

APORTE DE GALILEO A LA CIENCIA MODERNA

Ana Lucía Arango Arias *

SÍNTESIS

En este escrito se intentan mostrar los elementos de la filosofía aristotélica que predeterminan la ciencia moderna. El planteamiento central gira en torno a la relación entre Galileo y Platón y respalda una tesis que se pretende de la lectura de Koyré, y es la de pensar que entre el pensamiento antiguo y el pensamiento moderno (galileano) no hay ruptura, sino, por el contrario, continuidad. Tesis que algunos filósofos como Kuhn, por ejemplo, rechazan e incluso defienden el punto de vista contrario.

DESCRIPTORES:

Apariencia, Realidad, Cualitativo, Cuantitativo, Empírico y Racional.

ABSTRACT

In this paper aristotelic philosophy elements are shown, those ones predetermine modern science. The main point turns around the relationship among Galileo and Platon and it supports a thesis that is pretended from reading the text of Koyré, which is to think that among the ancient thought and the modern thought (galilean) there is no break, but, on the contrary, continuity. Thesis that some philosophers like Kuhn, for example, reject and even defend the opposite point of view.

DESCRIPTORS:

Appearance, Reality, Qualitative, Quantitative, Empirical and Rational.



Mediante este corto ensayo se intentan distinguir algunos conceptos de la filosofía aristotélica que delimitaban la concepción pregalileana del mundo, con el fin de entender los aportes de Galileo con relación a las concepciones de apariencia-realidad, cualitativo-cuantitativo, empírico-racional.

Para conseguir este objetivo se tomará como base el texto de Alexander Koyré, Galileo y Platón, puesto que considero que este autor hace un análisis ejemplar de dichas relaciones y, por lo tanto, esclarecedor de la crítica a la filosofía tradicional que precede al cambio de cosmovisión que venía gestándose desde el Renacimiento en su forma más radical y que toma su dimensión más aguda en las re-

futaciones galileanas especialmente concernientes a la posible relación entre la física celeste (astronomía) y la mecánica terrestre.

Koyré (1997) nos sitúa en primera instancia en el modo particular de razonamiento de los aristotélicos, señala que la física de Aristóteles y la de los nominalistas estaban cercanas de la experiencia del sentido común y es de tal manera como debemos entender las concepciones que se desprenden de su filosofía, en tanto dan cuenta de los fenómenos por ellos observados.

Lo importante a resaltar en estas concepciones es que sus explicaciones forman un todo coherente basado en una concepción cualitativa del mundo celeste y terrestre. Así,



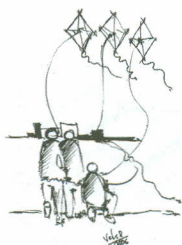
* Profesora de tiempo completo del Programa de Psicología de la Universidad Católica Popular del Risaralda. Dirección de la Autora: analucia@ucpr.edu.co
Recepción del Artículo: mayo 2 de 2006. Aceptación del Artículo por el Comité Editorial: mayo 26 de 2006

es posible situar dos lugares de la concepción de realidad manejada por la tradición: “La creencia en la existencia de ‘naturalezas’ cualitativamente definidas y la creencia en la existencia de un cosmos, en suma, la creencia en la existencia de principios de orden en virtud de los cuales el conjunto de los seres reales forma un todo jerárquicamente ordenado” (Koyré, 1997, 158).

Lo anterior implica la existencia de un todo armónico donde cada cosa tiene “su lugar natural” y es de allí de donde se desprenden los conceptos jerárquicos manejados en la Antigüedad, reposo y movimiento tienen lugares ontológicamente diferentes en esta concepción, siendo el reposo el que posee un carácter ontológico superior. De allí se desprende la tendencia natural de las cosas a ocupar dicho lugar natural, esta concepción permite dilucidar porque el movimiento implica una ‘violencia’, una perturbación del orden y porque, de otro lado, la vuelta al estado de reposo implica un movimiento natural. Todo movimiento, por tanto, es un estado transitorio puesto que al volver una cosa a su lugar natural se cumple su finalidad. Los graves tienden naturalmente hacia el centro de la tierra y los leves hacia arriba, ese es el caso de la piedra o la llama respectivamente. La física de Aristóteles se

basa pues en lo aparente, en aquello que la experiencia muestra.

Esta explicación de la experiencia está sustentada ontológicamente, el movimiento es, entonces, en el ámbito sublunar “un proceso, un flujo, un devenir en y por el que las cosas se constituyen, se actualizan y se realizan” (Koyré, 1997, 160). El movimiento implica cambio en relación con un lugar predeterminado y fijo, en este caso el centro de la tierra; sin embargo, como se indicó más arriba, al ser el movimiento algo violento, un estado transitorio, requiere de una causa que lo genere. Para Aristóteles esa causa se puede presentar de dos formas: como presión o como tracción. El lanzamiento de proyectiles presenta una dificultad para este tratamiento de la causa del movimiento, en la medida en que la fuerza que genera el lanzamiento se separa del móvil; al no creer Aristóteles en la acción a distancia, parece no existir una explicación de éste desde su sistema. Koyré hace referencia a la explicación dada por el filósofo, “su respuesta consiste en explicar el movimiento aparentemente sin motor del proyectil por la reacción del medio ambiente, aire o agua. La teoría es una genialidad. Desgraciadamente, es absolutamente imposible desde el punto de vista del sentido común. No es, pues, asombro-



so que la crítica de la dinámica aristotélica vuelva siempre a la misma *quaestio disputata: za quo moveantur proiecta?*" (Koyré, 1997, 162).

El nominalismo parisiense, la escuela más importante de física en las postrimerías de la Edad Media, retoma y examina detenidamente las limitaciones de la física antigua señalando que ésta:

"se revelaba incompleta al momento de esclarecer las inconsistencias que surgían al desarrollar sus principios básicos, y al examinar la naturaleza de aquellos fenómenos que dejaba por fuera. Precisamente este grupo de autores dirigió su atención hacia problemas como el del lanzamiento, así como al hecho suficientemente conocido de la caída acelerada de los cuerpos y de la falta de una explicación satisfactoria para la correlación entre propiedades como peso de los cuerpos, densidad del medio y velocidad del movimiento". (García, C.E., 1997, pág. 117)

De este modo, la escuela nominalista refuta la tesis de Aristóteles con argumentos que implican primero un orden material, señalando la imposibilidad de que un cuerpo pesado pueda ser movido por reacción del medio ambiente, en este caso por

el aire y, segundo se oponen a la atribución a este medio de un doble propósito, servir de impulsor y al mismo tiempo de resistencia. Así, por ejemplo, encontramos el experimento descrito por Juan Buridán (Siglo XIV):

"...si después del impulso inicial un cuerpo se mantiene en movimiento gracias a los remolinos del aire, entonces un cuerpo cuya extremidad posterior sea plana debería permanecer en movimiento durante más tiempo que un cuerpo con ambas extremidades acabadas en punta, ya que los remolinos aéreos pueden apoyarse menos en dichas puntas. Sin embargo, no es esto lo que se comprueba y, por lo tanto, la explicación de Aristóteles es errónea" (Reale G. Antiseri, D., 1995, 549-550).

Esta escuela propone la teoría del *impetus*¹ como explicación más plausible al asunto de los proyectiles, ellos suponen una fuerza impresa transmitida por el motor que causa el movimiento al iniciarse el lanzamiento y que hace que el proyectil sea capaz de moverse separado del motor.

A partir de este hecho incompatible con lo fenoménico, que desmiente la física aristotélica, se comienza a cuestionar toda la concepción del

1 La existencia del *impetus* es postulada por Juan Buridan en el siglo XIV y con ella pretende señalar a la potencia del *impetus* como la causa del movimiento. El *impetus*, como el calor, puede ser conservado mejor por unos cuerpos que por otros y, al igual que el calor, se gasta dando como resultado el cese del movimiento.



estagirita. La noción de movimiento o de reposo ya no parecen tan claras y naturales, y, por tanto, la concepción de un mundo ordenado y armónico se coloca en tela de juicio.

La teoría dinámica del impetus rectifica aspectos importantes de la física aristotélica pero no genera una transformación radical de las concepciones que la misma establecía, así, puede afirmarse que esto sucede:

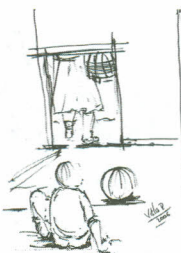
“... no sólo porque la física de los nominalistas sigue siendo planteada sobre la base de ‘oposiciones’ entre motor y móvil, lugares naturales y no naturales, etc, sino también porque las explicaciones sobre el conjunto de los problemas de la dinámica siguen siendo esencialmente las mismas. Es verdad que los nominalistas demuestran que Aristóteles se equivoca e intentan corregirlo, pero lo hacen usando las mismas categorías, sus mismas sugerencias y sus mismas creencias básicas”. (García, C.E., 1997, pág. 121).

La distinción ontológica entre reposo y movimiento entran a ser reconceptualizadas desde el sistema galileano. La teoría del impetus también resulta sospechosa en su cercanía al sentido común y, como lo anota Galileo, en que en esta concepción

de movimiento hay impresa una noción de cambio en el sentido aristotélico y resalta esencialmente el carácter precedero del impetus.

“Evidentemente, Galileo tiene toda la razón. Si entendemos el movimiento como efecto del impetus considerado como su causa –una causa inmanente, pero no interna al modo de una ‘naturaleza’² – es impensable y absurdo no admitir que la causa o fuerza que lo produce debe gastarse necesariamente, y al final, agotarse en esta producción. No puede permanecer sin cambio durante dos momentos consecutivos, y, por consiguiente, el movimiento que produce debe necesariamente aminorarse y apagarse” (Koyré, 1997, 167).

Como hemos visto, tanto la física aristotélica como la física del impetus tienen el problema de manejar conceptos cualitativos y vagos, pero además, y esto es bien importante, en la concepción aristotélica no pueden concebirse el vacío y el movimiento en el vacío. El vacío haría completamente imposible el movimiento de un cuerpo y de paso tal concepción destruiría el ordenamiento cósmico –lugares naturales y lugares no naturales-, y la concepción de movimiento como cambio y como proceso.



2 En este caso debemos entender ‘naturaleza’ en el sentido baconiano de esencia.

Aristóteles sostiene una concepción cualitativa de la física señalando la sinrazón de pensar el movimiento de los cuerpos en el vacío, pues sólo la geometría permitiría tal planteamiento, pero referido no a los cuerpos reales sino a los cuerpos geométricos, así: “El físico examina cosas reales; el geómetra, razones a propósito de abstracciones. Por consiguiente, sostiene Aristóteles, nada podría ser más peligroso que mezclar geometría y física y aplicar un método y un razonamiento puramente geométricos al estudio de la realidad física” (Koyré, 1997, pág. 163).

La teoría del impetus también es una teoría cualitativa, que aunque compatible con el vacío, no será

compatible con el principio de inercia siendo de este modo excluyente del método matemático:

“... es imposible matematizar, es decir, transformar en concepto exacto, matemático, la grosera, vaga y confusa teoría del impetus. Hubo que abandonar esta concepción a fin de edificar una física matemática en la perspectiva de la estática de Arquímedes. Hubo que transformar y desarrollar un concepto nuevo y original del movimiento. Este nuevo concepto es el que debemos a Galileo” (Koyré, 1997, pág. 169)

Así es claro que estas concepciones cualitativas van en contra de la concepción epistemológica de Galileo la cual implica el hecho de que en cuanto sea posible es necesario construir conceptos precisos y rigurosos los cuales indudablemente solo son posibles desde la geometría.

Es esta concepción geométrica la que aleja a Galileo de Aristóteles y lo acerca a Platón³; este acercamiento implica la destrucción de la cosmología y la metafísica tradicional a través de la geometrización y matematización de la naturaleza; es así, como partiendo de la superación de la concepción según la cual

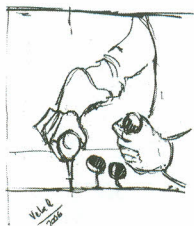


3 Otro punto de vista da mayor énfasis a la influencia del pitagorismo sobre Galileo. Koyré menciona dos tradiciones platónicas: la de la especulación mística sobre los números –pitagorismo–, y la de la ciencia matemática que sería para él la filiación que sostendría Galileo.

el mundo celeste y el mundo terrestre están ontológicamente diferenciados -siendo el mundo celeste el mundo de lo inmutable y lo perfecto, y el mundo terrestre el de lo cambiante y lo perecedero-, es posible extender el uso de las matemáticas al mundo terrestre al tomar a la naturaleza como un todo homogéneo.

“La filosofía está escrita en ese grandísimo libro que tenemos abierto ante nuestros 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, 1984, 61).

Solo así es posible la postulación del principio de Inercia⁴ que indica que un movimiento no es una categoría ontológica sino un estado, el cual se mantendrá indefinidamente hasta que aparezca una fuerza que se le oponga y lo mismo sucederá en el estado de reposo. Esta formulación solamente es posible si se considera la existencia del Vacío, aplicable a un cuerpo matemático en un espacio matemático.



Esta formulación se relaciona necesariamente con el platonismo, a través de éste es posible la concepción de un conocimiento a priori, el cual posibilitará plantear la preeminencia de la razón sobre la experiencia, además de fundamentar el aserto de que es la primera la que nos posibilitará distinguir lo real de lo aparente (apariciencia sensible):

“...Hasta tal punto, que para Galileo la geometrización del movimiento tal y como la ofrecen los discursos no aparece en modo alguno como un rodeo o como una huida hacia un mundo inteligible que no es el de aquí abajo, sino como una entrada directa en el verdadero marco de la naturaleza, del cual nuestra experiencia sensible solo es una expresión y un producto. En ese movimiento estamos presenciando una subversión del concepto de realidad concreta” (Desanti, J-T, 1982, pág. 81-82).

Lo que aquí se implica no es un asunto de continuidad, es la disolución de una idea, la idea de cosmos que regía desde la antigüedad y que evidentemente traía una cantidad de nociones como la de armonía, valor, perfección, búsqueda de causas finales, designio, etc., que proveían una lectura de la apariencia -rasgos sensibles mutables-, de lo cualitativo y de lo empírico y, una concep-

⁴ Es este principio el que fundamenta implícitamente a la física galileana.

ción de verdad como correspondencia que se consolida en el medio evo, para ceder paso, ya no a un saber centrado en la physis como en los griegos o en una operación divina como en los medievales, sino centrado en una operación matemática. (Ospina, 1997, 4-5).

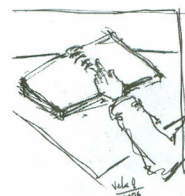
Ya no se trata, por tanto, de lo que se presenta a los sentidos, sino de lo que se representa el sujeto de la modernidad a partir de su racionalidad. Se cede así, pues, el paso a la matematización de la naturaleza y, por ende, a los modos de conocerla, esto es, a todo aquello que pueda presentarse como objeto seguro para este saber representable.

“La disolución del cosmos significa la destrucción de una idea: la de un mundo de estructura finita, jerárquicamente ordenado, un mundo cualitativamente diferenciado desde el punto de vista ontológico; esta idea es sustituida por la de un universo abierto, indefinido, e incluso finito, que las mismas leyes universales unifican y gobiernan; un universo en el que todas las cosas pertenecen al mismo nivel del ser, al contrario que la concepción tradicional que distinguía y oponía los dos mundos del Cielo y la Tierra. Las leyes del Cielo y las de la Tierra estarán fundidas en lo sucesivo. La astronomía y la física se hacen interdependientes

e incluso unificadas y unidas.” (Koyré, 1997, 154).

En el fondo presenciamos el paso del mundo del “aproximadamente” al universo de la “precisión”. La construcción de una nueva metafísica, la cual irá expulsando del conocimiento científico a los conceptos cualitativos para restringirse al uso de nociones y teorías que tengan la precisión y la exactitud de las matemáticas y de la geometría (euclidiana), tarea luego completada por Descartes en sus *Meditaciones Metafísicas*.

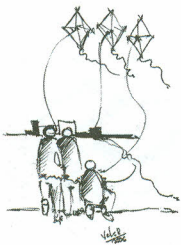
Como puede observarse a lo largo de este escrito, los cambios sustanciales que conducen al establecimiento de la ciencia moderna no pueden ser tomados como una discontinuidad en la que jugarían un importante papel un cambio en el espíritu de la época, en el cual se sustituiría una visión contemplativa por otra activa; o se plantearía una ruptura a partir del enfrentamiento con los criterios ideológicos del momento representados por la Iglesia Católica y respaldados por los argumentos de autoridad fundamentados en Aristóteles; o por los rasgos distintivos de la física moderna como el rechazo de principios precedentes como la teoría del ímpetus y su sustitución por la adopción de nuevos principios, en este caso el principio de la inercia.



Para Koyré, el primer punto se encuentra basado en una concepción que considera la necesidad de comprender la naturaleza para dominarla y aprovecharla. Es esta la concepción que presenta Bacon en el *Novum Organum* y frente a ella el autor nos dice que la ciencia moderna no fue creada ni desarrollada por ingenieros ni por técnicos, sino por teóricos y filósofos, así, nos recuerda que la ciencia de Galileo y de Descartes “no es obra de ingenieros ni artesanos, sino de hombres cuya obra rara vez rebasó el orden de la teoría” (pág. 151).



Respecto al segundo punto, Koyré menciona que algunos eruditos han señalado el papel de la observación y la experiencia en la desautorización de la ciencia de la época y, por ende, en el enfrentamiento con la ideología sostenida por la Iglesia. Sin embargo, aunque este es un aspecto importante, que necesariamente acompaña a todo descubrimiento que trastorna el orden de las cosas, es necesario recordar que el sentido común no juega un papel importante para el nacimiento de la ciencia moderna, sino más bien, la experimentación: “La experimentación consiste en interrogar metódicamente a la naturaleza; esta in-



terrogación presupone e implica un *lenguaje* en el que formular las preguntas, así como un diccionario que nos permita leer e interpretar las respuestas... para Galileo, como sabemos, es... en lenguaje geométrico como debemos hablar a la naturaleza y recibir sus respuestas” (pág. 153).

Frente al tercer punto, los rasgos distintivos de la física moderna, en este caso en el principio de inercia como fundamento de la nueva concepción del movimiento, no resulta ser suficiente para pensar un cambio de concepción. Tal como lo presenta una concepción discontinuista planteada por algunos historiadores de la ciencia y de la filosofía.

Para Koyré es necesario pensar, analizar qué hizo posible la concepción y aceptación del principio de inercia y ello sólo puede ser posible si se pone en el centro del análisis toda la cuestión de la disolución cualitativa que conlleva a la disolución del cosmos. Es en este centramiento donde es posible ver la continuidad de un punto de vista platónico a partir de situar una teoría del conocimiento desde el punto de vista matemático.

BIBLIOGRAFÍA

Desanti, J-T. (1982) *Galileo y la Nueva Concepción de la Naturaleza*. En: Chatelet, F (Comp.). *Historia de la Filosofía, Ideas y Doctrinas*. T II. Madrid: Espasa-Calpe.

Galileo. (1984) *El ensayador*. Traducción de José Manuel Revuelta. Madrid: Sarpe.

García, C.E. (1997) *Evolución Histórica del Pensamiento Científico* (Desde la antigüedad clásica hasta el período moderno). Manizales: Universidad de Manizales.

Koyré, A. (1997) *Estudios de Historia del Pensamiento científico*, Traducción de Encarnación Pérez y Eduardo Bustos. México: Siglo XXI.

Koyré, A. (1996) *Galileo y la revolución científica del siglo XVII*. En: *Estudios de historia del pensamiento científico*. 13 ed. Madrid: Siglo XXI.

Ospina H, Carlos A. (1997) *Realidad y Verdad en la Ciencia y en la Técnica Modernas*. Cuadernos Filosófico-Literarios. Manizales: Centro de Investigación de la Universidad de Caldas

Reale G. Antiseri, D. (1995) *Historia del Pensamiento Filosófico y Científico*. T I. Barcelona: Herder.

