

LA APORTACIÓN CIENTÍFICA DEL RENACIMIENTO¹

Lucila Pautrat, 2012

Koyré, A. (1990), en *La Aportación Científica del Renacimiento*, sostiene que, aun cuando el Renacimiento se caracteriza, principalmente, por la fecundidad y riqueza en la producción artística y literaria, la científica sentará las bases sociales e ideológicas para la construcción de un nuevo paradigma científico que se consolidará en la Modernidad². De otro lado, el Renacimiento se caracteriza también por ser una época acrítica, donde priman las creencias mágicas, supersticiones y brujerías, llegando los astrólogos a ocupar *“cargos oficiales en las ciudades y junto a los soberanos”*.

El Renacimiento surge en respuesta y contraposición al modelo científico y filosófico de la síntesis aristotélica medieval, el cual logra destruir. Koyré sostiene la hipótesis que la credulidad y propensión a las creencias mágicas son consecuencias de la destrucción de la física, metafísica y ontología tomista-aristotélica que hasta ese momento sostenían los sistemas de creencias medievales. Este vacío ontológico y epistemológico, da lugar a la imposibilidad de sostener alguna certeza alguna. Al respecto señala: *“Una vez que esta ontología es destruida y antes de que una nueva, que no se elabora hasta el s. XVII, haya sido establecida, no hay ningún criterio que permita decidir si la información que se recibe de tal o cual hecho es verdadera o no. De esto resulta una credulidad sin límites”*³. Koyré resume la mentalidad del Renacimiento en la frase: *“todo es posible”*. Es la naturalización mágica de lo maravilloso que dará origen al naturalismo del Renacimiento.

Sin embargo, a este espíritu de credulidad en que todo es posible, también acompañan: *“la curiosidad sin límites, la agudeza de visión y el espíritu de aventura”*⁴. Durante esta época se llevarán a cabo los grandes viajes, como el descubrimiento de América, la circunnavegación de África y el mundo, lo cual alimenta la curiosidad y conocimiento de los hechos, la variedad y multiplicidad de cosas de otros mundos, las maravillas y rarezas de la naturaleza. Una acumulación de conocimientos que prescinde de grandes teorías explicativas. Esta misma curiosidad por lo nuevo e inexplorado se extiende a los ámbitos de la geografía, la cartografía y la anatomía humana, con las disecciones y los dibujos de Leonardo, y las publicaciones de Vesalio.

Durante el Renacimiento son traducidos y editados los grandes textos de la antigüedad, como los *Tratados* Ptolomeo (s. XV), las obras de Arquímedes, Apolonio, Pappus, Herón, entre otros, (s. XVI). Fue gracias a la recuperación y estudio de la obra de Arquímedes que se impulsará la revolución científica en el s. XVII. Los libros de Apolonio sobre las cónicas permitirán los avances astronómicos operados por Kepler. En cuanto a la revolución científica, si bien se desarrolla de manera paralela al espíritu renacentista, será posible gracias a la destrucción del modelo de la síntesis aristotélica. La configuración de un cosmos estático, cerrado, ordenado y

¹ Koyré, Alexandre. 1990. *La Aportación Científica del Renacimiento*. En: *Estudios de Historia del Pensamiento Científico*. Ed. Siglo XXI. España. pp: 41 – 75.

² El espíritu del Renacimiento está encarnado por el artista, el hombre de letras, no por el científico.

³ Koyré, A. 1990. Op. Cit. p: 42.

⁴ Ídem, p: 43.

geocéntrico debía ser desarticulada para dar paso a las teorías heliocéntricas. Según Koyré, filósofos como Nicolás de Cusa fueron los precursores de este movimiento al equiparar ontológicamente la realidad de la Tierra con la de los cielos, y al sostener la indeterminación del universo. Con ello se desintegra la existencia de una jerarquía ontológica del cosmos, dando paso a una nueva ontología, y la geometrización del espacio. En este mismo sentido Copérnico aplicará las mismas leyes del movimiento local de los cuerpos en la tierra, a las fuerzas físicas que rigen los astros, unificando los cuerpos bajo un mismo sistema de leyes.

De otro lado, Tycho Brahe aportó el espíritu de precisión de la nueva ciencia que se iba gestando: precisión en la observación de los hicos, en la medida, en la fabricación de instrumentos de medida, etc. Koyré, citando a Kepler, señala que Tycho Brahe contribuyó significativamente a la destrucción definitiva de la concepción de las esferas celestes que soportaban a los planetas y que rodeaban la Tierra y el Sol, imponiendo a sus sucesores la consideración de las causas físicas de los movimientos celestes.

Ya hacia el s. XVII Kepler aporta una nueva concepción del mundo.

“[...] El universo está regido en todas sus partes por las mismas leyes y por leyes de naturaleza estrictamente matemáticas⁵”.

Es un universo jerárquicamente estructurado en relación al Sol, creado de manera armónica por Dios, pero la norma que sigue Dios en dicha creación son el cálculo matemático o geométrico. Para Koyré, Kepler es un *Janus bifrons*, aún arraigado a una concepción animista del universo, pero en tránsito hacia la concepción mecanicista de la modernidad. *“El Dios platónico de Kepler construye el mundo geometrizándolo⁶”.*

Adicionalmente, Kepler descubrió que la velocidad de los movimientos de los planetas varía periódicamente en el espacio y en el tiempo, no siendo uniforme. De manera preliminar planteó la primera hipótesis de la acción magnética, que aún cuando no era del todo universal, era extrapolable a los cuerpos celestes. Descubrió las leyes del movimiento planetario, pero no pudo formular las leyes del movimiento, al mantener la concepción aristotélica de que todo movimiento requiere un motor, y que como resultado del movimiento se producen velocidades, no pudiendo llegar a comprender ni la inercia, ni la aceleración. Kepler no estará en disposición de admitir la idea de un universo infinito.

De otro lado, Giordano Bruno comprende las implicancias de la revolución copernicana respecto al abandono total y definitivo de la idea de un universo jerárquicamente estructurado y ordenado, proclamando la idea de un universo infinito. La geometrización del espacio, y la expansión infinita del universo constituyen las bases fundamentales de la revolución científica del s. XVII.

Koyré sitúa a Galileo fuera del Renacimiento. Dice de Galileo que es: anti-mágico, no experimenta placer ante la variedad de las cosas, y lo único que lo anima es la idea de reducir lo real a lo geométrico-matemático. Es Galileo quien cristaliza la geometrización del universo, identificando el espacio físico con el de la geometría euclidiana. Aun cuando no se pronuncia a

⁵ Ídem, p: 47.

⁶ Ibídem.

favor de la infinitud del universo, tampoco defiende la hipótesis de que estuviera limitado por una bóveda celeste. Para Galileo, tanto el movimiento como el reposo son estados estables que no requieren de una fuerza constante que obre sobre ellos. De otro lado, admite la relatividad del movimiento, y la posibilidad de aplicar a la mecánica las leyes de la geometría.

La matematización del mundo se consolida con Galileo. Las formas geométricas, regulares o irregulares, están sometidas a leyes matemáticas. Galileo también introduce el método experimental en las ciencias, a partir del planteamiento de una hipótesis. Galileo sabe

“que el experimentum es una pregunta hecha a la naturaleza, una pregunta hecha en un lenguaje muy especial, en el lenguaje geométrico y matemático; sabe que no basta observar lo que existe, lo que se presenta normal y naturalmente a los ojos, que hay que saber formular la pregunta y que además hay que saber descifrar y comprender la respuesta⁷”.

Para Koyré, Galileo es el primero que construyó un instrumento científico, no solo con alto nivel de precisión, sino que eran *ad hoc* a las necesidades y requerimientos de una teoría. Así, el telescopio de Galileo está construido a partir de una teoría óptica, y con una finalidad científica, ofrecer a la percepción sensible aquello que es invisible a simple vista. Habiendo fundamentado la realidad física en las matemáticas, Galileo abandona inexorablemente el mundo aristotélico, relegando sus atributos cualitativos a un mero subjetivismo. *“La ruptura es, pues, extremadamente profunda⁸”*, pero dará origen a la síntesis del s. XVII con la física de Newton.

LOS ORÍGENES DE LA CIENCIA MODERNA. UNA INTERPRETACIÓN NUEVA

El debate entre los historiadores sobre los orígenes de la ciencia moderna se orienta hacia diversos aspectos, tales como: i) la continuidad entre la ciencia moderna y la medieval, o el surgimiento de una revolución científica, y ii) la naturaleza misma de la ciencia moderna y sus características fundamentales.

Argumentando a favor de la hipótesis de la continuidad, Crombie sostiene que es posible rastrear los aspectos fundamentales y esenciales de la ciencia moderna en el medievo, siendo su inspiración metodológica y filosófica una invención medieval. Según Crombie fueron los filósofos occidentales del s. XIII quienes, a diferencia de los griegos, utilizaron el empirismo práctico de las artes y oficios para buscar explicaciones racionales, formulando una concepción del mundo más unificada. Donde los griegos veían categorías ontológicas del conocimiento: física, matemática y metafísica, los medievales veían diferencias esencialmente de método.

Uno de los problemas de la metodología científica radica en establecer el tipo de relación que guardan las teorías con los hechos. Se trata de fijar las condiciones que la teoría debe cumplir para ser aceptada, así como establecer los métodos para definir su validez (verificación / falsación). Según Crombie los científicos-filósofos del s. XIII descubrieron la importancia de la experimentación para los procesos de verificación, a diferencia de la simple observación que

⁷ Ídem, p: 50.

⁸ Ibídem.

constituye la base del método inductivo. Asimismo sostiene que los medievales desarrollaron las estructuras fundamentales del método experimental, a la vez que descubrieron el sentido y función de una teoría científica, abandonando la pretensión de ser necesaria, única y definitiva.

Según Koyré, para Crombie la ciencia del s. XVII no aporta ninguna modificación fundamental a los métodos científicos existentes; sustituyeron únicamente el método cualitativo de los escolásticos por el cuantitativo, adaptando a la investigación experimental un tipo nuevo de matemáticas; así como el uso de instrumentos de medición más precisos, el uso de medios de control para aislar los factores esenciales en los fenómenos complejos, métodos de medición sistemáticos que permitan cuantificar las variaciones concomitantes y expresarlas en forma matemática. El mayor aporte de la ciencia del s. XVII fue establecer la relación entre la experiencia y su formulación matemática, así como la posibilidad de resolver los problemas físicos por medio de teorías matemáticas. Crombie afirmaba que aún cuando la ciencia del s. XVII buscaba distanciarse de la escolástica medieval, debía a esta la concepción de la estructura lógica de la ciencia experimental, defendida por Galileo, Bacon, Descartes y Newton.

Crombie afirmaba que uno de los primeros en abordar el problema metodológico de la ciencia fue Grosseteste, quien pensó que las matemáticas podían suministrar *la razón* de un conocimiento adquirido empíricamente de la física. Esta idea inicialmente epistemológica, fue luego aplicada a la revisión de problemas físicos particulares, e ilustrada con ejemplos de la óptica. Koyré señala que esto podría deberse a que para Crombie:

“la metafísica platónica (...) ha comportado siempre la posibilidad de una explicación matemática. El neoplatónico Grosseteste, para quien la luz (lux) era la forma del mundo creado, que ha informado la materia informe y por su expansión ha dado lugar al estudio mismo del espacio, pensaba que la óptica era la clave que permitía comprender el mundo físico⁹”.

Sin embargo, a pensar de una potencial tendencia a la matematización, Grosseteste no llega a una geometrización de la naturaleza.

Según Crombie, Grosseteste y sus contemporáneos habían logrado establecer una relación entre teoría y experiencia, basándose en el doble movimiento del silogismo aristotélico de pasar a comprender un efecto (hecho) a partir de sus causas (teoría), y a partir de las causas, deducir los hechos. Ello permitía construir un sistema de deducciones. Un ejemplo de ello eran los elementos de la geometría euclidiana. Para Koyré, el movimiento dialéctico entre análisis – síntesis del silogismo aristotélico, no establece ninguna diferencia metodológica fundamental, dado que tanto las premisas como las conclusiones eran indiscutibles, necesarias y evidentes en sí mismas.

Respecto a las ciencias naturales, Koyré señala que ni los principios simples son en modo alguno evidentes, ni mejor conocidos que los complejos. En tal sentido, la inducción no conduce a una explicación causal. De allí la necesidad de verificar la exactitud de los principios

⁹ Ídem, p: 56.

mediante la experimentación. Sin embargo Crombie sostiene que Grosseteste habría logrado establecer un sistema de verificación o falsación de diversas causas (teorías) de un hecho experimentalmente.

Todo método científico se apoya sobre algunos axiomas sobre la naturaleza de la realidad. Para Crombie, los axiomas en los que Grosseteste y sus contemporáneos medievales fundamentan su ciencia son: i) Principio de Uniformidad de la naturaleza, de herencia aristotélica: *“la misma causa en las mismas condiciones no puede más que producir el mismo efecto¹⁰”*; y ii) Principio de Economía, también aristotélico, que rige en la ciencia y en la naturaleza. Basado en estos preceptos, Grosseteste contrastaba y establecía distinciones entre diversas causas posibles y los datos experimentales, lo cual le permitía verificar la mayor proximidad de una teoría con la experiencia, y descartar otras. Según Crombie, Bacon habría sido uno de los discípulos de Grosseteste:

“Las matemáticas, según Roger Bacon, son la puerta y la llave de las ciencias y de las cosas de este mundo, y dan un conocimiento seguro de ellas. En primer lugar, todas las categorías dependen de un conocimiento de la cualidad de la que tratan las matemáticas y por consiguiente toda la excelencia de la lógica depende de las matemáticas¹¹”.

Para Crombie, Bacon asiente en que tanto la lógica como las ciencias de la naturaleza dependen de las matemáticas:

“[...] Por lo que es evidente que, si en las otras ciencias deseamos llegar a una certeza en la que no quede ninguna duda, y a una verdad sin error posible, debemos fundar el conocimiento en las matemáticas¹²”.

Koyré asiente en que nadie ha puesto la ciencia experimental en un lugar tan alto como Bacon, atribuyéndole la prerrogativa de validar o invalidar las conclusiones del razonamiento inductivo, sino también de ser la única fuente de nuevas verdades que no pueden ser conocidas por otros medios. Para Bacon la ciencia experimental, que logró unir el razonamiento teórico con la experimentación, era el paradigma del progreso moderno que daría a la humanidad conocimiento y poder.

Según Crombie, los puntos más relevantes de las investigaciones metodológicas de Grosseteste son: i) La función de las matemáticas era solamente describir y poner en correlación los hechos y acontecimientos, y ii) Las matemáticas no podían dar a conocer ni las causas eficientes ni otras que producían cambios en la naturaleza. Crombie, citado por Koyré, señala:

“El principal resultado de este esfuerzo por comprender cómo hay que emplear la teoría para coordinar los hechos en una disciplina práctica correcta fue demostrar que en la ciencia el único criterio de verdad era la coherencia lógica y la verificación experimental. La cuestión metafísica del por qué de las cosas, a la que se había respondido en términos de sustancias y de causas, quod quid est, fue progresivamente

¹⁰ Ídem, p: 58.

¹¹ Koyré citando a Crombie. Ídem, p: 59.

¹² Ídem, p: 60.

sustituída por la cuestión científica del cómo de las cosas a la que se respondió simplemente por la puesta en correlación de los hechos, por cualquier medio, lógico o matemático, que condujera a este fin¹³”.

Occam, quien era un crítico de las concepciones tradicionales de la causalidad (causas finales y eficientes), según Crombie, incitaba a los filósofos de la naturaleza a conocerla mediante la experimentación. Además señala que Occam formuló una concepción del movimiento que fuera recogida en la teoría de la inercia del s. XVII.

Koyré concluye que los esfuerzos de Crombie por sustentar una continuidad o desarrollo predeterminado de la ciencia moderna a partir de la tradición escolástica, no solo no ha sido demostrada, sino que conduce a concepciones contrarias respecto al desarrollo de la ciencia medieval y su *ánima motrix*. Para Koyré, como para otros historiadores de la filosofía y de la ciencia, existe una marcada diferencia entre el interés tecnológico e industrial de la modernidad, y el ideal contemplativo de la naturaleza de los antiguos y medievales. Según el autor, este interés tecnológico va de la mano con el proceso de secularización de la civilización occidental, y la idea de un progreso presente y tangible en este mundo, abandonando la esperanza escatológica de una vida trascendente.

Un mayor interés por el desarrollo tecnológico y el aporte de algunos importantes inventos del medievo, no son suficientes para explicar el surgimiento del pensamiento científico, en tanto no tenían un interés teórico, sino meramente práctico. De otro lado, en opinión de Koyré, la revolución metodológica del s. XIII que Crombie defiende (resolución – composición) tampoco cuenta con argumentos suficientes ni guarda relación con el progreso científico, ya que este se dio de manera independiente a la existencia de un método. La revolución metodológica de Crombie tuvo alcances muy limitados, no llegando a producir ningún avance científico a finales de la Edad Media. Adicionalmente, la metodología tampoco constituye un tema principal ni constitutivo de la ciencia, sino un tema intermedio.

Dos temas en los cuales Koyré manifiesta estar de acuerdo con Crombie, son:

- Que el platonismo y neoplatonismo siempre han tenido una tendencia a matematizar los fenómenos naturales dándole una mayor importancia que el sistema aristotélico.
- La metafísica de la luz de Grosseteste, de la que este hizo el fundamento de la física, constituía la primera etapa del desarrollo de una ciencia matemática de la naturaleza.

“Fue el platonismo (y, naturalmente el pitagorismo) quien inspiró la ciencia matemática de la naturaleza (y sus métodos) en el s. XVII y la opuso al empirismo de los aristotélicos (y a su metodología)¹⁴”.

En el caso de Occam, quien atacó la validez de las causas finales y la concepción aristotélica tradicional, contribuyó en *“despejar el terreno en el que podía edificarse la ciencia moderna¹⁵”*, pero no constituyó un factor positivo en el desarrollo científico. Koyré sostiene que un punto

¹³ Ídem, p: 61.

¹⁴ Ídem, p: 68

¹⁵ Ibídem.

adicional de concordancia con Crombie radica en que la ciencia moderna (desde Copérnico, hasta Galileo y Newton):

“llevó a cabo su revolución que se basó en la convicción profunda de que las matemáticas son más que un medio formal de ordenar los hechos y son la clave misma de la comprensión de la naturaleza¹⁶”.

De otro lado, Koyré no concede a Crombie la afirmación de que Occam haya descubierto el principio de la inercia al señalar que el movimiento no es distinto al cuerpo que se mueve, siendo esta interpretación un tanto exagerada. Por el contrario señala que el método nominalista (la navaja de Occam), conduce al escepticismo y no a la renovación científica.

En relación a los motivos que inspiraron las ciencias matemáticas modernas este radicaba en descubrir la estructura real de la naturaleza. Así Galileo estaba profundamente convencido del carácter matemático de la estructura profunda de la naturaleza. Al respecto Koyré señala:

“[...] 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 experimental¹⁷”.

Ello desacredita la hipótesis de Crombie de un interés empirista de Galileo.

En la misma línea de Crombie, Koyré señala que un aporte sustancial de Galileo y otros matemáticos platonizantes, como Kepler, fue la constitución de una nueva ontología científica, en la cual se establece una identidad entre la sustancia del mundo real con las entidades matemáticas de las teorías, utilizadas para describir los cambios.

Por otra parte critica la concepción de Crombie de sostener la permanencia de la estructura lógica aristotélica y los problemas de la ciencia experimental, a pesar de haber afirmado el surgimiento de una nueva ontología matematizante y el desarrollo de una nueva forma de razonamiento en Galileo y Descartes. Por su parte Newton buscaba liberar su obra de toda relación con las ontologías científicas más comunes en su época: la de Aristóteles y la de Descartes, las cuales no habían sido deducidas de los fenómenos.

Finalmente Koyré concluye que no es recomendable aceptar la interpretación positivista de la ciencia de Crombie. Para Koyré las revoluciones científicas del siglo XX, como las de los siglos XVII ó XIX, son fundamentalmente revoluciones teóricas:

“cuyo resultado no consistió en relacionar mejor entre ellas los datos de la experiencia (como afirmaba Crombie), sino en adquirir una nueva concepción de la realidad profunda subyacente en estos datos¹⁸”.

¹⁶ Ídem, p: 70.

¹⁷ Ídem, p: 72.

¹⁸ Ídem, p: 75.