

Ciencia y episteme en Galileo Galilei

GERARDO A. RODRÍGUEZ CASAS*

Episteme and science in Galileo Galilei

Abstract. *The scientific revolution operated by Galileo is due fundamentally to a deep epistemological transformation of the terms of intelligence that allow the acquisition of that knowledge. The article presents the main elements that the Tuscan genius inherits from the scientific tradition. The way he tackled and revolutionized them was through a new way of integrating them in a new logical and coherent structure that in its origin comes from Arquimides' geometric thought; joining with other changes of special relevance to constitute the Galilean paradigm in science.*

Introducción

Una revolución científica opera una profunda transformación intelectual, lo que no implica que todo elemento sea dejado y se cree todo de la nada, sino por el contrario, que el sistema anterior como paradigma científico es reestructurado en la construcción de un nuevo modelo, donde habrá elementos que definitivamente serán desechados, otros serán conservados intactos o modificados, pero lo más importante es la forma que sistematiza la nueva estructura, pues ella da la perspectiva epistemológica del nuevo paradigma científico, donde incluso los elementos que parecen intactos cobran nuevo sentido. Tarea del trabajo epistemológico es desentrañar estos procesos de los que el mismo científico no es plenamente consciente, para dar explicación de la evolución del pensamiento en la adquisición del conocimiento científico.

La más importante revolución desde la fundación científica por el pensamiento griego es, sin duda, aquella iniciada por Copérnico y que a través de la poderosa transformación llevada a cabo por Galileo, culmina en Newton. En este artículo se aborda brevemente la evolución epistémica en el trabajo científico de Galileo Galilei.

Que la física aristotélica sea falsa (y buena parte de su cosmología) y que la obra de Galileo haya permitido superarla, no implica que el pensamiento del genio de Estagira no haya desempeñado función alguna en la formación y evolución del genio toscano, como si la ciencia se encontrara preestablecida a la manera de ideas platónicas que hubiera que recordar o develar; por el contrario, la ciencia se va constituyendo en una evolución continua del pensamiento; así, Galileo parte y se fundamenta en Aristóteles, prueba de ello son los "Juvenilia" de aquel autor.

Para explicar una revolución científica es importante mostrar el punto de partida y el cambio de perspectiva epistémico operado por el genio científico, que transforma los cuadros de inteligencia, y al que se ofrece cierto grado de resistencia por implicar un profundo cambio en el modo de pensar. Muy ilustrativo es el caso de Galileo, porque su revolución da el paso de una concepción estática de la verdad a una concepción dinámica. Para explicarlo es necesario recurrir a la obra aristotélica, sin que sea óbice el menosprecio y la infundada incomprensión que en nuestra época se muestra con demasiada frecuencia hacia ella.

Aristóteles parte de la creencia de que las cosas poseen una "naturaleza" determinada y el universo detenta un "orden" determinado, donde todo tiene su "lugar natural" conforme a su naturaleza. Ahí el reposo es el "estado natural" de los cuerpos y el movimiento violencia y desorden que rompe con un equilibrio estable. En contraposición a este mundo sublunar el movimiento de las esferas y órbitas celestes es perpetuo y uniforme, es decir, "natural". Por otra parte, la metafísica identifica el "acto puro" con la perfección estable e inmutable y al "movimiento potencial" con el paso a algún grado de perfección o, en movimiento inverso, a la imperfección. El reposo por ser "natural" no requiere de

* Profesor definitivo de la Facultad de Humanidades, Universidad Autónoma del Estado de México.

causa, pero el movimiento por ser "violento" sí requiere de causa que lo explique, incluso el movimiento astronómico requiere de un "motor inmóvil". Para explicar el movimiento exige el contacto directo entre el motor y el móvil; lo que es puesto en dificultades por el simple lanzamiento de una piedra.

El genio de Estagira elaboró su teoría con frecuentes y rotundas imprecisiones; pero ha elaborado un paradigma que servirá de base a la reestructuración del modelo galileano que dirá, por ejemplo, que tanto el reposo como el movimiento son "naturales" a los cuerpos y que, por tanto, no necesitan de causas.

Episteme galileana

Galileo Galilei (1564-1642) transforma los cuadros de inteligencia del conocimiento llamado "científico" en una continuidad histórica insoslayable. Primeramente conoce la filosofía de Platón y es influido por su mentalidad geométrica. *La Física* de Aristóteles incentiva su deseo de investigar el movimiento, tema que marcará toda su obra, de igual modo el *De Coelo* que le orienta hacia el estudio de la astronomía. Es influido por los *Elementos* de Euclides, el *Almagesto* y la *Cosmografía* de Ptolomeo, que expone en alguna época de su vida. Pueden citarse también los nombres de Nicolás de Cusa, Campanella, G. Bruno, F. Bacon, pero sobre todo de Copérnico y Arquímedes, pues el desarrollo de la obra de estos dos autores es lo que lo conduce a la producción de su propia concepción científica.

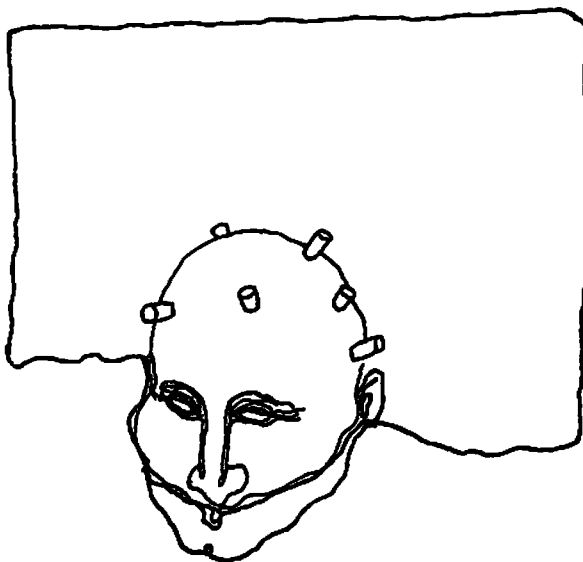
La preparación mental de Galileo hace que su percepción intuitiva capte algo diverso (el aspecto físico matemático) a lo que otros toman en cuenta, así en el "Infierno" de Dante afronta problemas geométricos concretos, en *La Balancita* indaga el peso es-

pecífico de los cuerpos y no su esencia; en las lámparas de la Catedral de Pisa no ve una luz mística de lo sagrado, sino que sus oscilaciones confrontadas con su pulso le llevan a percibir la uniformidad de aquellas oscilaciones independientemente de la amplitud de arco descrita, para descubrir en esto una nota de la armonía del universo.

En 1608 Galileo se entera de que Hans Lippershey había construido un lente para acercar a la vista los objetos lejanos y pone todo su empeño en perfeccionarlo al grado de que exclama: "Sin ahorrarme trabajo ni gasto alguno, llegué a construirme un instrumento tan excelente que las cosas vistas a través de él parecían casi mil veces más grandes..." (Reale y Antiseri, 1988: 227). Lo verdaderamente importante en este hecho es que Galileo haya dirigido su telescopio al firmamento para observar los astros y que después de múltiples experiencias confirmara la veracidad con la que el instrumento presentaba las imágenes como un potenciador del alcance de nuestros ojos, y venciera los prejuicios de la llamada "suficiencia natural", así como el desprestigio de las artes mecánicas, para derribar los obstáculos epistemológicos y crear una nueva mentalidad científica e instaurar una nueva epistemología.

El *Siderius Nuntius* establece la "revolución científica" de Galileo y al mismo tiempo restablece la "revolución copernicana". El cambio primordial que instaura aquella no es tanto la inversión astronómica, cuanto la epistemológica. La escolástica decadente seguía repitiendo lo dicho por Aristóteles con una metodología totalmente teórica y absolutamente dogmatizada. Galileo retoma del método aristotélico el iniciar con la observación empírica y continuar con la inferencia racional. Evidentemente hace grandes innovaciones al método, que serán consideradas más adelante. Por lo pronto, las observaciones fácticas de Galileo borran la diferencia aristotélica entre mundo sublunar y supralunar; tierra y hombre dejan de ser el centro del universo que se amplía a nebulosas y galaxias, ... se desvanece la inmutabilidad de los cielos, se sepulta la teoría ptolemáica y se desprestigian las discusiones verbalistas.

La apertura epistemológica de Galileo aceptó la tradición genuinamente filosófica y rechazó el dogmatismo pseudofilosófico de la escolástica decadente. Así se expresa Galileo: "tampoco digo que no haya que escuchar a Aristóteles, por lo contrario alabo que se le estudie con diligencia, únicamente critico el entregársele... a ciegas... como decreto inviolable" y se manifiesta satisfecho de celebrar "el funeral de la pseudofilosofía". Retoma la actitud abierta de Aristóteles a la investigación, expresada



en su método y en sus obras, que Galileo califica de "anteponer... las experiencias sensatas a los razonamientos" (*Ibidem*: 248).

Al dogmatismo en torno a la filosofía de Aristóteles se añadió un "ciego dogmatismo en torno a la Biblia, por el que se afirmaba que toda proposición contenida en las sagradas escrituras era literal y realmente verdadera. A la obra de Copérnico se le había antepuesto el prólogo del luterano Andrés Osiander, por el que se consideraba que las teorías contenidas en *De Revolutionibus* no eran sino un instrumento apto para precisiones celestes. Interpretación seguida por Lutero, Calvino, Melancthon, y que Belarmino retoma para atenuar las teorías de Galileo, pues afirma que son peligrosas al atentar contra la veracidad de las escrituras y la tradición eclesial. En contra de esta tesis instrumentalista Galileo defendió la tesis realista en la que aseguraba que su teoría correspondía al orden del universo; sosteniendo, además, que los escritores sagrados al referirse a "pueblos rudos e indisciplinados" se adaptaron a la incapacidad del vulgo por lo que, dada la intencionalidad de las sagradas escrituras, éstas debían restringirse al "mensaje de salvación" y al establecimiento de la fe. Por otra parte, decía, no es menos excelente descubrir a Dios a través de la razón en sus efectos de la naturaleza que en las palabras bíblicas, lo que indica que la ciencia debe ser autónoma e incluso puede servir para interpretar correctamente las Escrituras. La Iglesia acudió al poder para someter a él a Galileo. El único recurso para imponer el dogmatismo es el poder.

Galileo desliga correctamente el ámbito científico del trascendental, así como la relación por la que aquél puede ser útil a éste, pero no la relación inversa por la que la ciencia se coordina en función a la superación y transcendencia humana. La desintegración pierde a la ciencia en el sinsentido o lo que es peor: en la subordinación al poder.

En el *Diálogo sobre los dos sistemas máximos*, Galileo presenta nuevos descubrimientos con la finalidad de aportar nuevos datos a favor de la teoría copernicana. Insiste en la primera jornada en mostrar lo infundado de la distinción aristotélica entre mundo incorruptible (supralunar) y mundo mudable (terreno), pues los ojos potenciados por el telescopio ven las montañas de la Luna, las manchas solares y atestiguan, al igual que las mareas, el movimiento de la Tierra; de lo que infiere una física común al universo: las fases son comunes a la Luna y a Venus, y los movimientos de rotación y traslación circular son también comunes a la Tierra y a todos los planetas, e incluso a los satélites como la Luna y aquellos de Venus.

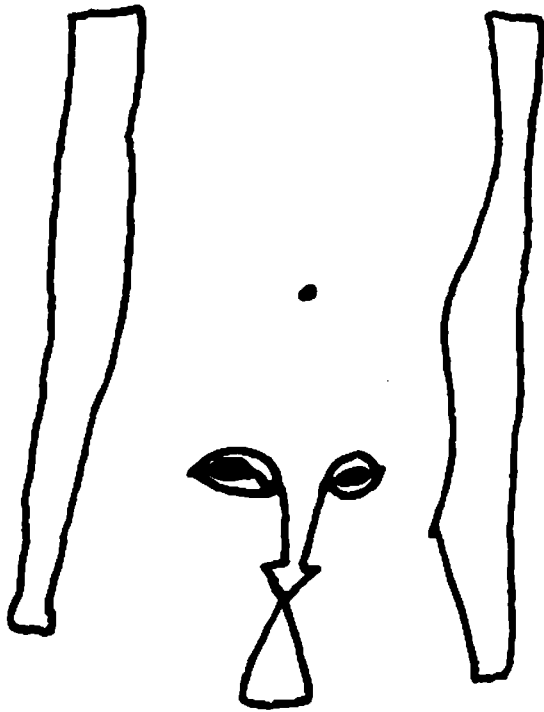
Punto importante en la física de Galileo es el establecimiento del "principio de la relatividad" de los movimientos, donde da el ejemplo de la nave para probar que una piedra o una gota de agua que se deja caer en ella, tanto si el barco está en reposo como en movimiento uniforme, caen perpendicularmente. De la caída de un cuerpo al interior de un sistema determinado no es posible inferir si ese sistema se encuentra en reposo o en movimiento (rectilíneo y uniforme). Dice Geymonat al respecto: "La relatividad restringida de Einstein no es más que una ampliación de la relatividad galileana, desde los fenómenos naturales, incluso los pertenecientes a la electrodinámica y a la óptica" (Geymonat, 1965: 56).

En *Discursos y demostraciones matemáticas en torno a dos nuevas ciencias*, Galileo consolida las leyes de la mecánica que ahora, después del juicio, no hacen alusión directa a la defensa de la teoría copernicana, pero que al perfeccionar aquellas leyes posibilitan indirectamente aquella finalidad.

La formación matemática de Galileo influida sobre todo por Arquímedes, herencia de su maestro Ostilio Ricci, lo llevan a matematizar la física, en una clara racionalización, sobre todo de tipo geométrico. Galileo no parte de la observación "pura", sino de una teoría cuyo sustento es la geometría de Arquímedes, que muestra su eficacia en estática y dinámica, e incluso en biología donde es utilizada para medir la proporción y movimiento de los huesos. Los experimentos llevados a cabo por Galileo, reales y/o mentales, están íntegramente penetrados por la mentalidad arquimediana. Este es el lenguaje que revela la esencia más profunda de la naturaleza. En realidad para Galileo las leyes naturales se confunden con las leyes matemáticas. La geometría de Arquímedes se extiende con Galileo a la física.

La percepción matemática de Galileo ubica la esencia de las cosas en un terreno diverso: el de las cualidades primarias, estudiadas en relación al espacio y al tiempo. En este campo epistemológico la primacía material depende de la facultad imaginativa y, por ello, no hay explicación causal sino fenoménica; en tanto la primacía formal se ubica en la organización racional que a partir de principios axiomáticos deduce las leyes descriptivas de los fenómenos. Este es el caso de la ley de la caída de los graves.

La ciencia es objetiva en el sentido de que no considera las cualidades secundarias como el olor, sabor, color, etcétera, debido a que son subjetivas y cambian entre los individuos; por el contrario, toma en cuenta las cualidades primarias por ser objetivas, como la figura, extensión y movimiento, que son cuantificables y mensurables. Es una empresa im-



posible querer asir la esencia sustancial de las cosas, por lo que la ciencia debe sentirse satisfecha con "tener noticia de algunas de sus afecciones", como es el caso de las manchas solares, de las que no preguntaremos por su esencia, sino por su figura, extensión, mutabilidad, etcétera. En tales casos al no guiarnos por los sentidos, poco o nada podrían decir la razón o la imaginación, asevera Galileo.

Galileo reduce el cambio al movimiento local, al que se considera suficiente y capaz de explicar los más diversos fenómenos, con lo que la explicación se ubica a un nivel mecanicista. El movimiento no es una cualidad ni un ímpetu que se transmita de un cuerpo a otro, sino que simplemente afirma que es un "estado de los cuerpos", al igual que el reposo, y que pasa del motor al móvil; así, el calor pasa del fuego al brasero y el sonido de la campana al aire. Por los ejemplos, es evidente lo dicho anteriormente, es decir, Galileo no pretende una explicación causal ni menos otra de tipo esencial sustancial, sino la simple descripción del movimiento fenoménico con un rigor estrictamente matemático.

El estudio riguroso exige, según Galileo, su matematización. Así, el espacio es geometrizado a la manera en que una piedra irregular desplaza centímetros cúbicos de agua, ni uno ni la otra son cúbicos. Las leyes físicas de Galileo son una abstracción—exacta desde el cálculo matemático, aproximada desde las estructuras matemáticas a la descripción de un fenómeno—lo cual no basta para explicar la realidad, y cuando se aventura a ello, falla al explicar el crecimiento de la velocidad por la disminución de la resistencia del medio; lo que implica, de alguna manera, la pregunta: ¿El vacío está abierto a una acele-

ración hacia el infinito? No se acierta sobre el origen y aceleración del movimiento; pero sí se encuentra la solución adecuada cuando se describe el fenómeno: "Si se eliminase por completo la resistencia del medio, todas las materias descenderían con igual velocidad".

El movimiento es concebido por Galileo como la mutación de un cuerpo que se mueve en referencia a otro que está en reposo, de tal manera que aparece un punto en movimiento relativo a otro considerado como absolutamente en reposo. Esta relación es medida, y he aquí por qué se considera a la matemática como el estudio de las relaciones y de la cantidad, dando primacía a las relaciones que permiten captar las estructuras entre los elementos.

La ciencia galileana es, según se ha visto, realista, descriptiva, objetiva y mensurable; pero todo ello es posible gracias a la preponderancia de la ciencia matemática, que posee validez real en el campo físico, pues ella da la clave para descifrar su lenguaje, a la vez que sus misterios. Aquí se descubre la fundamentación platónica de la ciencia física de Galileo, quien en el *Ensayador* dice: "La filosofía está escrita en este libro grandísimo que continuamente tenemos abierto ante los ojos (quiero decir el universo), pero no se puede entender si antes no se aprende la lengua y se conoce las letras en que está escrito: la lengua matemática; las letras son triángulos, círculos y otras figuras geométricas; sin estos medios resulta imposible que los hombres entiendan algo: sin ellos, no habría más que un vano dar vueltas por un oscuro laberinto". En este sentido Galileo prefiere autodenominarse "filósofo" antes que matemático.

Por lo anteriormente dicho, parece ser obvio que el conocimiento establecido por Galileo, desde el punto de vista epistemológico, tiene una preponderancia racional y formal; dado que el "conocimiento objetivo" se encuentra en las ciencias matemáticas puras, cuyas proposiciones son necesarias y absolutas, que son aquellas que dan la certeza y la verdad definitiva. En este conocimiento el intelecto humano se iguala al divino, pero se diferencia de él en cuanto el hombre sólo conoce unas cuantas proposiciones en contraste con infinitas, lo cual es igual a cero. El universo galileano está determinado mecánica y cuantitativamente, ahí es excluida la indagación esencial y cualitativa, incluido el hombre con su libertad, finalidad trascendente y orden jerárquico. La razón analítica ha desintegrado el mundo.

Pareciera que se presenta una contradicción al otorgar la primacía en Galileo a la racionalidad matemática, cuando por otra parte el filósofo de Pisa declara que es necesario anteponer las "experiencias sensatas a los razonamientos". El método del autor

involucra cuatro fases: dos fundamentalmente experimentales e inductivas (la observación y la comprobación) y dos primordialmente racionales y deductivas (la hipótesis y la demostración); lo que evidencia una síntesis de experiencia y razonamiento en una integración interactiva y progreso autosuperativo; método del que ha partido el acelerado desarrollo de la física moderna. Lo cual no obsta nuestra afirmación, pues la mentalidad matemática selecciona las cualidades primarias en la observación, analiza las relaciones cuantitativas, infiere la hipótesis correspondiente y verifica por cálculo en la repetición experimental. De otra parte, los conceptos matemáticos no fueron inducidos por Galileo de la observación "pura", sino que el razonamiento matemático hace sensata a la experiencia.

La razón matemática de Galileo analiza la caída de los cuerpos: "Veo que la piedra que desciende adquiere constantemente nuevos incrementos de velocidad, ... se debe pues buscar la identidad no en la velocidad sino en el incremento de la velocidad, ... comprendemos fácilmente qué manera es ésta en cuanto fijemos nuestra atención en la afinidad suprema entre movimiento y tiempo, ... podemos concebir incrementos de velocidad iguales que se efectúan durante esas mismas partes de tiempo, entendiendo que el movimiento uniformemente acelerado es aquél en el que en tiempos iguales se sobreañaden incrementos iguales de velocidad. Es decir, ... en la segunda será el doble... en la tercera el triple... en la cuarta el cuádruple..." (Galilei, 1890-1909: Vol. VII, 261). El análisis racional divide el tiempo en partes iguales para medir la diferencia de espacios recorridos en progresión estrictamente matemática.

Las diversas pruebas que Galileo da para demostrar su ley de la caída de los cuerpos recurren a la simbolización y explicación geométrica, lo que implica la validez de la ciencia matemática en la física. Ahí los datos que proporciona la imaginación, a través de múltiples experimentos representados en esa facultad, son organizados por las estructuras de la logicidad matemática. Un triángulo rectángulo representa las relaciones entre duración de la caída, velocidad y camino recorrido. El cateto vertical, dividido en segmentos iguales, representa las unidades de tiempo, el cateto base el grado máximo de velocidad, y líneas paralelas a ésta, los grados correspondientes a las unidades de tiempo, etcétera. Del análisis de las relaciones, Galileo concluye "que la proporción de los espacios atravesados es doble de la proporción de los tiempos, es decir, como los cuadrados de los tiempos". Comenta Koyré al respecto: "La deducción de los accidentes del movimiento uniformemente acelerado es cosa hecha. Pero... ¿es

verdad que está es la aceleración que utiliza la naturaleza en la caída de los graves? Permítasenos dudar... y esto por la simple razón de que tal rigurosa concordancia es rigurosamente imposible" (Koyré, 1981: 144-145). Galileo presenta el experimento de hacer bajar unas bolitas de bronce por un canalito inclinado recubierto de pergamino para que estuviera bien pulido y liso. Los tiempos se medían a través de un pequeño hilillo de agua que salía de un cántaro y que se pesaba en una balanza muy precisa, tomando repetidamente los pesos correspondientes a las distancias. De igual modo, se confrontaban pesos y distancias con los tiempos medidos a través de pulsaciones del corazón. Al respecto dice Koyré: "El experimento que establece Galileo está maravillosamente imaginado... ¡Cómo se comprende al Descartes que niega todos los experimentos galileanos!, ¡cuánta razón tenía! pues los contemporáneos de Galileo encontraban que todos sus experimentos o al menos todos sus experimentos reales y traducibles en una medida y en una cifra eran falsos. Y no obstante, es Galileo quien está en lo cierto. De ningún modo busca en los datos experimentales el fundamento de su teoría; sabe bien que es imposible. También sabe que la experiencia —incluso la experimentación— hecha en condiciones concretas —en el aire y no en el vacío, sobre una tabla lisa y no sobre un plano geométrico, etcétera— no puede dar los resultados previstos por el análisis del caso abstracto. Por eso no lo exige. El caso abstracto es un caso supuesto. Y la experiencia debe confirmar que esa suposición es buena" (Koyré, 1981: 144-146). Como se puede apreciar, la epistemología galileana se funda primeramente en principios matemáticos, lo que permite hablar de un cierto "apriorismo matemático"; por su parte la experiencia es adecuada coherentemente a aquellos principios. La exactitud y la rigurosidad científica de Galileo es matemática y no exactamente real.

El hecho de que el conocimiento establecido por Galileo sea formalmente matemático (racional) y materialmente fenoménico (imaginativo) permite a la perspectiva galileana mostrar aspectos inversos en relación con Descartes, cuyo sistema cerrado es material y formalmente racional. Éste pretende partir de un mecanismo causal totalmente coherente a las relaciones puramente geométricas y fracasa en sus intentos por descubrir la ley de la caída de los cuerpos; en tanto que Galileo parte de lo fenoménico como encarnación de lo matemático y logra descubrir aquella ley con la precisión abstracta de la relación matemática. La imaginación proporciona los datos espacio-temporales y la razón les da proporción adecuada.



Galileo no conoce la gravedad como atracción, pues aquella que presenta Gilbert es una fuerza animada e incluso la de Kepler posee la capacidad de autodirigirse hacia su objeto, lo que resulta difícilmente matematizable y, por tanto, utilizable para la construcción de la física de Galileo, para quien "el grado de velocidad que se encuentra en el móvil está, por naturaleza, indeleblemente impreso, en tanto que causas externas, de aceleración o deceleración, no lo destruyan. Lo que no sucede más que en el movimiento horizontal. Pues en los planos inclinados se está en presencia de una causa de aceleración; y en los planos que se elevan, de una causa de deceleración: de donde se deduce que el movimiento en el plano horizontal es eterno" (Koiré, 1981: 261). He aquí el punto de mayor acercamiento de Galileo a la formulación de la ley de la inercia.

La caída de los cuerpos es, para Galileo, un movimiento natural donde el peso es la fuente del movimiento y lo que permite que la estática se transforme en dinámica. "Si la dinámica de Galileo es en el fondo arquimediana y se basa enteramente en la noción de pesantez, de ello se deduce que Galileo no podía formular el principio de inercia, por eso, no lo formuló nunca" (*Ibidem*: 244). Para que Galileo

hubiera podido formular aquella ley habría sido necesario que concibiera la caída de los cuerpos no como natural sino como externa y violenta. Física terrestre y celeste son para Galileo totalmente naturales.

"La tradición histórica ha visto en Galileo al padre de la ciencia clásica: en efecto, es en su obra, y no en la de Descartes, donde por primera vez en la historia del pensamiento humano se realiza la idea de la física matemática, o mejor aún, la idea del matematismo físico" (*Ibidem*). Galileo, adhiriéndose en alguna forma a la posición platónica y en oposición a la aristotélica, da la primacía a las matemáticas en la demostración física con valor real y dominante en esta ciencia; en tanto que la otra posición (aristotélica) da el primer lugar a la metafísica, el segundo a la física y las matemáticas ocupan sólo un papel auxiliar en la constitución de la ciencia.

Para nosotros las leyes matemáticas no son sino sistemas formales que permiten al investigador aproximarse a la realidad física. En tanto que para Galileo la verdad matemática expresa la verdad puesta por el intelecto divino en la naturaleza física. Las matemáticas permiten descifrar el lenguaje en que habla la naturaleza y acercarse a la sabiduría divina. La capacidad para comprender las matemáticas muestra, en este sentido, a la mente humana como imagen finita de la infinita inteligencia del Creador. En sí mismo encuentra el hombre la huella de su hacedor, que le permite conocer tanto a su autor como al universo entero. Por ello, dice Galileo que las verdades "las sabe la mente de por sí o es imposible que las sepa nunca". ♦

BIBLIOGRAFÍA

- Fisher, K. (1986). *Galileo Galilei*, Herder, Barcelona.
- Galilei, G.
- ____ (1981). *Consideraciones y demostraciones matemáticas sobre dos nuevas ciencias*, Editora Nacional, Madrid.
- ____ (1890-1909). *Opere*, Nazionale, Ed. Favard, A., 20 Vols. Firenze.
- ____ (1980). *Diálogo sobre los sistemas máximos*, 3 Jornadas, Aguilar, Buenos Aires.
- ____ (1980). *El ensayador*, Aguilar, Buenos Aires.
- Geymonat, L. (1965). *Galileo Galilei*, Ediciones 62, Barcelona.
- Koiré, A. (1981). *Estudios galileanos*, Siglo XXI, México.
- Reale, G. y Antiseri, D. (1988). *Historia del pensamiento filosófico y científico*, Vol. II, Herder, Barcelona.