasta Galileo.

### **Un holismo discontinuista de las ideas**

A esta perspectiva de la historia positivista de la ciencia, que podría llamarse "vertical" por su recurso habitual de encontrar en un pasado remoto antecedentes de elementos descontextualizados del pensar científico, Burt y Koyré oponen una concepción "horizontal" o sincrónica, consistente en la consideración de los elementos del pensar científico dentro del sistema de creencias de la época que los vio nacer. La ciencia no puede considerarse haciendo abstracción de las problemáticas filosóficas, técnicas y estéticas de una época determinada; está indisolublemente ligada al sistema simbólico a través del cual el hombre se relaciona con el mundo y con los demás. Las ideas transc científicas -sobre todo las filosóficas-tienen incidencia en la constitución del pensamiento científico. Consiguientemente, el historiador, si quiere llegar a una comprensión cabal de las teorías científicas, deberá restituir el contexto de sentido en el que se desarrollaron. Koyré llega a afirmar que:

La historia del pensamiento científico nos enseña (...) que:

1. El pensamiento científico nunca ha estado enteramente separado del pensamiento filosófico.
2. Las grandes revoluciones científicas siempre han sido determinadas por conmociones o cambios de concepciones filosóficas.
3. El pensamiento científico -me refiero a las ciencias físicas- no se desarrolla *in vacuo*, sino que siempre se encuentra en el interior de un cuadro de ideas, de principios fundamentales, de evidencias axiomáticas que habitualmente han sido consideradas como pertenecientes a la filosofía<sup>3</sup>

Las consideraciones de Koyré, por lo demás, no se limitan a la influencia de la filosofía en las teorías científicas: ha dedicado un artículo a la incidencia de la actitud estética de Galileo en sus

---

3. Koyré, Alexander: "La influencia de las concepciones filosóficas en las teorías científicas", en Koyré, Alexander: *Pensar la ciencia*, pp. 51-52.

desarrollos científicos y en su recepción del pensamiento de Kepler<sup>4</sup> y ha mostrado como aun en Newton tienen peso las consideraciones teológicas y metafísicas.<sup>5</sup> Se verá más adelante cómo Burttt hace intervenir factores semejantes en su análisis del surgimiento de la nueva ciencia.

Anteriormente se ha señalado que la historiografía positivista, por otra parte, le concede una importancia capital a la observación y a la experimentación en la estimación de los factores que conducen a descubrimientos. La historia de la ciencia sería la historia de la acumulación progresiva de estos descubrimientos fundados en la observación. Se muestra entonces un sistema de pensamiento *único* (empirista) que progresa a lo largo de la historia.

A diferencia de lo anterior, Burttt y Koyré practican la historia de la ciencia dirigiendo su atención a la discontinuidad de los sistemas de pensamiento. El surgimiento de la nueva ciencia fue una *revolución* del espíritu humano, esto es, implicó el surgimiento de una nueva estructura de pensamiento, un nuevo sistema de categorías fundamentales, *una nueva ontología* que como tal no puede explicarse por ningún descubrimiento empírico particular. Debe sostenerse, frente a la historia positivista de la ciencia, que fue este nuevo sistema de pensamiento el que permitió los grandes descubrimientos científicos del siglo XVII, y no a la inversa. Koyré afirma que:

Lo que los fundadores de la ciencia moderna, y entre ellos Galileo, debían, pues, hacer, no era criticar y combatir ciertas teorías erróneas, para corregirlas o sustituirlas por otras mejores. Debían hacer algo distinto. Debían destruir un mundo y sustituirlo por otro. Debían reformar la estructura de nuestra propia inteligencia, formular de nuevo y revisar sus conceptos, considerar el ser de un modo nuevo, elaborar un nuevo concepto del conocimiento, un nuevo concepto de la ciencia e incluso sustituir un punto de vista bastante natural, el del sentido común, por otro que no lo es en absoluto.<sup>6</sup>

---

4. Koyré, Alexandre: "Actitud estética y pensamiento científico", en Koyré, Alexandre: *Estudios de historia del pensamiento científico*, pp. 261-273.

5. Koyré, Alexandre: *Del mundo cerrado al universo infinito*, pp. 147-176, 191-251.

6. Koyré, Alexandre: "Galileo y Platón", en Koyré, Alexandre: *Estudios de historia del pensamiento científico*, p. 155.

Burtt, por su parte, hace de los *fundamentos metafísicos* de la ciencia moderna el objeto de su investigación. Estos fundamentos constituyen los supuestos esenciales sobre los cuales se asientan la ciencia, la filosofía y, en general, la *concepción del mundo* moderna. Esta concepción del mundo presenta grandes diferencias, más aún una completa heterogeneidad con respecto a las visiones anteriores, y su surgimiento y puesta en circulación deben considerarse entonces como una *revolución*.

Preguntemos entonces cómo ocurrió que los hombres comenzaron a pensar el universo en términos de átomos de materia en el espacio y el tiempo en vez de usar categorías escolásticas; cuándo las explicaciones teleológicas —explicaciones basadas en el concepto de utilidad y del bien— se abandonan definitivamente a favor de la noción de que las verdaderas explicaciones, del hombre y de su espíritu así como de las demás cosas, deben ser en términos de sus partes más simples: qué ocurrió entre 1500 y 1700 para que pudiera cumplirse esta revolución; y, luego, qué implicaciones metafísicas últimas llegaron a la filosofía general, al realizarse la transformación; quiénes expresaron estas implicaciones en la forma que cobró validez y convicción; cómo impulsaron a los hombres a emprender investigaciones como las de la epistemología moderna; qué efectos tuvieron sobre las ideas del hombre moderno acerca de su mundo. (...)

Debemos captar el esencial contraste de toda la visión del mundo moderno y la del pensamiento anterior, y utilizar este contraste claramente concebido como una pista que nos sirva de guía para elegir cada una de nuestras significativas presuposiciones modernas, a fin de estimarlas y criticarlas a la luz de su desarrollo histórico.<sup>7</sup>

### **Primacía de la elaboración teórico-matemática por sobre la observación**

Debe señalarse que la aproximación positivista al pensamiento científico no sólo ofrece una imagen distorsionada de la historia de la ciencia, sino que también presenta una concepción inadecuada del quehacer científico mismo. O, más precisamente, el hecho de que el positivismo no pueda comprender la historia de la ciencia

---

7. Burtt, Edwin A.: Los fundamentos metafísicos de la ciencia moderna, p. 27.

se debe a que no ha captado lo esencial del método científico. Pues la ciencia moderna no se constituyó en virtud de una observación más amplia y sistemática ni de un apego escrupuloso a la experiencia, sino que tuvo su origen en la elaboración de *modelos matemáticos* a partir de los cuales se dedujeron enunciados sobre entidades observables cuya verdad fue decidida mediante la realización de experimentos. Esto es, no se trata meramente de recopilar datos fenoménicos, sino de explicarlos y dar razón de ellos mediante un artificio teórico. Cabe agregar que en algunos casos pasaron siglos entre la formulación de un modelo matemático y la realización de experimentos u observaciones que verificaron los correspondientes enunciados sobre entidades observables. Dicho brevemente, lo que -si bien no es el momento fundamental-tiene peso en la ciencia moderna es la *experimentación*, y no la mera experiencia. Koyré dice a propósito de Galileo:

Está claro: la manera en que Galileo concibe un método científico correcto implica un predominio de la razón sobre la simple experiencia, la sustitución por modelos ideales (matemáticos) de una realidad empíricamente conocida, la primacía de la teoría sobre los hechos. Fue así solamente como las limitaciones del empirismo aristotélico pudieron ser superadas y como pudo ser elaborado un verdadero método experimental, un método en el que la teoría matemática determina la estructura misma de la investigación experimental, o para volver a tomar los términos propios de Galileo, un método que utiliza el lenguaje matemático (geométrico) para formular sus preguntas a la naturaleza y para interpretar las respuestas de esta; la cual, sustituyendo el mundo del poco más o menos conocido empíricamente por el universal racional de la precisión, adopta la medición como principio experimental más importante.<sup>8</sup>

Burt comparte en lo esencial esta opinión, puesto que muestra cómo en Galileo se combinan un apriorismo matemático y un llamado constante a la experimentación.<sup>9</sup>

### **Un mundo nuevo**

Se han ofrecido diversas explicaciones de conjunto del surgimiento de la ciencia moderna. Una de ellas pone el acento en la

---

8. Koyré, Alexandre: "Los orígenes de la ciencia moderna. Una interpretación nueva", en Koyré, Alexandre: Estudios de historia del pensamiento científico, pp. 71-72.

9. Burt, Edwin A.: op. cit., pp. 80-90.

inversión de actitud del hombre moderno con respecto al antiguo y al medieval. Para los últimos el fin de la vida humana residiría en la contemplación, mientras que para el primero se encontraría en la acción. Más precisamente, lo que el hombre moderno perseguiría es el dominio de la naturaleza. Los defensores de esta visión alegan que este proyecto fue conscientemente abrazado por algunos de los fundadores de la modernidad filosófica, como dan testimonio de ello un famoso pasaje del *Discurso del método* de Descartes<sup>10</sup> y el célebre aforismo del *Novum Organum* de Bacon en el que se equiparan ciencia y poder.<sup>11</sup> No cabe duda de que esta interpretación encierra algo de verdad. Con todo, adolece de todos los defectos propios de las concepciones demasiado generales. En primer lugar, omite fenómenos importantes como los desarrollos técnicos de la Edad Media y la tradición alquímica. Pero lo más importante es, por un lado, que el heraldo más notable de esta actitud activista y pragmática durante el siglo xvii fue Francis Bacon, cuyas observaciones epistemológicas dan una clara muestra de que no captó lo esencial de la metodología científica moderna; y, por el otro, que esta actitud es contradicha por el énfasis puesto por Galileo y Descartes en la elaboración, mediante la mera razón, de modelos matemáticos; esto es, en la actitud teórica. La ciencia moderna benefició en el largo plazo a los técnicos y a los ingenieros, pero no fue elaborada por éstos.<sup>12</sup>

Una concepción diferente de la ciencia moderna, también en circulación, es la que pone todo el peso en lo que podríamos llamar "sentido experimental". Como hemos visto, es parte integrante de la visión positivista de la ciencia. Debemos señalar nuevamente que la experiencia del sentido común no jugó ningún papel en la constitución de la física moderna; de hecho, la física aristotélica y

---

10. " (...) que es posible llegar a conocimientos muy útiles para la vida, y que en lugar de esa filosofía especulativa que se enseña en las escuelas, se puede encontrar una práctica, por la cual, conociendo la fuerza y las acciones del fuego, del agua, del aire, de los astros, de los cielos y de todos los demás cuerpos que nos rodean, tan distintamente como conocemos los diversos oficios de nuestros artesanos, podríamos emplearlos de la misma manera, en todos los usos para los que son aptos, y así hacernos como amos y dueños de la naturaleza". Descartes, René: *Discurso del método. Edición bilingüe. Traducción, notas e introducción*: Mario Caimi, Buenos Aires, Colihue, 2004 (1637), p. 109.

11. "Ciencia y poder humanos coinciden en una misma cosa, puesto que la ignorancia de la causa defrauda el efecto. A la naturaleza no se la vence si no es obedeciéndola; y lo que en la observación es como causa, es como regla en la práctica". Bacon, Francis: *Novum Organum. Estudio preliminar y notas de Risieri Frondizi*, Buenos Aires, Losada, 1949 (1620), p. 72.

12. Koyré, Alexandre: *Estudios galileanos*, p. 2.

la de sus críticos medievales eran mucho más congruentes con la experiencia cotidiana. Y:

en cuanto a la experimentación —interrogación metódica de la naturaleza—, esta presupone tanto el lenguaje en el que se formulan sus preguntas como el vocabulario que permite interpretar las respuestas. Ahora bien, si es en un lenguaje matemático, o, más exactamente, geométrico, en el que la ciencia clásica interroga a la naturaleza, este lenguaje, o, mejor dicho, la decisión de emplearlo —*decisión que corresponde a un cambio de actitud metafísica*— no podía, a su vez, ser dictada por la experiencia que iba a condicionar.<sup>13</sup>

Lo que, ante todo, quisiéramos destacar de la cita anterior es el hecho de que Koyré afirma que los procedimientos de la ciencia moderna implican una nueva actitud metafísica, actitud que determina los experimentos y condiciona las observaciones, y no a la inversa. Como sugerimos en el título de nuestro trabajo, se trata de una nueva ontología, una nueva comprensión del ser, un nuevo mundo, en el sentido heideggeriano del término. Es esta comprensión del ser la que está a la base tanto de la ciencia moderna como de las restantes esferas de la cultura moderna. Por demás está decir que Burtt —como por otra parte lo sugiere el título mismo de su obra— comparte este punto de vista.

En lo sucesivo se ofrecerá, en primer lugar, una sinopsis de los elementos principales de la visión del mundo que impuso esta revolución de los fundamentos del pensamiento occidental y, en segundo lugar, se profundizará en la caracterización de la interpretación de la historia de la modernidad científica que se está exponiendo mediante el examen sucinto de un caso particular. Antes de ofrecer entonces, como ejemplificación de la práctica histórica de Burtt y Koyré, un breve informe de su perspectiva conjunta acerca de las aportaciones individuales de uno de los pensadores que se destacaron en los albores de la revolución científica moderna, cabe preguntarse cómo conciben los historiadores los rasgos principales del mundo que surgió en el siglo xvii y los procesos intelectuales que le dieron origen. Se comenzará con Koyré:

Me parecía que [MA: los cambios del siglo XVII] se podían reducir a dos acciones fundamentales e íntimamente relacionadas, que

---

13. Koyré, Alexandre: *Estudios galileanos*, p. 3 (las itálicas son nuestras)

caracterizaba como la *destrucción del cosmos* y la *geometrización del espacio*; es decir, la sustitución de la concepción del mundo como Un todo finito y bien ordenado, en el que la estructura espacial incorporaba una jerarquía de perfección y valor, por la de un universo indefinido o aun infinito que ya no estaba unido por subordinación natural, sino que se unificaba tan sólo mediante la identidad de sus leyes y componentes últimos y básicos. La segunda sustitución es la de la concepción aristotélica del espacio (un conjunto diferenciado de lugares intramundanos) por la de la geometría euclídea (un, extensión esencialmente infinita y homogénea) que, a partir de entonces, pasa a considerarse idéntica al espacio real del mundo)<sup>14</sup>

Se citará ahora un extenso pasaje del final de la obra de Burtt, importante porque en él condensa el autor su visión de los cambios acarreados por la metafísica moderna.

Hemos señalado que el núcleo de la nueva metafísica científica se halla en la atribución de la última realidad y de la eficacia causal al mundo de las matemáticas, el cual se identifica con la esfera de los cuerpos materiales que se mueven en el espacio y en el tiempo. Más cabalmente expresado, hay que distinguir tres puntos esenciales de la transformación que terminó con la victoria de esta concepción metafísica; hay un cambio en la concepción dominante: 1) de la realidad, 2) de la causalidad, y 3) del espíritu humano. Primero, el mundo real en el cual vive el hombre no es ya considerado como un mundo de sustancias que posee tantas cualidades últimas como se puede experimentar en ellas, sino como un mundo de átomos (ahora electrones), provisto únicamente de características matemáticas y que se mueve conforme a leyes formulables matemáticamente. Segundo, las explicaciones basadas en las formas y causas finales de los acontecimientos, tanto en este mundo como en la esfera menos independiente de la mente, fueron ciertamente dejadas de lado a favor de las explicaciones basadas en sus elementos más simples; el último se relaciona temporalmente como las causas eficientes y es posible tratar mecánicamente los movimientos de los cuerpos. En relación con este cambio experimentado, Dios dejó de ser considerado la Suprema Causa Final, y, donde aún se creía en él, llegó a ser la Primera Causa Eficiente del mundo. También el hombre perdió el

---

14. Koyré, Alexandre: Del mundo cerrado al universo infinito, p. 2 (las itálicas son nuestras). Se encuentran caracterizaciones similares en Estudios galileanos, p. 3 y en "La influencia de las concepciones filosóficas en las teorías científicas", en Pensar la ciencia, p. 54.

alto puesto que tenía frente a la naturaleza que había sido como una parte de su primera jerarquía teleológica, y se llegó a considerar su mente como una combinación de sensaciones (ahora reacciones) en lugar de las facultades escolásticas. Tercero, el intento de los epistemólogos de reconsiderar, a la luz de estos dos cambios, la relación del alma humana con la naturaleza se expresaba en la forma popular del dualismo cartesiano, con su doctrina de las cualidades primarias y secundarias, la localización del alma en un lugar del cerebro y la explicación mecánica del origen de las sensaciones y de las ideas.<sup>15</sup>

Como podemos apreciar, los autores no hacen hincapié en los mismos puntos. Notemos, sin embargo, que en ambos pasajes se destacan como aspectos esenciales de la modernidad la matematización de lo real (explícita en Burtt e implícita en la "geometrización del espacio" de Koyré) y la desaparición del mundo cerrado y axiológicamente estructurado de la Antigüedad ("destrucción del cosmos" de Koyré y pérdida del puesto central del hombre en el mundo en Burtt); por lo demás, sus consideraciones son complementarias y no entran en contradicción.

Resta dar algunas precisiones sobre estos rasgos, lo que se hará al contemplar cómo algunos de estos elementos de la visión moderna del mundo surgieron en un pensador en particular, al que, además, se tomará como caso ejemplar para exponer de modo concreto la práctica de la historia de la ciencia que efectúan Burtt y Koyré. Este pensador es Nicolás Copérnico (1473-1543). No se hará una exposición pormenorizada de la doctrina de Copérnico, sino que se mencionarán algunas de sus tesis y se las pondrá en relación con los desarrollos filosóficos y científicos posteriores. Pues lo que se procura con esto, ante todo, es verificar cómo la formulación y la puesta en circulación de estos momentos doctrinales concuerdan con la concepción general de la ciencia y, en particular, del surgimiento y características de la ciencia moderna de Burtt y Koyré. Al acometer esta empresa, se notará que estos historiadores han coincidido asimismo en la evaluación del resurgimiento de una tradición filosófica de la Antigüedad como decisiva para la constitución de la ciencia moderna

---

15. Burtt, Edwin A.: op. cit., pp. 330-331.

## **Copérnico, la aceptación de su sistema astronómico y la influencia del neoplatonismo**

Para comprender las razones del éxito de la teoría astronómica copernicana se debe, en primer lugar, desembarazarse de la concepción habitual (*positivista*) de las condiciones que debe satisfacer una teoría científica para ser aceptada por la comunidad de los *savants*. Pues el éxito del copernicanismo en el corto plazo no tuvo su origen en una mayor concordancia con los datos empíricos. Los fenómenos celestes podían explicarse y predecirse conforme al modelo ptolemaico con una precisión tan grande como la que permitían las técnicas de observación de aquel entonces. El testimonio de los sentidos, por otra parte, parecía estar de acuerdo con la astronomía ptolemaica: la Tierra se aparece firme e inamovible, se ve cómo el Sol describe cada día un movimiento a través de la bóveda celeste y se perciben como engarzadas en esta un conjunto de luces fijas que se llaman estrellas. Nada en la humana experiencia cotidiana conduce necesariamente a postular un movimiento de la Tierra sobre su eje o de este alrededor del Sol.

El modelo ptolemaico, por otra parte, estaba sustentado por una consistente visión sistemática del mundo (la cosmología aristotélica) que estaba en vigencia desde tiempos inmemoriales. Para esta filosofía el cosmos se divide en dos regiones, una sublunar y otra supralunar. El conjunto de fenómenos perteneciente a cada una de estas regiones presenta caracteres distintivos diversos y obedece por tanto a leyes diferentes; consiguientemente deben ser investigados separadamente. Los cuerpos de la región sublunar se encuentran sometidos al cambio, la generación y la corrupción, y están compuestos por mezclas de los cuatro elementos (tierra, agua, aire y fuego). La preeminencia de elementos pesados (tierra, agua) en un cuerpo compuesto hace de este un cuerpo grave y lo determina a moverse *naturalmente* (esto es, en virtud de su propia esencia) en línea recta hacia el centro geométrico del universo ("hacia abajo"), que coincide con el centro de la tierra; la preponderancia de los dos restantes elementos en un compuesto convierte a este en un cuerpo leve y lo compele a moverse en línea recta en sentido inverso (-hacia arriba"). Hay que notar que la levedad y la gravedad de un elemento, elemento cuya preponderancia en un cuerpo determina la gravedad o levedad de este, se definen por referencia a otro elemento. Así, el agua es grave

con respecto al aire y leve con respecto a la tierra (esto es, tiende a situarse encima de la tierra y debajo del aire). El orden en que se han citado más arriba los elementos es el de su gravedad decreciente o levedad creciente. Por otra parte, los movimientos que contradicen las tendencias naturales de los cuerpos (por ejemplo, cuando arrojamus una piedra hacia arriba) son llamados violentos.

El componente de la región supralunar es el quinto elemento, esto es, el éter, materia sutil, ligera e imperecedera, cuyo movimiento natural y eterno es el circular. Esta región está constituida por esferas concéntricas, cuyo movimiento arrastra al de los diferentes planetas (Mercurio, la Luna, el Sol, etc.); la más exterior de estas esferas es aquella en la que están engarzadas las estrellas fijas, y más allá de ella no existe espacio ni materia. La Tierra, como se ha visto, permanece en reposo absoluto en el centro geométrico del universo. Se reproduce en la página siguiente un típico diagrama de la cosmología precopernicana.<sup>16</sup>



Se señala, por último, que la distinción aristotélica entre una región sublunar y una región supralunar no es únicamente cosmológica, sino también axiológica. O, dicho de otra manera, el mundo se encuentra axiológicamente estructurado. A la región supralunar.

16. Se ha tomado de Koyré, Alexandre: Del mundo cerrado al universo infinito, p. 11.

corresponde, como es evidente, la mayor excelencia: los astros poseen un movimiento reputado perfecto, el circular, y este es eterno, esto es, no hay generación ni corrupción.

¿Qué razones, cabe preguntar, pueden haber inducido entonces a la formulación y la aceptación de una astronomía que cuestionaba los fundamentos mismos de la visión aceptada del universo, visión que armonizaba y volvía coherente la totalidad de la experiencia humana? Burt y Koyré coinciden en su respuesta. El primero señala que, „ Copérnico sólo podía apelar al razonamiento de que su concepción ponía los hechos de la astronomía en un orden matemático más sencillo y armónico”; la hipótesis del movimiento de la Tierra permitía explicar los fenómenos celestes con treinta y cuatro epiciclos,<sup>17</sup> mientras que el sistema ptolemaico necesitaba alrededor de ochenta.<sup>18</sup> Koyré alega, asimismo, que Copérnico obró por una "razón de estética o de metafísica, por consideraciones de armonía".<sup>19</sup> Ahora bien, ¿cuál era el supuesto metafísico que estaba a la base de la actitud de Copérnico y de los futuros defensores del copernicanismo -sobre todo de estos últimos-, esto es, el fondo de pensamiento que los llevaba a considerar verdadera una teoría que presentaba un orden y una armonía matemáticos superiores? Podría resumirse de la siguiente manera el supuesto que identifican estos historiadores de la ciencia: la estructura del universo tiene un carácter fundamentalmente matemático, y sólo se pueden establecer las formulaciones matemáticas que expresan la verdad de aquel mediante el ejercicio de la razón liberada de la influencia opresiva de los sentidos. Este pensamiento, evidentemente, no pudo tener su origen en la observación, puesto que define su papel y la condiciona; más tampoco lo tuvo en sentido estricto en la inventiva teórico-científica moderna,

---

17. Los epiciclos son círculos que describen los planetas; su centro está constituido por un punto situado sobre el deferente, que es el círculo mayor por el que transitan los planetas alrededor de la Tierra. Lo último no es totalmente exacto, puesto que para "salvar los fenómenos" se debía postular también que algunos de los deferentes son excéntricos, es decir, su centro no se halla exactamente en la Tierra. Estos expedientes diferenciaban la astronomía ptolemaica de la aristotélica. Mientras que para Aristóteles las esferas celestes tenían realidad física, para Ptolomeo eran meros ingenios matemáticos que permitían predecir el movimiento de los planetas. Por eso puede decirse que es con Ptolomeo que se separan la astronomía matemática y la astronomía física; esta separación perdura hasta Copérnico y Kepler.

18. Burt, Edwin A.: *op. cit.*, p. 38.

19. Koyré, Alexandre: "Etapas de la cosmología científica", en Koyré, Alexandre: *Estudios de historia del pensamiento científico*, p. 83.

sino en el renacer -durante los siglos XV y XVI- de una corriente filosófica: un platonismo teñido de pitagorismo (esto es, la obra platónica más considerada era el *Timeo*). Se está ante un claro ejemplo de influencia de una idea transc científica en una teoría científica, más aun, en una revolución científica, que señala la necesidad de enfocar el quehacer científico de una época en conjunción con el sistema de ideas que se presenta en ella, tal como propugnan Burt y Koyré.

Los neoplatónicos a los que se hace referencia pensaban que el universo es fundamentalmente geométrico, que sus ingredientes últimos no son más que trozos limitados de espacio y que la totalidad del mundo presenta una armonía geométrica bella y sencilla." Se oponían a los aristotélicos, para los cuales las matemáticas tienen un valor subsidiario y son inaplicables a los entes reales, esto es, no pueden conjugarse con la física, la cual, según su concepción, es fundamentalmente cualitativa.' Koyré —si bien es cierto que refiriéndose a un período sensiblemente posterior, a saber, la época de Galileo, pensador a quien considera platónico— llega a decir que:

Según ellos [MA: Galileo y sus contemporáneos], si se consideran las matemáticas como una ciencia auxiliar que se ocupa de abstracciones, y por esto tiene menos valor que las ciencias que tratan de cosas reales, como la física; si se afirma que la física puede y debe basarse directamente en la experiencia y la percepción sensible, se es aristotélico. Si, por el contrario, se quiere atribuir a las matemáticas un valor supremo y una posición clave en el estudio de las cosas de la naturaleza, entonces se es platónico<sup>22</sup>

La afirmación de que el renacimiento del neoplatonismo tuvo incidencia en la constitución de la ciencia moderna es de capital importancia. Pues este simple hecho derrumba por sí solo gran parte de las tesis sustentadas por la concepción positivista de la historia de la ciencia. En efecto, demuestra que la ciencia no se

---

20. Burt, Edwin A.: op. cit., p. 56.

21. Tanto Burt como Koyré señalan, asimismo, como razón extracientífica adicional en P. del copernicanismo, la existencia de un cierto mito al Sol -imagen visible de la deidad-, astro que como es sabido ocupa en el sistema copernicano el centro del universo.

22. Koyré, Alexandre: "Galileo y la revolución científica del siglo XVII, en Koyré, Alexandre: *Estudios de historia del pensamiento científico*, p. 195.

constituyó como tal al emanciparse de la filosofía y la religión; que la ciencia no es un discurso autónomo; que sus teorías nacen con la creación de modelos matemáticos que explican lo real (lo cual constituye, a decir verdad, una variante del platonismo<sup>23</sup>), y no en un apego a la experiencia.<sup>24</sup> Además, es sobre todo con respecto a este punto que Koyré dejó constancia de la afinidad de su interpretación con la de Burt, hecho que provee de evidencia textual a la formulación de este trabajo, en el cual se considera conjuntamente a ambos historiadores de la ciencia. He aquí los textos:

Casi nadie, a excepción del señor E. A. Burt, autor del célebre *Metaphysical Foundations of Modern Physical Science* (Londres, 1925), admite la influencia positiva y el papel importante de las concepciones filosóficas en la evolución de la ciencia. [MA: Señala inmediatamente una diferencia] Pero incluso el señor Burt no ve en ellas más que soportes, andamios que ayudan al científico a formar y formular sus concepciones científicas y que, una vez acabada la construcción teórica, pueden ser eliminados, y efectivamente lo son, por las generaciones posteriores. (...)

[MA: en la página siguiente Koyré deja constancia tanto de la semejanza como de la divergencia] Admitamos, pues, con el señor Burt, que las consideraciones filosóficas no son más que andamios... Ahora bien, dado que raramente se ve que las cosas se constituyan sin éstos, la comparación de Burt podría llevarnos a una conclusión

---

23. Se dice una variante del platonismo porque la ciencia moderna añade a la creación de modelos ideales la exigencia de que puedan deducirse de ellos enunciados observacionales susceptibles de ser puestos a prueba por la experimentación o la observación. De más está decir que para los fundadores de la ciencia moderna estos modelos matemáticos expresan la esencia de lo real y son un producto "natural" de la razón humana, a diferencia de algunas corrientes epistemológicas contemporáneas para las cuales los modelos matemáticos son creaciones arbitrarias cuya vigencia se debe a un éxito sostenido en la empresa de "salvar los fenómenos", es decir, al hecho de que los enunciados observacionales que se deducen de las teorías concuerdan con la observación y la experimentación.

24. A decir verdad, la teoría copernicana era contradicha de modo flagrante por la experiencia cotidiana (o al menos por el modo en que los aristotélicos la interpretaban). Uno de los argumentos clásicos esgrimidos por los aristotélicos contra el copernicanismo es el siguiente. Cuando soltamos un grave desde lo alto de una torre éste cae al pie de la misma. De afirmarse con Copérnico el movimiento rotatorio de la Tierra sobre su eje el grave debería caer a un costado, pues en el lapso en que este cae (y para los aristotélicos, como vimos, debe caer en línea recta hacia el centro de la tierra, su lugar natural) la torre debería haber efectuado un movimiento, arrastrada por el movimiento rotatorio de la Tierra. Como se ve, faltaba la noción de sistema físico, que debemos a Bruno y Galileo. Pues esta y otras objeciones sólo pudieron ser resueltas con el surgimiento de la física moderna durante el siglo XVII.

diametralmente opuesta a la suya, a saber, la de la necesidad absoluta de estos andamios que sostienen la construcción y la hacen posible.<sup>25</sup>

Es E. A. Burtt, *The metaphysical foundations of modern physical science*, Nueva York, 1925, quien mejor ha expuesto en mi opinión el trasfondo metafísico de la ciencia moderna (el matematismo platónico). Desgraciadamente Burtt no supo reconocer la existencia de dos (y no una) tradiciones platónicas, la de la especulación mística sobre los números y la de la ciencia matemática.<sup>26</sup>

[MA: en el texto en el cual se encuentra el pasaje que se acaba de citar Koyré no ofrece indicaciones ulteriores acerca de los dos tipos de platonismo que distingue, limitándose a remitir a dos textos de Brunschvicg. Pero en un pasaje de *Estudios galileanos*, que se cita a continuación, se encuentra una caracterización más detallada] En la historia de la filosofía hay varios Platones y varios platonismos; hay sobre todo dos tipos distintos: el platonismo, o más exactamente, el neoplatonismo, de la Academia Florentina, mezcla de mística, aritmología y magia; y el platonismo de los matemáticos -el de un Tartaglia y el de un Galileo- platonismo que es matematismo, sin más. El no haber distinguido entre estos dos platonismos -para el uno el *Timeo* es un tratado de cosmología mágica; para el otro, un ensayo de física matemática- es el pecado venial del bello libro de E. A. Burtt, *The metaphysical foundations of modern physical science*, Londres, 1924. (...)27

[MA: En la página siguiente Koyré vuelve a señalar el mérito de la obra de Burtt y su coincidencia con la tesis histórica fundamental que aquella sostiene] Es E. A. Burtt, *The metaphysical foundations of modern physical science*, 1924, quien nos parece haber comprendido mejor la infraestructura metafísica -matematismo platonizante- de la ciencia clásica.<sup>28</sup>

Se podría completar la distinción efectuada por Koyré entre los dos tipos de platonismo con la afirmación de que la vertiente matemática tuvo su mayor representante antiguo en Arquímedes. Koyré ha señalado en más de una ocasión la importancia que tuvo

---

25. Koyré, Alexandre: "La influencia de las concepciones filosóficas en las teorías científicas", en Koyré, Alexandre: *Pensar la ciencia*, pp. 49-50.

26. Koyré, Alexandre: "Galileo y Piaron", en Koyré, Alexandre: *Estudios de historia del pensamiento científico*, p. 176, n. 64.

27. Koyré, Alexandre: *Estudios galileanos*, p. 202, n. 120.

28. Koyré, Alexandre: *Estudios galileanos*, pp. 203-204, n. 122.

el descubrimiento y publicación de sus textos para la constitución de la física moderna." La tradición platónica restante sería, evidentemente, la de los pensadores absorbidos por preocupaciones de índole místico-religiosa, que meditaron sobre la esencia del número sin ningún tipo de rigor científico.

Burtt sería culpable, entonces, a los ojos de Koyré de no haber distinguido aquellas dos tendencias y hablar de una corriente platónica en general. Es de notar que, pese a esta crítica y al señalamiento de diferencias, lo que prevalece en el conjunto de las apreciaciones de Koyré sobre Burtt es una valoración positiva de su trabajo historiográfico y el reconocimiento de una comunidad de perspectiva.

Se volverá ahora por un momento a Copérnico. Es sabido que en sus textos no se encuentra afirmada aún la infinitud del universo. Perduran en ellos dos principios constitutivos del cosmos antiguo: el finitismo y la estructuración axiológica. Copérnico sigue creyendo en la existencia del orbe de las estrellas fijas, esto es, en una esfera material que envuelve y contiene el universo en su conjunto, fuera de la cual no hay ni espacio ni materia. Es cierto que para Copérnico la magnitud de esta esfera es considerablemente mayor que la que estaban dispuestos a conceder los ptolemaicos; más ensanchar el universo no es indudablemente lo mismo que volverlo infinito. El Sol, por otra parte, se encuentra en el centro de esta esfera. Las siguientes líneas de Copérnico no dejan lugar a dudas de que, por lo anterior, en su sistema se le confiere al Sol una dignidad superior:

Pero en el centro de todo reside el Sol. Situado en este templo magnífico, ¿quién habría de poner la luz en otro lugar mejor que este, desde el que puede iluminarlo todo a la vez? Por tanto, no resulta impropio llamarlo, como hacen algunos, la lámpara del mundo, otros, su inteligencia, y otros su director. Trimegisto [AK: lo denomina] el Dios visible; Sófocles, en *Electra*, El que todo lo ve. Así, como en un real trono, el Sol gobierna la familia de los astros que están en torno suyo<sup>30</sup>

---

29. La *editio princeps* de los textos de Arquímedes se publicó en Basilea en 1544.

30. Copérnico, Nicolás: *De revolutionibus orbium coelestium*, 1. 1, cap. viii; cit. en Koyré, Alexandre: *Del mundo cerrado al universo infinito*, p. 36.

Corresponde a Giordano Bruno (1548-1600) el mérito de haber afirmado sin ambages la infinitud del universo. En el pensamiento de Bruno se encuentra, más aun, un universo infinitamente "poblado", esto es, ocupado por infinidad de "mundos", de soles en torno a los cuales giran diversos planetas. Esta infinitud del universo implica a la vez su descentralización: en un mundo ilimitado no hay centro ni periferia. Notemos siquiera someramente las consecuencias revolucionarias de la metafísica bruniana: al no haber regiones privilegiadas en el universo,<sup>31</sup> cae por tierra la idea aristotélica de un movimiento natural, puesto que ya no hay lugares naturales hacia los cuales puedan tender los cuerpos en virtud de su esencia; no hay ni "arriba" ni "abajo" absolutos, puesto que los lugares de este espacio geometrizado son equivalentes; como consecuencia, el movimiento se relativiza. Así, en Bruno, al igual que en otros pensadores, se ve cómo el surgimiento de la astronomía moderna estuvo ligado con el de la física moderna. Esto se debe a que el pensamiento moderno tiende -contra la distinción aristotélica entre dos regiones física y axiológicamente diferenciadas de lo real- hacia la unidad de la naturaleza, hacia la conformación de un sistema único de leyes que explique la totalidad de lo real. Este sistema, que se logrará en Newton, supuso los aportes astronómicos de Kepler y las contribuciones de Galileo y Descartes en física. Es decir, no bastaba con oponer a la metafísica aristotélica una nueva metafísica, como hizo Bruno; había que constituir además una nueva física matemática, acometer la tarea que inició Galileo al formular la ley matemática de la caída de los cuerpos. Pero eso no quita el hecho de que una parte importante de la tarea, la de sentar algunos<sup>32</sup> de los *fundamentos metafísicos de la ciencia moderna*, como reza la expresión de Burt, haya sido obra de un filósofo, y platónico, además. Creemos que este hecho aporta nueva evidencia a favor de la concepción de la historia de la ciencia moderna de Burt y Koyré, cuyos rasgos principales se han expuesto en este trabajo.

---

31. Los soles ocupan lugares privilegiados dentro de sus respectivos mundos, puesto que se encuentran en el centro de los mismos, pero el universo en sí carece de centro.

32. Se dice "algunos" porque en Bruno perviven ideas francamente premodernas, como la de que los astros son dirigidos en su movimiento por almas. El de Bruno no es entonces un pensamiento mecanicista, sino animista.

## **Bibliografía citada**

Bacon, Francis. *Novum Organum. Estudio preliminar y notas de Risieri Frondizi*, Buenos Aires, Losada, 1949 (1620).

Burtt, Edwin Arthur. *Los fundamentos metafísicos de la ciencia moderna*, Buenos Aires, Sudamericana, 1960 (1925).

Descartes, René. *Discurso del método. Edición bilingüe. Traducción, notas e introducción: Mario Caimi*, Buenos Aires, Colihue, 2004 (1637).

Koyré Alexandre. *Del mundo cerrado al universo infinito*. México, Siglo XXI (1979).

Id. *Estudio de historia del pensamiento científico*. México, Siglo XXI (1991).

Id. *Pensar la ciencia*. México, Barcelona, Paidós (1994).