

De la Edad Media a Pascal, Koyré investiga la historia del pensamiento científico a través de un meticuloso retorno a los textos, a unos textos que nos desorientan porque fueron escritos en una lengua científica muerta, por un pensamiento que ya no es o no parece ser el nuestro. ¿Por qué emprender entonces este estudio? Para llegar a comprender en qué medida todo pensamiento científico es «moderno» pero sólo lo es relativamente, momentáneamente. Para recuperar una historia que nos es imprescindible si tratamos de comprender cómo se han desarrollado la ciencia y nuestra propia visión del mundo.

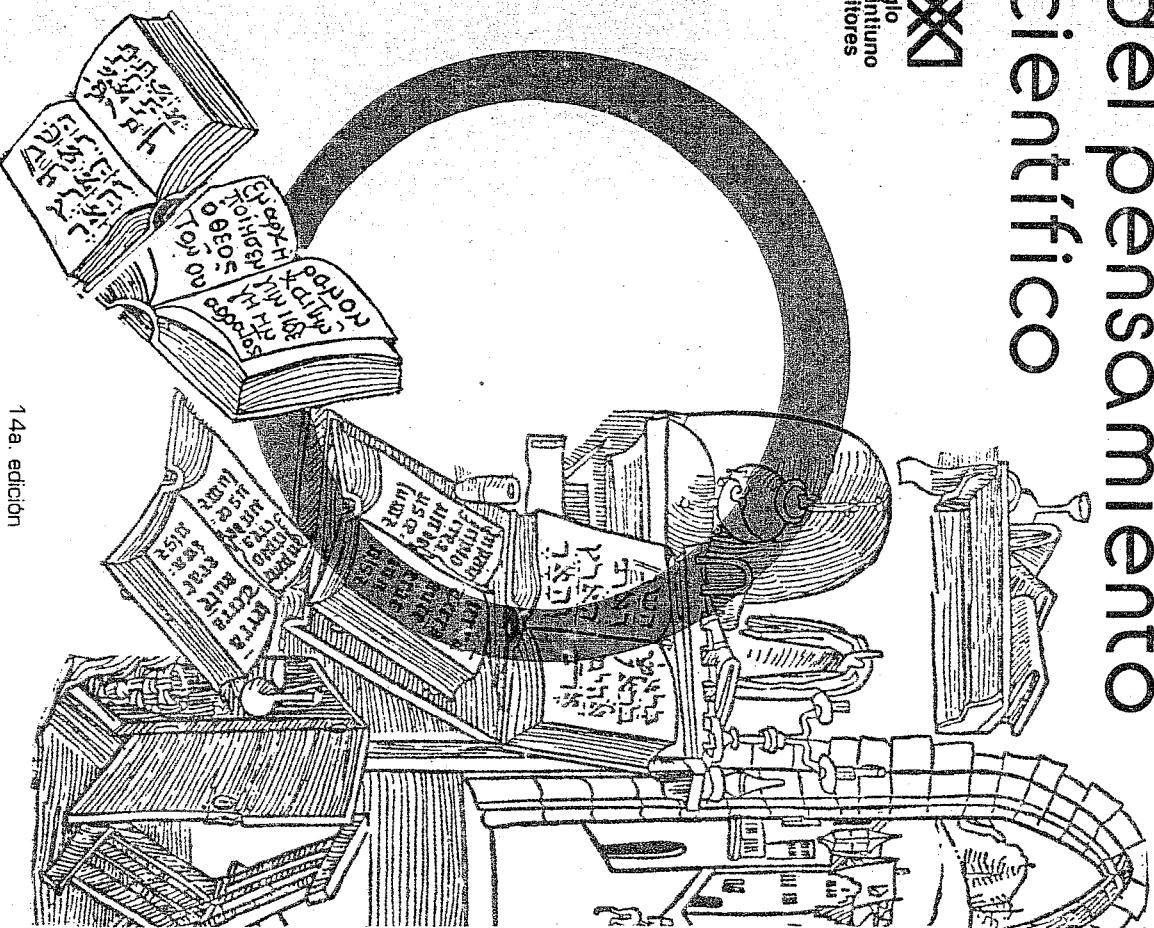
Alexandre Koyré ha creído siempre que la ciencia consiste en la búsqueda de la verdad, en la teoría: «Por sorprendente que nos pueda parecer, es posible edificar templos y palacios, incluso catedrales, excavar canales y construir puentes, desarrollar la metalurgia y la cerámica sin poseer un conocimiento científico o no teniendo sino sus rudimentos.» Descubrir los límites del papel histórico de la ciencia puede permitirnos reconstruir la unidad del pensamiento humano.

Alexandre Koyré es autor de varias obras que han marcado una época en la historia del pensamiento: *Estudios galileanos*, y *Del mundo cerrado al universo infinito*, ambos publicados por Siglo Veintiuno Editores.

alexandre koyré

estudios de historia del pensamiento científico

XXI
siglo
veintiuno
editores



14a. edición

ISBN 968-23-0003-7



XXI
siglo
veintiuno
editores

El nombre de Galileo Galilei está indisolublemente ligado a la revolución científica del siglo XVI, una de las más profundas revoluciones, si no la mayor, del pensamiento humano desde el descubrimiento del cosmos por el pensamiento griego: una revolución que implica una «mutación» intelectual radical de la que la ciencia física moderna es a la vez expresión y fruto¹.

A veces se caracteriza y se explica al mismo tiempo esta revolución por una especie de sublevarción espiritual, por una transformación completa de toda actitud fundamental del espíritu humano: la vida activa, *vita activa*, ocupa el lugar de la *theoria*, *vita contemplativa*, que se había considerado hasta entonces como su forma más elevada. El hombre moderno trata de dominar la naturaleza, mientras que el hombre medieval o antiguo se esforzaba ante todo por contemplarla. Hay que explicar, pues, por este deseo de dominar, de obrar, la tendencia mecanicista de la física clásica —la física de Galileo, Descartes y Hobbes, *scientia activa, operativa*, que debía hacer al hombre «dueño y señor de la naturaleza»²; hay que considerarla como emanación simplemente de esta actitud, como aplicación a la naturaleza de las categorías del pensamiento del *homo faber*³. La ciencia de Descartes —*a fortiori* la de Galileo— no es (como se ha dicho) sino la ciencia del artesano o del ingeniero⁴.

* Corresponde al artículo «Galileo and Plato», aparecido en el *Journal of the History of Ideas* (vol. IV, núm. 4, octubre de 1943, pp. 400-428).

¹ Cf. J. H. Randall, Jr., *The making of the modern mind*, Boston, 1926, pp. 220 ss., 231 ss.; cf. también A. N. Whitehead, *Science and the modern world*, Nueva York, 1925.

² No hay que confundir esta concepción ampliamente extendida con la de Bergson, para quien toda la física, tanto aristotélica como newtoniana, es, en último término, obra del *homo faber*.

³ Cf. L. Laberthonnière, *Études sur Descartes*, Paris, 1935, II, pp. 288 ss., 297, 304: «Physique de l'exploitation des choses».

Esta explicación no me parece, he de confesarlo, completamente satisfactoria. Es verdad, claro está, que la filosofía moderna tanto como la ética y religión modernas, pone el acento en la acción, en la *praxis*, mucho más de lo que lo hacía el pensamiento antiguo y medieval. Esto es cierto también en lo que se refiere a la ciencia moderna: pienso en la física cartesiana, en sus comparaciones con poleas, cuerdas y palancas. Sin embargo, la actitud que acabamos de describir es más la de Bacon —cuyo papel en la historia de las ciencias no es del mismo orden⁴— que la de Galileo o Descartes. La ciencia de éstos no es obra de ingenieros o artesanos, sino de hombres cuya obra rara vez rebasó el orden de la teoría⁵. La nueva balística fue elaborada no por artificieros o artilleros, sino en contra de éstos. Y Galileo no aprendió su oficio de personas que trabajaban duramente en los arsenales y astilleros de Venecia. Muy al contrario: les enseñó el suyo⁶. Además, esta teoría explica de

⁴ Bacon es el heraldo, el *buccinator* de la ciencia moderna, no uno de sus creadores.

⁵ La ciencia de Descartes y de Galileo fue, por supuesto, extremadamente importante para el ingeniero y el técnico: provocó, finalmente, una revolución técnica. Sin embargo, no fue creada y desarrollada ni por ingenieros ni por técnicos, sino por teóricos y filósofos.

⁶ Descartes artesano es la concepción del cartesianismo que desarrolló Leroy en su *Descartes social*, Paris, 1931, y que llevó hasta el absurdo F. Borkenau en su libro *Der Uebergang vom feudalen zum bürgerlichen Weltbild*, Paris, 1934. Borkenau explica el nacimiento de la filosofía y de la ciencia cartesianas por el de una nueva forma de empresa económica, es decir, la manufactura. Cf. la crítica del libro de Borkenau, crítica mucho más interesante e instructiva que el propio libro, por H. Grossman, «Die gesellschaftlichen Grundlagen der mechanistischen Philosophie und die Manufaktur», *Zeitschrift für Sozialforschung*, Paris, 1935.

En cuanto a Galileo, es asimilado a las tradiciones de los artesanos, constructores, ingenieros, etc., del Renacimiento por L. Olschki, *Galileo und seine Zeit*, Halle, 1927, y más recientemente por E. Zilsel, «The sociological roots of science», *The American Journal of Sociology*, XLVII, 1942. Zilsel señala el papel que desempeñaron los «artesanos cualificados» del Renacimiento en el desarrollo de la mentalidad científica moderna. Por supuesto, es verdad que los artistas, ingenieros, arquitectos, etc., del Renacimiento desempeñaron un papel importante en la lucha contra la tradición aristotélica y que algunos de ellos —como Leonardo da Vinci y Benedetti— intentaron incluso desarrollar una dinámica nueva, antiaristotélica; sin embargo, esta dinámica, como lo ha demostrado de un modo concluyente Duhem, era, en sus rasgos principales, la de los nominalistas parisenses, la dinámica del *impetus* de Juan Buridán y Nicolás de Oresme. Y si Benedetti, el más notable con mucho de estos «precursores» de Galileo, trasciende algunas veces el nivel de la dinámica «parisense», no es en razón de su trabajo como ingeniero y artillero, sino porque estudió a Arquímedes y decidió aplicar «la filosofía matemática» a la investigación de la naturaleza.

masiado y demasiado poco. Explica el prodigioso desarrollo de la ciencia del siglo XVII por el de la tecnología. Sin embargo, este último era infinitamente menos sorprendente que el primero. Además, olvida los logros técnicos de la Edad Media. No tiene en cuenta el apetito de poder y riqueza que inspiró a la alquimia a lo largo de su historia.

Otros eruditos han insistido en la lucha de Galileo contra la autoridad, contra la tradición, en particular la de Aristóteles: contra la tradición científica y filosófica que la Iglesia mantenía y enseñaba en las Universidades. Han subrayado el papel de la observación y la experiencia en la nueva ciencia de la naturaleza⁷. Es perfectamente cierto, por supuesto, que la observación y la experimentación constituyen uno de los rasgos más característicos de la ciencia moderna. Es verdad que en los escritos de Galileo encontramos innumerables llamadas a la observación y a la experiencia, y una ironía amarga con respecto a hombres que no creían en el testimonio de sus ojos porque lo que veían era contrario a la enseñanza de las gentes de autoridad, o peor aún, que no querían (como Cremonini) mirar por el telescopio de Galileo por miedo a ver algo que hubiera contradicho las teorías y creencias tradicionales. Ahora bien, precisamente construyendo un telescopio y utilizándolo, observando cuidadosamente la Luna y los planetas, descubriendo los satélites de Júpiter, fue como Galileo asestó un golpe mortal a la astronomía y cosmología de su época.

Sin embargo, no hay que olvidar que la observación o experiencia en el sentido de la experiencia espontánea del sentido común no desempeñó un papel capital—o si lo hizo fue un papel negativo, el del obstáculo—en la fundación de la ciencia moderna⁸. La física de Aristóteles, y más aún la de los nominalistas parisenses, la de Buridán y Nicolás de Oresme, estaba mucho más próxima, según Tannery y Duhem, de la experiencia del sentido común que la de Galileo y Descartes⁹. No es la ex-

⁷ Muy recientemente un crítico me ha reprochado, amigablemente, el haber olvidado este aspecto de la enseñanza de Galileo (cf. L. Olshki, «The scientific personality of Galileo», *Bulletin of the History of Medicine*, XII, 1942). No creo, tengo que confesarlo, haber merecido este reproche, aunque creo profundamente que la ciencia es esencialmente teoría, y no recolección de «hechos».

⁸ E. Meyerson, *Identité et réalité*, 3.^a ed., París, 1926, p. 156, muestra, de modo muy convincente, la falta de concordancia entre «la experiencia» y los principios de la física moderna.

⁹ P. Duhem, *Le système du monde*, París, 1913, I, pp. 194 ss.: «Esta dinámica, en efecto, parece adaptarse tan felizmente a las observaciones corrientes que no podía dejar de imponerse en principio a la aceptación

perencia, sino la «experimentación» lo que desempeñó—más tarde sólo—un papel positivo considerable. La experimentación consiste en interrogar metódicamente a la naturaleza; esta interrogación 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 bien, es en curvas, círculos y triángulos, en lenguaje matemático e incluso, de un modo más preciso, en *lenguaje geométrico*—no el del sentido común o de los puros símbolos—como debemos hablar a la naturaleza y recibir sus respuestas. La elección del lenguaje, la decisión de emplearlo, no podían estar determinadas evidentemente por la experiencia que el uso mismo de esta lengua debía hacer posible. Tenía que venirles de otras fuentes.

Otros historiadores de la ciencia y de la filosofía¹⁰ han intentado más modestamente caracterizar la física moderna en cuanto *física* por algunos de sus rasgos distintivos: por ejemplo, la función que en ella tiene el principio de inercia. Exacto, de nuevo: el principio de inercia ocupa un puesto eminente en la mecánica clásica por contraste con la de los antiguos. Es en ella la ley fundamental del movimiento; reina implícitamente en la física de Galileo, explícitamente en la de Descartes y Newton. Pero detenerse en esta característica me parece un poco superficial. En mi opinión, no basta establecer simplemente el hecho. Tenemos que comprenderlo y explicarlo: explicar por qué la física *moderna* fue capaz de adoptar este principio, comprender por qué y cómo el principio de inercia, que nos parece tan de los primeros que hubieran especulado sobre las fuerzas y los movimientos... Para que los físicos lleguen a rechazar la dinámica de Aristóteles y a construir la dinámica moderna, necesitarán comprender que los hechos de los que son testigos cada día, no son, en modo alguno, los hechos simples, elementales a los que las leyes fundamentales de la dinámica se deben aplicar inmediatamente; que la marcha del navío arrastrado por los sirgadores, que la rodadura en un camino del carruaje enganchado a los caballos, deben ser considerados como movimientos de una extrema complejidad; en una palabra, que para el principio de la ciencia del movimiento, se debe, por abstracción, considerar un móvil que, bajo la acción de una fuerza única, se mueve en el vacío. Ahora bien, de su dinámica, Aristóteles llega a concluir que tal movimiento es imposible.¹¹

¹⁰ Kurd Lasswitz, *Geschichte der Atomistik*, Hamburgo-Leipzig, 1890, II, pp. 23 ss.; E. Mach, *Die Mechanik in ihrer Entwicklung*, 8.^a ed., Leipzig, 1921, pp. 117 ss.; E. Wohllwill, «Die Entdeckung des Beharrungsgesetzes», *Zeitschrift für Völkerpsychologie und Sprachwissenschaft*, vols. XIV y XV, 1883 y 1884; y E. Cassirer, *Das Erkenntnisproblem in der Philosophie und Wissenschaft der neueren Zeit*, 2.^a ed., Berlin, 1911, I, pp. 394 ss.

simple, tan claro, tan plausible e incluso evidente, adquiere este estatuto de evidencia y verdad *a priori*, mientras que para los griegos, así como para los pensadores de la Edad Media, la idea de que un cuerpo, una vez puesto en movimiento, continuara moviéndose siempre, parecía evidentemente falsa e incluso absurda¹¹.

No intentaré explicar aquí las razones y causas que provocaron la revolución espiritual del siglo XVI. Para nuestro propósito basta con describirla caracterizando la actitud mental o intelectual de la ciencia moderna a través de dos rasgos solitarios: 1.º, la destrucción del cosmos y, por consiguiente, la desaparición en la ciencia de todas las consideraciones fundadas en esta noción¹²; 2.º, la geometrización del espacio, es decir, la sustitución de la concepción de un espacio cósmico cualitativamente diferenciado y concreto, el de la física pregalileana, por el espacio homogéneo y abstracto de la geometría euclídea. Se pueden resumir y expresar del siguiente modo estas dos características: la matematización (geometrización) de la naturaleza y, por consiguiente, la matematización (geometrización) de la ciencia.

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 infinito, 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 unidas¹³. Esto implica que desaparecen de la perspectiva científica todas las consideraciones fundadas en el valor, la perfección, la armonía,

¹¹ Cf. E. Meyerson, *op. cit.*, pp. 124 ss.

¹² El término permanece, por supuesto, y Newton habla siempre del cosmos y de su orden (como habla del *impetus*), pero en un sentido completamente nuevo.

¹³ Como he intentado demostrar en otra parte (*Études galiléennes*, III, *Galilée et la loi d'inertie*, Paris, 1940) la ciencia moderna resulta de esta unificación de la astronomía y de la física que le permite aplicar los métodos de la investigación matemática, utilizados hasta entonces para el estudio de los fenómenos celestes, al estudio de los fenómenos del mundo sublunar.

la significación y el designio¹⁴. Desaparecen en el espacio infinito del nuevo universo. En este nuevo universo, en este nuevo mundo de geometría hecha real, es donde las leyes de la física clásica encuentran valor y aplicación.

La disolución del cosmos, repito, me parece la revolución más profunda realizada o padecida por el espíritu humano desde la invención del cosmos por los griegos. Es una revolución tan profunda, de consecuencias tan lejanas, que, durante siglos, los hombres —con raras excepciones como Pascal— no captaron su alcance y sentido; aun hoy es a menudo subestimada y mal comprendida.

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 absoluto¹⁵.

Esto explica por qué el descubrimiento de cosas, de leyes, que hoy parecen tan simples y fáciles que se les enseñan a los niños —leyes del movimiento, ley de la caída de los cuerpos— exigió un esfuerzo tan enorme, tan arduo, a menudo vano, de algunos de los mayores genios de la humanidad, un Galileo, un Descartes¹⁶. Este hecho, a su vez, me parece refutar los intentos modernos de minimizar, e incluso de negar, la originalidad del pensamiento de Galileo, o por lo menos su carácter revolucionario; demuestra también que la aparente continuidad en el des-

¹⁴ Cf. E. Bréhier, *Histoire de la philosophie*, t. II, fasc. I, Paris, 1929, p. 95: «Descartes libera a la física de la obsesión del cosmos helénico, es decir, de la imagen de un cierto estado privilegiado de cosas que satisface nuestras necesidades estéticas... No hay estados privilegiados puesto que todos los estados son equivalentes. Así pues, no hay ningún lugar en la física para la búsqueda de causas finales y la consideración de lo mejor.»

¹⁵ Cf. P. Tannery, «Galilée et les principes de la dynamique», *Mémoires scientifiques*, VI, Paris, 1926, p. 399: «Si para juzgar el sistema dinámico de Aristóteles, hacemos abstracción de los prejuicios que derivan de nuestra educación moderna, si intentamos volvernos a situar en el estado de ánimo que podría tener un pensador independiente al principio del siglo XVII, es difícil desconocer que este sistema está mucho más conforme que el nuestro con la observación inmediata de los hechos.»

¹⁶ Cf. mis *Études galiléennes*, II, *La loi de la chute des corps*, Paris, 1940.

arrollo de la física entre la Edad Media y la Moderna (continuidad que Caverni y Duhem han subrayado tan enérgicamente), es ilusoria¹⁷. Es verdad, por supuesto, que una tradición ininterrumpida lleva de las obras de los nominalistas parisenses a las de Benedetti, Bruno, Galileo y Descartes. (Yo mismo he añadido un eslabón a la historia de esta tradición¹⁸.) Sin embargo, la conclusión que saca Duhem es engañosa: una revolución bien preparada continúa siendo, sin embargo, una revolución, y a pesar de que el mismo Galileo en su juventud (como Descartes a veces) compartió las opiniones y enseñó las teorías de los críticos medievales de Aristóteles, la ciencia moderna, la ciencia nacida de sus esfuerzos y de sus descubrimientos, *no sigue* la inspiración de los «precursores parisenses de Galileo»; se coloca inmediatamente en un nivel completamente diferente, un nivel que a mí me gustaría llamar arquimediario. El verdadero precursor de la física moderna no es ni Buridán, ni Nicolás de Oresme, ni siquiera Juan Filopón, sino Arquímedes¹⁹.

I

Se puede dividir en dos períodos la historia del pensamiento científico de la Edad Media y del Renacimiento, que empezamos

¹⁷ Cf. Caverni, *Storia del metodo sperimentale in Italia*, 5 vols., Florencia, 1891-1896, en particular los volúmenes IV y V. P. Duhem, *Le mouvement absolu et le mouvement relatif*, París, 1905; «De l'accélération produite par une force constante», *Congrès International de l'Histoire des Sciences*, sesión III, Ginebra, 1906; *Études sur Léonard de Vinci: Ceux qu'il a lus et ceux qui l'ont lu*, 3 vols., París, 1909-1913, en particular el vol. III, *Les précurseurs parisiens de Galilée*. Muy recientemente la tesis de la continuidad ha sido sostenida por J. H. Randall, Jr., en su brillante artículo «Scientific method in the school of Padua», *Journal of the History of Ideas*, I, 1940; Randall demuestra de modo convincente la elaboración progresiva del método de «resolución y composición» en la enseñanza de los grandes lógicos del Renacimiento. Sin embargo, el propio Randall declara que «un elemento faltó en el método formulado por Zabarella: no exigió que los principios de la ciencia natural fueran matemáticos» (p. 204), y que el *Tractatus de paedia* de Cremonini «resonó como una advertencia solemne a los matemáticos triunfantes de la gran tradición aristotélica de empirismo racional» (*ibid.*). Ahora bien, «esta insistencia en el papel de las matemáticas que se añadió a la metodología lógica de Zabarella» (p. 205), constituye precisamente, en mi opinión, el contenido de la revolución científica del siglo XVII, y, en la opinión de la época, la línea divisoria entre los partidarios de Platón y los de Aristóteles.

¹⁸ *Études galiléennes*, I, *A l'aube de la science classique*, París, 1940.

¹⁹ El siglo XVI, por lo menos en su segunda mitad, fue el período en que se recibió, estudió y comprendió poco a poco a Arquímedes.

a conocer un poco mejor²⁰. O más bien, como el orden cronológico no corresponde sino muy toscamente a esta división, podríamos distinguir *grosso modo* en la historia del pensamiento científico tres etapas o épocas, que corresponden a su vez a tres tipos diferentes de pensamiento: primero, la física aristotélica; a continuación, la física del *impetus*, salida, como todo el resto, del pensamiento griego y elaborada en el curso del siglo XIV por los nominalistas parisenses; finalmente, la física moderna, matemática, del tipo de Arquímedes o Galileo. Estas etapas las encontramos en las obras del joven Galileo: no sólo nos informan acerca de la historia —o la prehistoria— de su pensamiento, acerca de los móviles y motivos que le han dominado e inspirado, sino que al mismo tiempo nos ofrecen, condensado y, por así decir, clarificado por la admirable inteligencia de su autor, un cuadro sorprendente y profundamente instructivo de toda la historia de la física pregaliileana. Trácese de nuevo brevemente esta historia comenzando por la física de Aristóteles.

La física de Aristóteles es falsa, por supuesto, y completamente caduca. Sin embargo, es una «física», es decir, una ciencia altamente elaborada, aunque no matemáticamente²¹. No es algo imaginario y pueril, ni un toco enunaciado logomáquico de sentido común, sino una teoría, es decir, una doctrina que, partiendo naturalmente de datos del sentido común, los somete a un tratamiento extremadamente coherente y sistemático²².

Los hechos o datos que sirven de fundamento a esta elaboración teórica son muy simples y en la práctica los admitimos exactamente como lo hacía Aristóteles. Todos encontramos siempre «natural» ver un cuerpo pesado caer «hacia abajo». Exactamente como Aristóteles o Santo Tomás, nos habríamos asombrado profundamente al ver un grave —piedra o toro— elevarse libremente por el aire. Esto nos parecería bastante

²⁰ Debemos este conocimiento principalmente a los trabajos de P. Duhem (a las obras citadas anteriormente (n. 17) hay que añadir *Les origines de la statique*, 2 vols., París, 1905, y *Le système du monde*, 5 vols., París, 1913-1917) y a los de Lynn Thorndike, cf. su monumental *History of magic and experimental science*, 6 vols., Nueva York, 1923-1941. Cf. igualmente F. J. Dijksterhuis, *Wal en Worp*, Groninga, 1924.

²¹ La física aristotélica es, por esencia, no matemática. Presentarla, como lo hace Duhem (*De l'accélération produite par une force constante*, p. 859), como fundada simplemente en otra fórmula matemática distinta a la nuestra, es un error.

²² A menudo, el historiador moderno del pensamiento científico no aprecia suficientemente el carácter sistemático de la física aristotélica.

«contra natura» y trataríamos de explicarlo por algún mecanismo oculto.

Del mismo modo, encontramos siempre «natural» ver la llama de una cerilla dirigirse hacia «arriba» y colocar nuestras cacerolas «sobre» el fuego. Nos sorprenderíamos y buscaríamos una explicación si viéramos, por ejemplo, volverse la llama y apuntar hacia «abajo». ¿Calificaríamos esta concepción o, mejor, esta actitud de pueril y simplista? Quizá. Podemos incluso señalar que, según el mismo Aristóteles, la ciencia comienza precisamente cuando se intenta explicar cosas que parecían naturales. Sin embargo, cuando la termodinámica anuncia como principio que el «calor» pasa de un cuerpo caliente a uno frío, pero no de un cuerpo frío a uno caliente, ¿no traduce simplemente la intuición del sentido común de que un cuerpo «caliente» se vuelve «naturalmente» frío, pero que un cuerpo frío no se vuelve «naturalmente» caliente? El incluso cuando declaramos que el centro de gravedad de un sistema tiende a tomar la posición más baja, y no se eleva por sí solo, ¿no traducimos simplemente una intuición del sentido común, la misma que expresa la física aristotélica al distinguir el movimiento «natural» del movimiento «violento»?²³

Además, ni la física aristotélica ni la termodinámica se contentan con expresar simplemente en su lenguaje el «hecho» de sentido común que acabamos de mencionar; lo transponen; la distinción entre movimientos «naturales» y movimientos «violentos» se sitúa en una concepción de conjunto de la realidad física, concepción cuyos principales rasgos parecen ser: a) la creencia en la existencia de «naturalidades» cualitativamente definidas, y b) 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.

Todo, orden cósmico, armonía: estos conceptos implican que en el universo las cosas están (o deben estar) distribuidas y dispuestas en un cierto orden determinado, que su localización no es indiferente ni para ellas ni para el universo; que, al contrario, cada cosa tiene, según su naturaleza, un «puesto» determinado en el universo, el suyo propio.²⁴ Un lugar para cada cosa.

²³ Cf. E. Mach, *Die Mechanik*, pp. 124 ss.

²⁴ Es sólo en «su» lugar donde un ser alcanza su realización y llega a ser verdaderamente él mismo. Y esa es la razón por la que tiende a ocupar este lugar.

y cada cosa en su lugar: el concepto de «lugar natural» expresa esta exigencia teórica de la física aristotélica.

La concepción de «lugar natural» está fundada en una concepción puramente estática del orden. En efecto, si cada cosa estuviera «en orden», cada cosa estaría en su lugar natural, y, por supuesto, allí se quedaría y permanecería para siempre. ¿Por qué habría de abandonarlo? Al contrario, ofrecería una resistencia a todo esfuerzo por echarlo fuera de él. No se la podría expulsar de allí más que ejerciendo una especie de *violencia* y si debido a tal *violencia* el cuerpo se encontrara fuera de «su» lugar, buscaría el modo de volver a éste.

Así, todo movimiento implica una especie de desorden cósmico, una perturbación en el equilibrio del universo, pues es o bien un efecto directo de la *violencia*, o bien, al contrario, un efecto del esfuerzo del ser por compensar esta *violencia*, por recobrar su orden y su equilibrio perdidos y turbados, por llevar de nuevo las cosas a sus lugares naturales, lugares donde deben reposar y permanecer. Es esta vuelta al orden lo que constituye precisamente lo que hemos llamado movimiento «natural».²⁵

Turbar el equilibrio, volver al orden: está perfectamente claro que el orden constituye un estado sólido y duradero que tiende a perpetuarse él mismo indefinidamente. No hay, pues, necesidad de explicar el estado de reposo, o por lo menos el estado de un cuerpo en reposo en su lugar natural, propio; es su propia naturaleza la que lo explica, la que explica, por ejemplo, que la Tierra esté en reposo en el centro del mundo. Igualmente, es evidente que el movimiento es necesariamente un estado transitorio: un movimiento natural se termina naturalmente cuando alcanza su objetivo. En cuanto al movimiento violento, Aristóteles es demasiado optimista para admitir que este estado anormal pudiera durar; además, el movimiento violento es un desorden que engendra desorden y admitir que pudiera durar indefinidamente, significaría realmente que se abandona la idea misma de un cosmos bien ordenado. Aristóteles mantiene, pues, la creencia tranquilizadora de que nada de lo que es *contra naturam possit esse perpetuum*.²⁶

De este modo, como acabamos de decir, el movimiento en la física aristotélica es un estado esencialmente transitorio. Sin embargo, tomado al pie de la letra este enunciado sería in-

²⁵ Las concepciones de «lugares naturales» y de «movimientos naturales» implican la de un universo finito.

²⁶ Aristóteles, *Física*, VIII, 8, 215 b.

correcto e incluso doblemente incorrecto. El hecho es que el movimiento, aunque sea para *cada uno de los cuerpos movidos*, o por lo menos para los del mundo sublunar, para los objetos móviles de nuestra experiencia, un estado necesariamente transitorio y efímero, es, sin embargo, para el conjunto del mundo un fenómeno necesariamente eterno y, por consiguiente, eternamente necesario²⁷, un fenómeno que no podemos explicar sin descubrir su origen y su causa tanto en la estructura física como en la estructura metafísica del cosmos. Tal análisis mostraría que la estructura ontológica del ser material le impide alcanzar el estado de perfección que implica la noción de reposo absoluto y nos permitiría ver la causa física última de los movimientos temporales, efímeros y variables de los cuerpos sublunares en el movimiento continuo, uniforme y perpetuo de las esferas celestes²⁸. Por otro lado, el movimiento no es, hablando con propiedad, un *estado*; es un proceso, un flujo, un *devenir* en y por el que las cosas se constituyen, se actualizan y se realizan²⁹. Es perfectamente cierto que el ser es el término del devenir y el reposo la meta del movimiento. Sin embargo, el reposo inmutable de un ser plenamente actualizado es algo completamente diferente de la inmovilidad pesada e impotente de un ser incapaz de moverse por sí mismo; el primero es algo positivo, «perfección y *actus*»; la segunda no es más que una «privación». Por consiguiente, el movimiento —*procesus*, *devenir*, cambio— se encuentra colocado entre los dos desde el punto de vista ontológico. Es el ser de todo lo que cambia, de todo aquello cuyo ser es alteración y modificación y que no *existe* más que cambiando y modificándose. La célebre definición aristotélica del movimiento —*actus entis in potentia in quantum est in potentia*— que Descartes encontrará perfectamente inteligible expresa admirablemente el hecho: el movimiento es el ser —o el *actus*— de todo lo que no es Dios.

De modo que moverse es cambiar, *aliter et aliter se habere*, cambiar en sí y con relación a los otros. Esto implica, por un lado, un término de referencia con relación al cual la cosa movida cambia su ser o su relación; lo que supone —si examina-

²⁷ El movimiento no puede resultar más que de un movimiento anterior. Por consiguiente, todo movimiento efectivo implica una serie infinita de movimientos precedentes.

²⁸ En un universo finito, el único movimiento uniforme que puede persistir indefinidamente es un movimiento circular.

²⁹ Cf. Kurt Riezler, *Physics and reality*, New Haven, 1940.

mos el movimiento local³⁰— la existencia de un punto fijo con relación al cual lo movido se mueve, un punto fijo inmutable; el cual, evidentemente, no puede ser más que el centro del universo. Por otro lado, el hecho de que cada cambio, cada proceso, necesite para explicarse una causa, implica que cada movimiento tiene necesidad de un motor para producirlo, motor que le mantiene en movimiento tanto tiempo como éste dura. El movimiento, en efecto, no se mantiene como el reposo. El reposo— estado de privación— no necesita la acción de una causa cualquiera para explicar su persistencia. El movimiento, el cambio, cualquier proceso de actualización o debilitación e incluso de actualización o debilitación continua, no puede abs- tenerse de tal acción. Quitada la causa, el movimiento se detendrá. *Cessante causa cessat effectus*³¹.

En el caso del movimiento «natural», esta causa, este motor es la naturaleza misma del cuerpo, su «forma» que trata de volver a traerlo a su puesto y mantiene así el movimiento. *Viceversa*, el movimiento que es *contra naturam* exige, sin embargo, durante toda su duración la acción *continua* de un motor externo unido al cuerpo movido. Quitada el motor, el movimiento se detendrá. Separado del cuerpo movido, el movimiento se detendrá también. Aristóteles, como sabemos bien, no admite la acción a distancia³²; cada transmisión de movimiento implica según él un contacto. Sólo hay, pues, dos tipos de tal transmisión: la presión y la tracción. Para hacer mover un cuerpo, hay que empujarlo o tirar de él. No hay otros medios.

La física aristotélica forma así una admirable teoría perfectamente coherente que, a decir verdad, sólo presenta un defecto (aparte del de ser falsa): el defecto de ser desmentida por el uso cotidiano del lanzamiento. Pero un teórico que merezca este nombre no se deja turbar por una objeción sacada del sentido común. Si encuentra un «hecho» que no cuadra con su teoría, niega su existencia. Si no puede negarla, la explica. En la explicación de este hecho cotidiano, el del lanzamiento, movimiento que continúa a pesar de la ausencia de «un motor»,

³⁰ El movimiento local —desplazamiento— no es más que una clase, aunque particularmente importante, de «movimiento» (*kinesis*), movimiento en el ámbito del espacio, por contraste con la alteración, movimiento en el terreno de la cualidad, y la generación y la corrupción, movimiento en el ámbito del ser.

³¹ Aristóteles tiene toda la razón. Ningún proceso de cambio o de devenir puede prescindir de la causa. Si el movimiento en la física moderna persiste por sí mismo, es porque ya no es más que un proceso.

³² El cuerpo *tende* a su lugar natural, pero no es *atruido* por él.

hecho aparentemente incompatible con su teoría, es donde Aristóteles nos da la medida de su genio. Su respuesta consiste en explicar el movimiento aparentemente sin motor del proyectil por la reacción del medio ambiente, aire o agua.³⁵ La teoría es una genialidad. Desgraciadamente (además de que es falsa), es absolutamente imposible desde el punto de vista del sentido común. No es, pues, asombroso que la crítica de la dinámica aristotélica vuelva siempre a la misma *quaestio disputata*: ¿a quo *moventur projecta*?

II

Volveremos dentro de un momento a esta *quaestio*, pero tenemos que examinar primero otro detalle de la dinámica aristotélica: la negación de todo vacío y del movimiento en un vacío. En esta dinámica, efectivamente, un vacío no permite que el movimiento se produzca más fácilmente; al contrario, lo hace completamente imposible: esto por razones muy profundas.

Hemos dicho ya que en la dinámica aristotélica cada cuerpo es concebido como dotado de una tendencia a encontrarse en su lugar natural y a volver a éste si ha sido separado de él con violencia. Esta tendencia explica el movimiento natural de un cuerpo: movimiento que le lleva a su lugar natural por el camino más corto y más rápido. Se deduce que todo movimiento natural procede en línea recta y que cada cuerpo camina hacia su lugar natural tan deprisa como le es posible; es decir, tan deprisa como su medio, que se resiste a su movimiento y se le opone, le permite hacerlo. Así, pues, si no hubiera nada que lo detuviera, si el medio ambiente no opusiera ninguna resistencia al movimiento que le atraviesa (tal sería el caso en un vacío), el cuerpo caminaría hacia «su» puesto con una velocidad infinita.³⁶ Pero tal movimiento sería instantáneo, lo que —con toda razón— parece absolutamente imposible a Aristóteles. La conclusión es evidente: un movimiento (natural) no puede producirse en el vacío. En cuanto al movimiento violento el del lanzamiento, por ejemplo, un movimiento en el vacío equivaldría a un movimiento sin motor; es evidente que el vacío no es un medio físico y no puede recibir, transmitir y mantener un movimiento. Además, en el vacío (como en el espacio de la geometría euclidiana) no hay lugares o direcciones privilegiados. En el vacío no hay, ni puede haber, lugares «naturales». Por consiguiente, un cuerpo colocado en el vacío no sabría donde ir, no tendría ninguna razón para dirigirse a una dirección mejor que a otra, y, por tanto, ninguna razón para moverse. Viceversa, una vez puesto en movimiento, no tendría más razón para detenerse aquí que allí ni, por tanto, razón alguna para detenerse. Las dos hipótesis son completamente absurdas.

Aristóteles, una vez más, tiene toda la razón. Un espacio vacío (el de la geometría) destruye enteramente la concepción de un orden cósmico: en un espacio vacío, no sólo no existen lugares naturales³⁷, sino que no hay en absoluto *lugares*. La idea de un vacío no es compatible con la comprensión del movimiento como cambio y como proceso; quizá ni siquiera con la del movimiento concreto de cuerpos concretos «reales», perceptibles: quiero decir, los cuerpos de nuestra experiencia cotidiana. El vacío es una *strazón*³⁸; colocar las cosas en una tal *strazón* es absurdo.³⁹ Sólo los cuerpos geométricos pueden ser «colocados» en un espacio geométrico.

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.

III

Ya he señalado que la dinámica aristotélica, a pesar —o quizá a causa— de su perfección teórica, presentaba un grave inconveniente; el de ser absolutamente no plausible, completamente increíble e inaceptable para el buen sentido común, y estar evidentemente en contradicción con la experiencia cotidiana más común. No es nada asombroso, pues, que no haya gozado nunca de un reconocimiento universal y que los críticos y adversarios de la dinámica de Aristóteles le hayan opuesto siempre la observación, de sentido común, de que un movimiento prosigue separado de su motor originario. Los ejemplos clásicos de tal movimiento, rotación persistente de la rueda, vuelo

³⁵ Cf. Aristóteles, *Física*, IV, 8, 215 a.; VIII, 10, 267 a.; *De coelo*, III, 2,

301 b. E. Meyerson, *Identité et réalité*, p. 84.

³⁶ Cf. Aristóteles, *Física*, VII, 5, 249 b., 250 a.; *De coelo*, III, 2, 301 e.

³⁵ Cf. Aristóteles, *Física*, IV, 8, 214 b.; 215 b.

³⁶ Si se prefiere, se puede decir que en un vacío todos los lugares son los lugares naturales de toda clase de cuerpos.

³⁷ Kant llamaba al espacio vacío un *Unding*.

³⁸ Tal era, como sabemos, la opinión de Descartes y de Spinoza.

de una flecha, lanzamiento de una piedra, fueron siempre invocados en contra suya, desde Hiparco y Juan Filopón, pasando por Juan Buridán y Nicolás de Oresme, hasta Leonardo da Vinci, Benedetti y Galileo³⁹.

No tengo la intención de analizar aquí los argumentos tradicionales que desde Juan Filopón⁴⁰ han sido repetidos por los partidarios de su dinámica. Se pueden clasificar *grosso modo* en dos grupos: a) los primeros argumentos son de orden material y subrayan lo improbable que es la suposición según la cual un cuerpo grueso y pesado, pelota, muela que gira, flecha que vuela contra el viento, pueda ser movido por la reacción del aire; b) los otros son de orden formal y señalan el carácter contradictorio de la atribución al aire de un doble papel, el de resistencia y el de motor, así como el carácter ilusorio de toda la teoría: ésta no hace más que desplazar el problema del cuerpo al aire y se encuentra por eso obligada a atribuir al aire lo que llega a otros cuerpos, la capacidad de mantener un movimiento separado de su causa externa. Si es así, nos preguntamos por qué no suponer que el motor transmite al cuerpo movido, o le imprime, algo que le hace capaz de moverse — algo llamado *dynamis*, *virtus motiva*, *virtus impressa*, *impetus*, *impetus impressus*, algunas veces *forza* o incluso *motio*, y que se representa siempre como una especie de potencia o de fuerza, que pasa del motor al *móvil* y continúa entonces el movimiento, o mejor dicho, produce el movimiento como su causa.

³⁹ Para la historia de la crítica medieval de Aristóteles, cf. las obras citadas anteriormente (p. 156, n. 17) y B. Jansen, Olivé, «Der älteste scholastische Vertreter des heutigen Bewegungsbegriffes», *Philosophisches Jahrbuch* (1920); K. Michalsky, «La physique nouvelle et les différents courants philosophiques au XIV^e siècle», *Bulletin International de l'Académie polonaise des sciences et des Lettres*, Cracovia, 1927; S. Moser, *Grundbegriffe der Naturphilosophie bei Wilhelm von Occam* (Innsbruck, 1922); E. Borchert, *Die Lehre von der Bewegung bei Nicolaus Oresme* (Münster, 1934); R. Marcolongo, «La meccanica di Leonardo da Vinci», *Atti della reale accademia delle scienze fisiche e matematiche*, XIX (Nápoles, 1933).

⁴⁰ Sobre Juan Filopón, que parece ser el verdadero inventor de la teoría del *impetus*, cf. E. Wohlwill, «Ein Vorgänger Galileis im VI Jahrhundert», *Physikalische Zeitschrift*, VII (1906), y P. Duhem, *Le système du monde*, I; la Física de Juan Filopón, al no haber sido traducida al latín, permaneció inaccesible para los escolásticos que no tenían a su disposición más que el breve resumen dado por Simplicio. Pero fue muy conocida por los árabes y la tradición árabe parece haber influido, directamente, y por la traducción de Avicena, en la escuela «parisiense» hasta un punto insospechado hasta ahora. Cf. el importantísimo artículo de S. Pines «Études sur Awbad al-Zamán Abū'l Barakāt al-Baghdashī», *Revue des Études juives* (1938).

Es evidente, como el mismo Duhem lo ha reconocido, que hemos vuelto al sentido común. Los partidarios de la física del *impetus* piensan en términos de experiencia cotidiana. ¿No es cierto que necesitamos hacer un *esfuerzo*, desplegar y gastar fuerza para mover un cuerpo, por ejemplo, para empujar una carretilla, lanzar una piedra o tensar un arco? ¿No está claro que es esta fuerza la que mueve el cuerpo, o más bien lo hace moverse, que es la fuerza que el cuerpo recibe del motor la que le hace capaz de superar una resistencia (como la del aire) y salvar los obstáculos?

Los partidarios medievales de la dinámica del *impetus* discuten largamente y sin éxito sobre el estatuto ontológico del *impetus*. Intentan hacerlo entrar en la clasificación aristotélica, interpretarlo como una especie de *forma* o *habitus*, o como una especie de cualidad como el calor (Hiparco y Galileo). Estas discusiones demuestran sólo la naturaleza confusa, imaginativa de la teoría que es directamente un producto o, si se puede decir, un condensado de sentido común.

Como tal, concuerda más aún que el punto de vista aristotélico con los «hechos» — reales o imaginarios — que constituyen el fundamento experimental de la dinámica medieval; en particular con el «hecho» conocidísimo de que todo proyectil comienza por acrecentar su velocidad y adquiere el máximo de rapidez algún tiempo después de haberse separado del motor⁴¹. Todo el mundo sabe que para saltar un obstáculo,

⁴¹ Es interesante notar que esta absurda creencia que Aristóteles compartió y enseñó (*De celo*, II, 6) estaba tan profundamente arraigada y era tan universalmente aceptada, que el propio Descartes no se atrevió a negarla abiertamente, y, como hizo a menudo, prefirió explicarla. En 1630, escribe a Mersenne (A.-T., I, p. 110): «Me gustaría también saber si no habéis experimentado si una piedra lanzada con una honda, o la bala de un mosquete, o un tiro de ballesta, van más deprisa y tienen más fuerza en la mitad de su movimiento que al principio, y si tienen más efecto. Pues ésa es la creencia del vulgo, con la que sin embargo no están de acuerdo mis razones; y yo encuentro que las cosas que son empujadas y que no se mueven por sí mismas, deben tener más fuerza al principio que la que después tienen.» En 1632 (A.-T., I, p. 259) y una vez más en 1640 (A.-T., II, pp. 37 ss.) explica a su amigo lo que es cierto en esta creencia: «*In motu projectorum*, no creo en absoluto que el proyectil vaya nunca menos deprisa al principio que al final, contando desde el primer momento en que deja de ser empujado por la mano o la máquina; pero creo que un mosquete que sólo esté alejado un pie y medio de una muralla no tendrá tanto efecto como si estuviese alejado quince o veinte pasos, ya que la bala al salir del mosquete no puede expulsar el aire que está entre ella y esta muralla tan fácilmente y así debe ir menos deprisa que si esta muralla estuviera menos cerca. Sin embargo, es el experimento el que debe determinar si esta diferencia

hay que «tomar impulso»; que una carretilla que se empuja o de la que se tira se pone en marcha lentamente y gana velocidad poco a poco; ella también toma impulso y adquiere su fuerza: del mismo modo que todo el mundo—incluso un niño que lanza una pelota—sabe que para alcanzar con fuerza la meta, hay que colocarse a cierta distancia, no demasiado cerca, a fin de dejar que la pelota tome velocidad. La física del *impetus* no tiene dificultad en explicar este fenómeno; desde su punto de vista, es perfectamente natural que el *impetus* necesite cierto tiempo para «adueñarse» del *móvil*, exactamente como el calor, por ejemplo, necesita tiempo para expandirse en un cuerpo.

La concepción del movimiento subyacente en la física del *impetus* es completamente diferente de la de la teoría aristotélica. El movimiento no se interpreta ya como un proceso de actualización. Sin embargo, siempre es un cambio, y como tal hay que explicarlo por la acción de una fuerza o una causa determinada. El *impetus* es precisamente esta causa inmanente que produce el movimiento, que es *converso modo* el efecto producido por ella. Así, el *impetus impressus* produce el movimiento; *mouevé* el cuerpo. Pero al mismo tiempo desempeña otro papel muy importante: vence la resistencia que el medio opone al movimiento.

Dado el carácter confuso y ambiguo de la concepción del *impetus*, es bastante natural que sus dos aspectos y funciones deban fundirse y que algunos partidarios de la dinámica del *impetus* deban llegar a la conclusión de que, por lo menos en ciertos casos particulares, tales como el movimiento circular de las esferas celestes, o más generalmente, la rodadura de un cuerpo circular en una superficie plana, o más generalmente todavía, en todos los casos en que no hay resistencia externa al movimiento, como en un *vacuum*, el *impetus* no se debilita, sino que sigue siendo «inmortal». Esta consideración parece

ser sensible y dudo mucho de todos los que no he hecho yo mismo.» Al contrario, el amigo de Descartes, Beeckman, niega de un modo perentorio la posibilidad de una aceleración del proyectil y escribe (*Beeckman à Mersenne*, 30 de abril de 1630, cf. *Correspondance de P. Mersenne*, París, 1936, II, p. 457): «Funditiores vero ac pueri omnes qui existimant remotiora fortius ferire quam eadem propinquiora, certo certius falluntur.» Admite, sin embargo, que debe haber algo de verdad en esta creencia e intenta explicarla: «Non dixeram plenitudinem nimiam acris impeditre effectum tormentorii globi, sed pulverem pyrium extra bombardam iam existentem forsitan adhuc rarefieri, ideoque fieri posse ut globus tormentarius extra bombardam nova vi (simili tandem) propulsus velocitate aliquamdiu cresceret.»

bastante próxima a la ley de la inercia y es particularmente interesante e importante notar que el propio Galileo, que en su *De motu* nos da una de las mejores exposiciones de la dinámica del *impetus*, niega resueltamente la validez de tal suposición y afirma con todo vigor la naturaleza esencialmente perecedera del *impetus*.

Evidentemente, Galileo tiene toda la razón. Si entendemos el movimiento como un efecto del *impetus* considerado como su causa—una causa inmanente, pero no interna al modo de una «naturalidad»—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 anularse y apagarse⁴². Así, el joven Galileo nos da una lección muy importante. Nos enseña que la física del *impetus*, aunque compatible con el movimiento en un *vacuum*, es como la de Aristóteles incompatible con el principio de inercia. No es la única lección que Galileo nos enseña con respecto a la física del *impetus*. La segunda es por lo menos tan valiosa como la primera. Demuestra que, como la de Aristóteles, la dinámica del *impetus* es incompatible con un método inmatemático. No conduce a ninguna parte: es un camino sin salida.

La física del *impetus* progresó muy poco durante los mil años que separan a Juan Filopón de Benedetti. Pero en los trabajos de este último, y de modo más claro, más coherente y más consciente en los del joven Galileo, encontramos un resuelto esfuerzo por aplicar a esta física los principios de la «filosofía matemática»⁴³, bajo la influencia evidente, innegable, del «sobrehumano Arquímedes»⁴⁴.

Nada es más instructivo que el estudio de este ensayo—o más exactamente, de estos ensayos—y de su fracaso. Nos demuestran que 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 Arquímedes⁴⁵. Hubo que formar y desarrollar un con-

⁴² Cf. Galileo Galilei, *De motu, Opere*, Ed. Naz., I, pp. 314 ss.

⁴³ J. B. Benedetti, *Diversarum speculationum mathematicarum liber*, Taurini, 1585, p. 168.

⁴⁴ Galileo Galilei, *De motu*, p. 300.

⁴⁵ La persistencia de la terminología —la palabra *impetus* es empleada por Galileo y sus alumnos e incluso por Newton—no debe impedirnos constatar la desaparición de la idea.

cepto nuevo y original del movimiento. Este nuevo concepto es el que debemos a Galileo.

IV

Conocemos tan bien los principios y conceptos de la mecánica moderna o, mejor dicho, estamos tan acostumbrados a ellos, que nos es casi imposible ver las dificultades que hubo que superar para establecerlos. Estos principios nos parecen tan simples, tan naturales, que no notamos las paradojas que implican. Sin embargo, el simple hecho de que los espíritus más grandes y más poderosos de la humanidad —Galileo, Descartes— debieran luchar para hacerlos suyos, basta para demostrar que estas nociones claras y simples —la noción de movimiento o la de espacio— no son tan claras y simples como lo parecen. O bien son claras y simples sólo desde un cierto punto de vista, únicamente como parte de un cierto conjunto de conceptos y axiomas, sin el cual ya no son en modo alguno simples. O bien, quizá son demasiado claras y demasiado simples; tan claras y tan simples que, como todas las nociones primeras, son muy difíciles de captar.

El movimiento, el espacio: intentemos olvidar por el momento todo lo que hemos aprendido en la escuela; intentemos imaginarnos lo que significan en mecánica. Intentemos colocarnos en la situación de un contemporáneo de Galileo, de un hombre acostumbrado a los conceptos de la física aristotélica que ha aprendido en su escuela, y que, por primera vez, encuentra el concepto moderno de movimiento. ¿Qué es? Realmente, algo bastante raro. Algo que no afecta de ninguna manera al cuerpo que está provisto de él: estar en movimiento o estar en reposo no representa diferencia para el cuerpo en movimiento o en reposo; no le aporta ningún cambio. El cuerpo, en cuanto tal, es totalmente indiferente a uno y a otro.⁴⁶ Por consiguiente, no podemos atribuir el movimiento a un cuerpo determinado considerado en sí mismo. Un cuerpo no está en movimiento más que en relación con algún otro cuerpo al que suponemos en reposo. Todo movimiento es relativo. Así, pues, podemos atribuirlo a uno u otro de los dos cuerpos, *ad libitum*.⁴⁷

⁴⁶ En la física aristotélica, el movimiento es un proceso de cambio y afecta siempre al cuerpo en movimiento.

⁴⁷ Un cuerpo dado puede, por consiguiente, estar dotado de un número indeterminado de movimientos diferentes que no se interfieren los

De este modo, el movimiento parece ser una relación. Pero es al mismo tiempo un *estado*; igual que es otro *estado* el reposo, entera y absolutamente opuesto al primero; además, uno y otro son *estados persistentes*.⁴⁸ La célebre primera ley del movimiento, la ley de la inercia, nos enseña que un cuerpo abandonado a sí mismo persiste eternamente en su estado de movimiento o reposo, y que debemos aplicar una fuerza para transformar un estado de movimiento en estado de *reposo*, y viceversa.⁴⁹ Sin embargo, la eternidad no pertenece a toda clase de movimiento, sino únicamente al movimiento uniforme en línea recta. La física moderna afirma, como todos sabemos, que una vez puesto en movimiento un cuerpo, conserva eternamente su dirección y velocidad, a condición, por supuesto, de que no sufra la acción de alguna fuerza externa.⁵⁰ Además, al aristotélico, que objetiva que aunque conoce, es un hecho, el movimiento eterno, el eterno movimiento circular de las esferas celestes, no ha encontrado nunca, sin embargo, un movimiento rectilíneo persistente, la física moderna le contesta: ¡por supuesto! un movimiento rectilíneo uniforme es absolutamente imposible y no puede producirse más que en el vacío.

Reflexionemos sobre esto, y quizá no seremos demasiado duros para el aristotélico que se sentía incapaz de captar y aceptar esta noción inaudita, la de una relación-estado persistente, sustancial, concepto de algo que a él le parecía tan absurdo y tan imposible como nos parecen a nosotros las poco afortunadas formas sustanciales de los escolásticos. No es de extrañar que el aristotélico se haya sentido asombrado y perdido ante este sorprendente esfuerzo por explicar lo real por lo imposible o —lo que es lo mismo— por explicar el ser real por el ser matemático, porque, como ya he dicho, estos cuerpos que se mueven en líneas rectas en un espacio vacío, infinito, no son cuerpos *reales* que se desplazan en un espacio real, sino cuerpos *matemáticos* que se desplazan en un espacio *matemático*.

unos con los otros. En la física aristotélica, así como en la del *impetus*, cada movimiento se interfiere con cada uno de los otros y algunas veces incluso le impide producirse.

⁴⁸ El movimiento y el reposo se colocan así en el mismo nivel ontológico: la persistencia del *movimiento* se hace por lo tanto tan evidente por sí misma, sin que se necesite explicarla, como lo había sido precedentemente la persistencia del *reposo*.

⁴⁹ En términos modernos: en la dinámica aristotélica, y en la del *impetus*, la fuerza produce el movimiento; en la dinámica moderna, la fuerza produce la aceleración.

⁵⁰ Esto implica necesariamente la infinitud del universo.

Una vez más, estamos tan acostumbrados a la ciencia matemática, a la física matemática, que no notamos la rareza de un punto de vista matemático sobre el ser, la audacia paradójica de Galileo al declarar que el libro de la naturaleza está escrito con caracteres geométricos⁵¹. Para nosotros esto cae de su peso. Pero no para los contemporáneos de Galileo. Por consiguiente, lo que constituye un verdadero tema del *Diálogo sopra i due massimi sistemi del mondo* es el derecho de la ciencia matemática, de la explicación matemática de la naturaleza, por oposición a la no matemática del sentido común y de la física aristotélica, mucho más que la oposición entre dos sistemas astronómicos. Es un hecho que el *Diálogo*, como creo haber demostrado en mis *Etudes galiléennes*, no es tanto un libro sobre ciencia, en el sentido que damos a esta palabra, cuanto un libro sobre filosofía—o, para ser completamente exacto y emplear una expresión en desuso pero venerable, un libro sobre *filosofía de la naturaleza*—por la sencilla razón de que la solución del problema astronómico depende de la constitución de una nueva física, la cual, a su vez, implica la solución de la cuestión *filosofica* del papel que desempeñan las matemáticas en la constitución de la ciencia de la naturaleza.

El papel y el puesto de las matemáticas en la ciencia no es realmente un problema muy nuevo. Muy al contrario: durante más de dos mil años ha sido el objeto de la meditación, la investigación y la discusión filosóficas. Galileo es perfectamente consciente de ello. ¡No hay nada asombroso en esto! Aún jovencísimo, de estudiante en la Universidad de Pisa, las conferencias de su maestro, Francisco Buonamici, podían haberle enseñado que la «cuestión» del papel y naturaleza de las matemáticas constituye el principal tema de oposición entre Aristóteles y Platón⁵². Y algunos años más tarde, cuando volvió a

⁵¹ G. Galilei, *Il sagggiatore, Opere*, VI, p. 232: «La filosofia è scritta in questo grandissimo libro, che continuamente ci sta aperto innanzi a gli occhi (io dico l'universo), ma non si può intendere se prima non s'impara a intendere la lingua, e conoscer i caratteri, ne quali è scritto. Egli è scritto in lingua matematica, e i caratteri son triangoli, cerchi, ed altre figure geometriche, senza i quali mezzi è impossibile a intenderne umanamente parola». Cf. *Carta a Liceti* del 11 de enero de 1641, *Opere*, XVIII, p. 293.

⁵² La enorme compliación de Buonamici (1011 páginas in folio) es una inestimable obra de referencia para el estudio de las teorías medievales del movimiento, aunque los historiadores de Galileo hayan hecho mención de ella a menudo, no la han utilizado nunca. El libro de Buonamici es muy raro. Por lo tanto, me permito dar de él una larga cita: Francisci Bonamici, Florentini, e primo loco philosophiam ordinariam in Almo

Pisa, como profesor esta vez, podía haber aprendido de su amigo y colega Jacobo Mazzoni, autor de un libro sobre Platón y Aristóteles, que «ningún otro problema ha dado lugar a más nobles y bellas especulaciones... que el de saber si el uso de las matemáticas en física como instrumento de prueba y término medio de la demostración es oportuno o no; dicho de otro modo, si nos es provechoso, o al contrario, peligroso y perjudicial». «Es bien sabido, dice Mazzoni, que Platón crea que las matemáticas son particularmente apropiadas a las investigaciones de la física, por eso él mismo acudió en varias ocasiones a ellas para explicar misterios físicos. Pero Aristóteles sostenía un punto de vista muy diferente y explicaba los errores de Platón por su excesiva adhesión a las matemáticas»⁵³.

Gymnasio Pisano profitentis, *De motu, libri X, quibus generalia naturalis philosophiae principia summo studio collecta continentur* (Firencia, 1591), libro X, cap. XI, *Iurane mathematicae ex ordine scientificarum expurgantur*, p. 56: «... Itaque veluti ministri sunt mathematicae, nec honore dignae et habitae propalanda, id est apparatus quidam ad alias disciplinas. Ob eamque potissime causam, quod de bono mentionem facere non videntur. Etenim omne bonum est finis, is vero cuiusdam actus est. Omnis vero actus est cum motu. Mathematicae autem motum non respiciunt. Haec nostri addunt. Omnem scientiam ex propriis effici: propria vero sunt necessaria quae alleui (?) quatenus ipsum et per se insunt. Atqui talia principia mathematicae non habent... Nullum causae genus accipit... propterea quod omnes causae definiuntur per motum: efficiens enim est principium motus, finis cuius gratia motus est, forma et materia sunt naturae; et motus igitur principia sint necesse est. At vero mathematica sunt immobilia. Et nullum igitur ibi causae genus existit» *Ibid.*, libro I, p. 54: «Mathematicae cum ex notis nobis et natura simul efficiant id quod cupiunt, sed caeteris demonstrationis perspicuitate praeponentur, nam vis rerum quas ipsae tractant non est admodum nobilis; quippe quod sunt accidentia, id est habeant rationem substantiae quatenus subicitur et determinatur quanto; eaque considerantur longe secus atque in natura existant. Atamen non-nullarum rerum ingenium tale esse competimus ut ad certam materiam sese non applicent, neque motum consequantur, quia tamen in natura quocumque est, cum motu existit; opus est abstractione cuius beneficio quantum motu non comprehendit, in eo munere contemplantur; et cum talis sit earum natura nihil absurdi exortitur. Quod item confirmatur, quod mens in omni habitu verum dicit; atqui verum est ex eo, quod res ita est. Huc accedit quod Aristoteles distinguit scientias non ex ratione notionum sed entium.»

⁵³ Jacobi Mazzoni, Caesenatis, in Almo Gymnasio Pisano Aristotelem ordinarie Platonem vero extra ordinem profitentis, *In Universam Platonis et Aristotelis Philosophiam Praeludia, sive de comparatione Platonis et Aristotelis*, Venetia, 1597, pp. 187 ss., *Disputatur utrum usus mathematicarum in Physica utilitatem vel detrimentum afferat, et in hoc Platonis et Aristotelis comparatio*. «Non est enim inter Platonem et Aristotelem quaestio, seu differentia, quae tot pulchris, et nobilissimis speculationibus scateat, ut cum ista, ne in minima quidem parte comparari possit. Est autem differentia, utrum usus mathematicarum in scientia Physica

Vemos que para la conciencia científica y filosófica de la época —Buonamici y Marzoni no hacen más que explicar la *communis opinio*— la oposición, o mejor, la línea divisoria entre el aristotélico y el platónico es perfectamente clara. Si reivindicamos para las matemáticas un estatuto superior, si además le atribuimos un valor real y una posición decisiva en física, somos platónicos. Si, por el contrario, vemos en las matemáticas una ciencia abstracta, así, pues, de menos valor que aquellas —física y metafísica— que tratan del ser real; si particularmente sostenemos que la física no necesita ninguna otra base que la experiencia y debe edificarse directamente sobre la percepción, que las matemáticas deben contentarse con el papel secundario y subsidiario de un simple auxiliar, somos aristotélicos.

De lo que se trata aquí no es de la certeza —ningún aristotélico ha puesto en duda la certeza de las proposiciones o de demostraciones geométricas—, sino del ser; ni siquiera del empleo de las matemáticas en física —ningún aristotélico ha negado nunca nuestro derecho a medir lo que es mensurable y a contar lo que es numerable—, sino de la estructura de la ciencia y, por tanto, de la del ser.

Tales son las discusiones a las que Galileo hace continuamente alusión a lo largo de este *Diálogo*. De este modo, al principio, Simplicio, el aristotélico, subraya que en lo que concierne a las cosas naturales, no tenemos siempre obligación de buscar la necesidad de demostraciones matemáticas⁵⁴. A lo que Sagredo, que se da el gusto de no comprender a Simplicio, replica: «Naturalmente, cuando no podéis alcanzarlo. Pero si pudérais, ¿por qué no?» Naturalmente. Si es posible en cuestiones relativas a las cosas de la naturaleza alcanzar una demostración provista de rigor matemático, ¿por qué no habría-

tantum ratio probandi et medius terminus demonstrationum sit oportet, vel inopportunus, id est, an utilitatem aliquam afferat, vel potius detrimentum et damnum. Creditit Plato mathematicas ad speculationes physicas aptissime esse accommodatas. Quapropter passim eas adhibet in reserandis mysteriis physicis. At Aristoteles omnino secus sentire videtur, errorisque Platonis adscribet amori Mathematicarum... Sed si quis voluerit, hanc rem diligentius considerare, forsan, et Platonis impressionem inveniet, videbit Aristotelem in nonnullis errorum scopulis impigisse, quod quibusdam in locis Mathematicas demonstrationes proprio consilio valde consentaneas, aut non intellexerit, aut certe non adhibuerit. Utramque conclusionem, quarum prima ad Platonis tutelam attinet, secunda errores Aristotelis; ob Mathematicas male reiectas profertur, brevissime demonstrabo.»⁵⁴ Cf. Galileo Galilei, *Diálogo sopra i due massimi sistemi del mondo*, Opere, Ed. Naz., VII, 38; cf. p. 256.

mos de intentar hacerlo? Pero ¿es posible? Aquí tenemos exactamente el problema, y Galileo, en el margen del libro, resume la discusión y expresa el verdadero pensamiento del aristotélico: «En las demostraciones relativas a la naturaleza —dice—, no hay que buscar la exactitud matemática.»

No se debe. ¿Por qué? Porque es imposible. Porque la naturaleza del ser físico es cualitativa y vaga. No se conforma con la rigidez y precisión de los conceptos matemáticos. Pertenecen siempre al «poco más o menos». Así, pues, como el aristotélico nos explicará más tarde, la filosofía, que es la ciencia de lo real, no necesita examinar los detalles ni recurrir a las determinaciones numéricas al formular sus teorías del movimiento; todo lo que debe hacer es enumerar sus principales categorías (natural, violento, rectilíneo, circular) y describir sus rasgos generales, cualitativos y abstractos⁵⁵.

El lector moderno está probablemente lejos de estar convencido de ello. Encuentra difícil admitir que «la filosofía» haya tenido que contentarse con una generalización abstracta y vaga y no intentar establecer leyes universales, precisas y concretas. El lector moderno no conoce la verdadera razón de esta necesidad, pero los contemporáneos de Galileo la conocían muy bien. Sabían que la cualidad, tanto como la forma, siendo por naturaleza no matemática, no podía ser analizada en términos matemáticos. La física no es geometría aplicada. La materia terrestre no puede nunca enseñar figuras matemáticas exactas; las «formas» no la «informan» nunca completa y perfectamente. Siempre queda una distancia. En los cielos, por supuesto, no ocurre lo mismo; por consiguiente, la astronomía matemática es posible. Pero la astronomía no es la física. Que esto se le haya escapado a Platón es precisamente su error, y el de sus partidarios. Es inútil intentar edificar una filosofía matemática de la naturaleza. La empresa está condenada incluso antes de empezar. No conduce a la verdad, sino al error.

«Todas estas sutilezas matemáticas —explica Simplicio— son verdaderas *in abstracto*. Pero, aplicadas a la materia sensible y física no funcionan»⁵⁶. En la verdadera naturaleza no hay ni círculos, ni triángulos, ni líneas rectas. Es inútil, pues, aprender el lenguaje de las figuras matemáticas: el libro de la naturaleza no está escrito en ellas, a pesar de Galileo y de Platón. Realmente, no sólo es inútil; es peligroso: cuanto más se acotumbra el espíritu a la precisión y rigidez del pensamiento

⁵⁵ Cf. *Diálogo*, p. 242.

⁵⁶ *Ibid.*, p. 229, p. 423.

geométrico, menos capaz será de captar la diversidad móvil, cambiante, cualitativamente determinada del ser.

Esta actitud del aristotélico no tiene nada de ridícula⁵⁷. A mí, por lo menos, me parece perfectamente sensata. No se puede establecer una teoría matemática de la cualidad, objeto Aristóteles a Platón; ni siquiera del movimiento. No hay movimiento en los números. Pero *ignorato motu, ignoratur natura*. El aristotélico de la época de Galileo podía añadir que el más grande de los platónicos, el mismo Arquímedes⁵⁸ el *divino*, no pudo nunca elaborar más que una estática. No una dinámica. Una teoría del reposo. No del movimiento.

El aristotélico tenía toda la razón. Es imposible obtener una deducción matemática de la cualidad. Sabemos bien que Galileo, como Descartes un poco más tarde, y por la misma razón, se vio obligado a suprimir la noción de cualidad, a declararla subjetiva, a expulsarla del ámbito de la naturaleza⁵⁹. Lo que implica al mismo tiempo que se vio obligado a suprimir la percepción de los sentidos como fuente de conocimiento y a declarar que el conocimiento intelectual, e incluso *a priori*, es nuestro solo y único medio de aprehender la esencia de lo real. En cuanto a la dinámica y a las leyes del movimiento, el *posse* no debe ser probado más que por el *esse*; para demostrar que es posible establecer las leyes matemáticas de la naturaleza, hay que hacerlo. No hay otro medio, y Galileo es perfectamente consciente de ello. Así, pues, es dando soluciones matemáticas a problemas físicos concretos —el de la caída de los cuerpos, el del movimiento de un proyectil— como lleva a Simplicio a confesar que «querer estudiar problemas de la naturaleza sin matemáticas, es intentar algo que no puede ser hecho».

Me parece que podemos ahora comprender el sentido de este texto significativo de Cavalieri, que, en 1630, escribe en su *Specchio istorico*: «Todo lo que aporta (añade) el conocimiento de las ciencias matemáticas que las célebres escuelas de los pitagóricos y los platónicos consideraban como supremamente necesario para la comprensión de las cosas físicas, aparecerá claramente pronto, espero, con la publicación de la nueva cien-

⁵⁷ Como se sabe, fue la de Pascal e incluso de Leibniz.

⁵⁸ Vale quizás la pena señalar que para toda la tradición doxográfica, Arquímedes es un *philosophus platonicus*.

⁵⁹ Cf. E. A. Burtt, *The metaphysical foundations of modern physical science*, Londres y Nueva York, 1925.

cia del movimiento prometida por este maravilloso verificador de la naturaleza, Galileo Galilei»⁶⁰.

Comprendemos también el orgullo de Galileo el platónico, que en sus *Discorsi e dimostrazioni* anuncia que «va a promover una ciencia completamente nueva a propósito de un problema muy antiguo» y que probará algo que nadie ha probado nunca hasta entonces, es decir, que el movimiento de la caída de los cuerpos está sujeto a la ley de los números⁶¹. El movimiento gobernado por números; la objeción aristotélica se enfrentaba por fin refutada.

Es evidente que para los discípulos de Galileo, lo mismo que para sus contemporáneos y antepasados, matemática significa platonismo. Por consiguiente, cuando Torricelli nos dice «que entre las artes liberales sólo la geometría ejercita y aguza el espíritu y lo hace capaz de ser un adorno de la ciudad en tiempos de paz y de defenderla en tiempos de guerra», y que, «*caeteris paribus*, un espíritu adiestrado en la gimnasia geométrica está dotado de una fuerza completamente particular y viril»⁶², no se muestra sólo discípulo auténtico de Platón, sino que se reconoce y proclama como tal. Al hacer esto, sigue siendo un fiel discípulo de su maestro Galileo, que en su *Respuesta a los ejercicios filosóficos*, de Antonio Rocco, se dirige a este último diciéndole que juzgue por sí mismo el valor de dos métodos rivales —el método puramente físico y empírico, y el matemático—, y añade: «Decidid al mismo tiempo quién razonó mejor: Platón, que dijo que sin matemáticas no se podría

⁶⁰ Bonaventura Cavalieri, *Lo specchio istorico ovvero trattato delle settioni coniche e alcuni loro mirabili effetti intorno al lume, etc.*, Bolonia, 1632, pp. 152 ss.: «Ma quanto vi aggiunga la cognitione delle scienze matematiche, giudicate da quelle famosissime scuole de Pittagorici et de «Platonici» sommanente necessarie per intendere le cose Fische, spero in breve sarà manifesto, per la nuova dottrina del moto promessaci dall'esquisitissimo Saggiatore della Natura, dico dal Sig. Galileo Galilei, ne suoi Dialoghi...»

⁶¹ Galileo Galilei, *Discorsi e dimostrazioni matematiche in torno a due nuove scienze, Opere*, Ed. Naz., VIII, p. 190: «Nullus enim, quod sciam, demonstravit, spatia a mobile descendente ex quiete peracta in temporibus aequalibus, eam inter se retinere rationem, quam habent numeri imparis ab unitate consequentes.»

⁶² Evangelista Torricelli, *Opera geometrica*, Florencia, 1644, II, p. 7: «Sola enim Geometria inter liberales disciplinae acriter excutit ingenium, idoneumque reddit ad civitates adornandas in pace et in bello defendendas: caeteris enim paribus, ingenium quod exercitatum sit in geometrica palestra, peculiare, quoddam et virile robur habere solet: praestabitque semper et antecelleat, circa studia Architecturae, rei bellicae, nauticaeque, etc.»

aprender filosofía, o Aristóteles, que hizo a este mismo Platón el reproche de haber estudiado demasiada geometría.⁶³

Acabo de llamar a Galileo platónico. Creo que nadie pondrá en duda que lo sea⁶⁴. Además, lo dice él mismo. En las primeras páginas del *Dialogo*, Simplicio hace la observación de que Galileo, siendo matemático, experimenta probablemente simpatías por las especulaciones numéricas de los pitagóricos. Esto permite a Galileo declarar que los considera totalmente desprovistos de sentido y decir al mismo tiempo:

Sé perfectamente que los pitagóricos tenían la más alta estima por la ciencia de los números, y que Platón mismo admiraba la inteligencia del hombre y creía que éste participa en la divinidad por la única razón de que es capaz de comprender la naturaleza de los números. Yo mismo me siento inclinado a emitir el mismo juicio⁶⁵.

¿Cómo habría podido tener una opinión diferente, él que creía que en el conocimiento matemático el espíritu humano alcanza la perfección misma del entendimiento divino? ¿No dice que «bajo la relación de la *extensión*, es decir, en atención a la multiplicidad de las cosas que hay que conocer, que es infinita, el espíritu humano es como nada (aunque comprendiera un millar de proposiciones, porque un millar comparado

⁶³ Galileo Galilei, *Esercitazioni filosofiche di Antonio Rocco, Opere*, Ed. Naz., VII, p. 744.

⁶⁴ El platonismo de Galileo ha sido más o menos claramente reconocido por algunos historiadores modernos de las ciencias y de la filosofía. Así, el autor de la traducción alemana del *Dialogo* subraya la influencia platónica (doctrina de la reminiscencia) en la forma misma del libro (cf. G. Galilei, *Dialog über die beiden hauptsächlichsten Weltssysteme, aus dem italienischen übersetzt und erläutert von E. Strauss*, Leipzig, 1891, p. xlix); E. Cassirer, *Das Erkenntnisproblem in der Philosophie und Wissenschaft der neueren Zeit*, 2.ª ed., Berlin, 1911, I, pp. 389 ss., insiste en el platonismo de Galileo en su ideal del conocimiento; L. Olshchki, *Galileo und seine Zeit*, Leipzig, 1927, habla de «la visión platónica de la naturaleza» de Galileo, etc. Es E. A. Burtt, *The metaphysical foundations of modern physical science*, Nueva York, 1925, quien mejor ha expresado en mi opinión el trasfondo metafísico de la ciencia moderna (el matemático 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. El mismo error, pecado venial en el caso de Burtt, fue cometido por su crítico, E. W. Strong, *Proceedures and metaphysics*, Berkeley, Cal., 1936, y en su caso fue pecado mortal. Sobre la distinción de los dos platonismos, cf. L. Brunschvicg, *Les étapes de la philosophie mathématique*, París, 1922, pp. 69 ss., y *Le progrès de la conscience dans la philosophie occidentale*, París, 1931, pp. 37 ss.

⁶⁵ *Dialogo*, p. 35.

con el infinito es como cero): pero bajo la relación de la *intensidad*, es decir, perfectamente, una proposición dada, digo que el espíritu humano comprende algunas proposiciones tan perfectamente y con una certeza tan absoluta como la naturaleza misma pueda tener; a este género pertenecen las ciencias matemáticas puras, es decir, la geometría y la aritmética de las que incluso el intelecto divino conoce, por supuesto, infinitamente más proposiciones, por la sencilla razón de que las conoce todas; pero en cuanto al pequeño número que comprende el espíritu humano, creo que nuestro conocimiento iguala al conocimiento divino en certeza objetiva porque logra comprender sin necesidad, más allá de la cual no parece que pueda existir una certeza mayor?⁶⁶

Galileo habría podido añadir que el entendimiento humano es una obra de Dios tan perfecta que *ab initio* está en posesión de estas ideas claras y simples cuya simplicidad misma es una garantía de verdad, y que le basta para volverse hacia él mismo para encontrar en su «memoria» los verdaderos fundamentos de la ciencia y del conocimiento, el alfabeto, es decir, los elementos del lenguaje —el lenguaje matemático— que habla la naturaleza creada por Dios. Hay que encontrar el verdadero fundamento de una ciencia *real*, una ciencia del mundo *real*, no de una ciencia que sólo llega a la verdad puramente formal, la verdad intrínseca del razonamiento y de la deducción matemáticos, una verdad que no esté afectada por la no existencia, en la naturaleza, de los objetos que estudia; es evidente que Galileo no se contentaría, como tampoco Descartes, con tal sucedáneo de ciencia y de conocimiento reales.

A propósito de esta ciencia, verdadero conocimiento «filosófico» que es conocimiento de la esencia misma del ser, Galileo proclamaba: «Y yo os digo que si alguien no conoce la verdad por sí mismo, es imposible que cualquiera le dé este conocimiento. Efectivamente, es posible enseñar las cosas que no son ni verdaderas ni falsas, pero las verdaderas, con lo que yo entiendo las cosas necesarias, es decir, las que no pueden ser de otro modo, toda mediana inteligencia las conoce por sí misma, o no puede comprenderlas nunca»⁶⁷. Seguramente. Un platónico no puede tener una opinión distinta, puesto que, para él, conocer no es otra cosa que comprender.

⁶⁶ *Dialogo*, p. 128 ss.

⁶⁷ *Dialogo*, p. 183.

En las obras de Galileo, las alusiones tan numerosas a Platón, la mención repetida de la mayéutica socrática y de la doctrina de la reminiscencia, no son adornos superficiales que provienen del deseo de amoldarse a la moda literaria surgida del interés que siente por Platón el pensamiento del Renacimiento. Tampoco están encaminadas a ganar para la nueva ciencia la simpatía del «lector medio» cansado y aquejado por la aridez de la escolástica aristotélica, ni a revestirse contra Aristóteles de la autoridad de su maestro y rival, Platón. Muy al contrario, estas alusiones son perfectamente serias y deben ser tomadas tal cual. De este modo, para que nadie pueda tener la mínima duda en cuanto a su punto de vista filosófico, Galileo insiste⁶⁸:

SALVIATI: La solución del problema en cuestión implica el conocimiento de algunas verdades que conocéis tan bien como yo. Pero como no os acordáis, no vais esta solución. De este modo, sin enseñaros, porque las conocéis ya, por el sólo hecho de recordaroslas, os haré resolver el problema a vos mismo.

SIMPLICIO: Muchas veces me he asombrado al ver vuestro modo de razonar que me hace pensar que os inclináis hacia la opinión de Platón, *nostrum scire sit quoddam reminisci*, os lo suplico, libradme de esta duda y decidme vuestro propio pensamiento.

SALVIATI: Lo que pienso de esta opinión de Platón, puedo explicarlo con palabras y también con hechos. En los argumentos adelantados hasta aquí, de hecho me he pronunciado ya más de una vez. Ahora quiero aplicar el mismo método a la investigación en curso, investigación que puede servir de ejemplo para ayudaros a comprender más fácilmente mis ideas en cuanto a la adquisición de la ciencia...

La investigación «en curso» no es más que la deducción de las proposiciones fundamentales de la mecánica. Sabemos que Galileo juzga haber hecho algo más que declararse simplemente adepto y partidario de la epistemología platónica. Además, al aplicar esta epistemología, al descubrir las verdaderas leyes de la física, al hacerlas deducir por Sagredo y Simplicio, es decir, por el lector mismo, por nosotros, cree haber demostrado la verdad del platonismo «realmente». El *Dialogo* y los *Discorsi* nos dan la historia de una experiencia intelectual, de una experiencia concluyente, puesto que termina con la confesión llena de lamentos del aristotélico Simplicio, que reconoce la necesidad de estudiar las matemáticas y lamenta no haberlas estudiado él mismo en su juventud.

⁶⁸ *Ibid.*, p. 217.

El *Dialogo* y los *Discorsi* nos cuentan la historia del descubrimiento, o mejor aún, del redescubrimiento del lenguaje que habla la naturaleza. Nos explican el modo de interrogarla, es decir, la teoría de esta experimentación científica en la que la formulación de los postulados y la deducción de sus consecuencias preceden y guían el recurso a la observación. Esto también, por lo menos para Galileo, es una prueba «de facto». La ciencia nueva es para él una prueba experimental del platonismo.