

LOS RETOS DE LA FILOSOFÍA MECÁNICA EN EL SIGLO XVII: EL CASO DE DESCARTES

SOPHIE ROUX

Centro Alexandre Koyré, París.

INTRODUCCIÓN

En las *Conversaciones sobre la pluralidad de los mundos*¹, publicada en 1686, Fontenelle imagina que corteja a una marquesa enseñándole los secretos de la Naturaleza. Desde el principio le explica que la contemplación de la Naturaleza es como asistir a la Ópera: te complace lo que ves en escena aun sin saber lo que ocurre tras el escenario y entre bastidores. Si los filósofos estuvieran en la platea, podrían querer saber más y averiguar, por ejemplo, las causas del vuelo de Faetón surcando el aire. En la Antigüedad, esos espectadores filosóficos solían alegar que dicho vuelo se debía a alguna virtud oculta, o a que Faetón estaba hecho de números que le permitían volar, o incluso a que Faetón tenía cierta afinidad con la parte alta del teatro. Pero, continúa Fontenelle, todas esas explicaciones están obsoletas. Descartes y otros filósofos modernos fueron a la misma ópera y dijeron que Faetón se eleva mediante cuerdas, pesos y poleas. Y actualmente todo el mundo cree que un cuerpo no se mueve excepto si es movido o empujado por otro cuerpo; ahora nadie pre-

¹ Bernard le Bovier de Fontenelle, op. Cit., tomo II, p. 11



tendería que un cuerpo suba o baje sin mostrar el contrapeso o el resorte mediante el que tal movimiento ocurre. En este punto la marquesa interrumpe a Fontenelle y caracteriza ese nuevo modo de explicar las cosas:

«En ese caso, dijo la marquesa, ¿no se ha vuelto muy mecánica la filosofía? Tan mecánica, respondí, que temo que más tarde o más temprano nos avergonzaremos de ello. Se afirma que el universo a gran escala es como un reloj a pequeña escala, y que todo ocurre mediante movimientos regulados, dependientes de la disposición de las partículas de la materia.»

Con un estilo apropiado para entretener a una marquesa, Fontenelle ha captado ahí las tesis características de la filosofía «mecánica» o «corpúscular» de entonces. Un cuerpo no se puede mover salvo por contacto con otro cuerpo en movimiento, el mundo es un reloj; todo fenómeno natural resulta del movimiento de las partículas materiales. Las propias expresiones de «filosofía mecánica» o «corpúscular» habían sido forjadas por Robert Boyle más de veinte años antes, y como él mismo explica, se refieren a algo más antiguo que ellas. En *Algunos ejemplos de un intento para hacer los experimentos químicos útiles para ilustrar los movimientos de la filosofía corpúscular*, escrito probablemente a mitad de los años cincuenta y publicado en 1661, Boyle explica que la filosofía cartesiana y la filosofía atomista de Gassendi deben emparejarse, pues tienen dos cosas en común: primera, que ambas desean explicar los fenómenos inteligibles «mediante corpúsculos con figuras diversas y movimientos diversos»; segunda, que ambas quieren defender la religión cristiana. Permítanme citar este pasaje:

«Que ambas partes coinciden en deducir todos los fenómenos de la Naturaleza a partir de la materia y el movimiento local; consideraba que a pesar de que esas cosas diferían entre los atomistas y los cartesianos, podemos pensar que coinciden en lo fundamental, y sus hipótesis pueden ser contempladas como una misma filosofía por una persona de disposición conciliadora. Porque lo que explica las cosas mediante corpúsculos, o cuerpos diminutos, puede (sin mayor inconveniente) ser llamado corpúscular; aunque a veces la denomino la filosofía fenicia, porque algunos autores antiguos nos informan de que, no sólo antes de Epicuro y Demócrito, sino incluso antes de que Leucipo enseñara en Grecia, un naturalista fenicio (Moschus) solía explicar los fenómenos de la Naturaleza mediante el movimiento y otras carac-



terísticas de las partículas minúsculas de materia. Porque son obvias y muy potentes en los artilugios mecánicos a veces también las llamo las hipótesis mecánicas de la filosofía².»

Durante mucho tiempo los historiadores de la ciencia coincidieron con Boyle y Fontenelle en contraponer el aristotelismo escolástico antiguo y la nueva filosofía mecánica, e incluso vieron en esta última un componente necesario de la Revolución Científica. Desde hace algunos años, sin embargo, se ha empezado a poner en duda la categoría de «filosofía mecánica» como cajón de sastre.

En primer lugar, se ha hecho notar que es muy difícil, imposible quizás, construir una categoría que incluya textos tan diferentes como los de Pierre Gassendi, René Descartes, Thomas Hobbes, Marin Mersenne, Constantin Huygens, Wilhelm Leibniz, Robert Boyle y Robert Hooke, por citar sólo los autores más famosos entre los llamados «filósofos mecánicos». La cuestión no es simplemente que por definición cada autor es distinto de los otros, sino que además, las fronteras entre los «filósofos mecánicos» y algunos reformadores del aristotelismo no siempre están claras, aparte de las fronteras que haya podido haber entre los defensores de la «filosofía mecánica». Por poner un ejemplo, debido a su relación con Francis Bacon los «filósofos mecánicos» ingleses tienen una propensión experimentalista sin equivalente en Francia.

Más aún, se ha señalado que la propia definición de filosofía mecánica no está tan clara. ¿Consiste la filosofía mecánica en explicar los fenómenos mediante las configuraciones y movimientos de átomos o corpúsculos? ¿Es una teoría desarrollada sobre la noción clave de acción por contacto? ¿O por la creencia en leyes del movimiento o leyes necesarias de la Naturaleza? ¿O incluso por la distinción entre cuerpo y alma, con la consiguiente exclusión de lo espiritual y lo inmaterial de la Física? Cada una de estas definiciones es distinta de las demás, aunque cada una de ellas sea una posible candidata para ser incluida bajo el paraguas de la «filosofía mecánica».

La actualidad del criticismo acerca de las posibles definiciones de la filosofía mecánica no es la única. También hay dudas sobre la relación precisa entre la filosofía mecánica y la nueva ciencia de la mecánica. Que hay algún tipo de relación es indudable. A pesar de compartir nombre –lo cual es casi

² Obras, ed. Hunter & Davis, vol. 2, p. 87



siempre significativo— es muy sorprendente que ambas, filosofía mecánica y ciencia mecánica, se desarrollaran a la vez. Desde un punto de vista lógico, la ciencia de la mecánica, que establece leyes de la mecánica, debería haber sido el fundamento de la filosofía mecánica, que asevera que todos los fenómenos pueden reducirse a movimientos diversos de partículas diversas. La duda recae más bien sobre la relación precisa entre la filosofía mecánica y la ciencia de la mecánica. Por decirlo sin rodeos, esa relación ha sido analizada de tres modos diferentes:

1. Marie Boas, en un artículo titulado «La fundación de la Filosofía Mecánica» y Robert Lenoble en su libro sobre Mersenne han afirmado que la filosofía mecánica y su corte de corpúsculos pusieron los fundamentos ontológicos de la ciencia de la mecánica. Esto significa una evaluación bastante positiva del papel jugado por la filosofía mecánica, al menos si se considera que toda física implica una ontología, que define explícitamente de qué tipo de entidades se ocupa dicha física.

2. Un análisis completamente distinto fue sugerido por Canguilhem en su artículo «¿Qué es una ideología científica?», donde toma el atomismo del siglo XVII como ejemplo de lo que denomina «una ideología científica», según él, un parásito de la ciencia: consiste en extender un concepto, un modelo o una teoría que han sido forjados en un contexto científico concreto a terrenos donde su uso no es legítimo. El corpuscularismo del siglo XVII sería ese parásito de la ciencia mecánica, porque pretende extender a todos los dominios, incluido el de la vida, conceptos procedentes de la ciencia del movimiento.

3. Entre las interpretaciones extremas de Boas y Canguilhem, algunos historiadores como Alexandre Koyré o Richard Westfall han sugerido que la ciencia moderna se desarrolló gracias a la tensión dialéctica entre el deseo de matematizar los fenómenos —ilustrado por la ciencia de la mecánica— y el deseo de mecanizar el mundo, apreciable en la filosofía mecánica. Según ellos, esa tensión se habría resuelto con la obra de Newton.

En mi opinión, la relación entre filosofía mecánica y ciencia de la mecánica no puede elucidarse en términos tan generales. Pienso más bien que es una cuestión que debe ser considerada caso por caso. Por consiguiente, los invito hoy a trabajar en un caso particular, el de Descartes. No es un caso típico: no creo que las conclusiones que saquemos de él puedan extenderse a otros físicos del siglo XVII. Sin embargo, es un caso muy interesante. La mecánica cartesiana tiene al menos dos aspectos: por una parte, tenemos la famosa tesis cartesiana según la cual no hay diferencia entre física y mecáni-



ca; por otra parte, encontramos respuestas a cuestiones mecánicas, sobre todo en su correspondencia, y aquí «mecánica» remite a la ciencia de la mecánica. O sea, en el corpus cartesiano hay elementos tanto de filosofía mecánica como de ciencia mecánica, lo que lo convierte en un sitio interesante para indagar sobre la relación entre ambas.

Para analizar esa relación procederé del siguiente modo. Primero estudiaré cómo se desarrolla en la obra cartesiana la tesis de que no hay diferencia entre física y mecánica. Después caracterizaré la singularidad de la práctica cartesiana de la mecánica. Finalmente mostraré que la noción cartesiana de pesantez envuelve un conflicto entre la filosofía mecánica y la práctica de la mecánica.

1. LA TESIS CARTESIANA: NO HAY DIFERENCIA ENTRE FÍSICA Y MECÁNICA

Para comprender cómo desarrolló Descartes esta tesis seguiré un itinerario cronológico, distinguiendo tres períodos:

1. El punto de partida es el período entre 1619 y 1629, cuando intercambió cuestiones, problemas y respuestas con Isaac Beeckman. Por entonces, Descartes practicaba la mecánica sin pretender reformar la física aristotélica.

2. El segundo período corresponde al final de los años veinte y principio de los treinta, cuando escribió las *Reglas para la dirección del espíritu* y *El Mundo*. Fue entonces cuando elaboró el proyecto de hacer la física tan cierta como la geometría y reformarla de arriba abajo.

3. El tercer período comienza cuando escribe el *Discurso del Método* y los *Ensayos*. Por ese tiempo, afirmaba que su física era mecánica y tal afirmación hay que remitirla a su filosofía mecánica.

1. La amistad intelectual entre Descartes y Beeckman, iniciada en 1618 y renovada en 1629, se basó en el intercambio de problemas singulares. La mayor parte de esos problemas estaban relacionados con la música, y algunos de ellos con la mecánica, como por ejemplo, por qué una peonza girando permanece derecha, o cuál es el incremento de velocidad de una piedra que cae, suponiendo que el movimiento se conserva una vez adquirido, o cuánto pesa el agua en distintos recipientes. Cuando se le da un nombre a estas cuestiones a veces es «mecánica» y a veces «física matemática». Cualquiera que haya sido el origen y difusión de esta última expresión, se estaba haciendo usual a



principios del XVII para referirse a la práctica de la matemática aplicada. Habiéndose introducido el razonamiento matemático en ciertas partes de la filosofía natural, como la astronomía, la música, la óptica y la mecánica, Aristóteles las describió como parcialmente físicas y parcialmente matemáticas. Estas ciencias, más tarde conocidas como «ciencias aplicadas», eran muy apreciadas en el siglo XVI, incluso por los llamados «escolásticos»; sin embargo, nunca supusieron un criticismo de las nociones tradicionales de la física, sencillamente porque se distinguían claramente de ella. Es decir, la mecánica y la filosofía natural son, según los aristotélicos del siglo XVI, ciencias contemplativas que tratan sobre la naturaleza material (o sea, los móviles y los graves), pero difieren al menos en dos aspectos: la mecánica trata sus objetos de manera matemática, mientras que la filosofía natural no; la mecánica concierne primariamente a los movimientos violentos, la filosofía natural a los movimientos naturales.

La cuestión es cómo situar al joven Descartes respecto a esta tradición, que ciertamente deja un espacio para las matemáticas en la física, pero un espacio cuidadosamente demarcado. Es verdad que él se ocupa de los movimientos sin hacer ninguna diferencia entre si son naturales o violentos, y que asume que los fenómenos naturales pueden explicarse mediante mecanismos artificiales. Pero Descartes no se pronuncia explícitamente contra la distinción entre movimientos naturales y violentos ni entre cosas naturales y artificiales. Ni tampoco aduce que haya que construir la física sobre nuevas bases. Su actitud general es la de no preocuparse por establecer un sistema, ni por la orientación ontológica de las nociones que usa. Esto es particularmente sorprendente en lo que concierne a temas sobre los que posteriormente sostendrá tesis firmes: supone la existencia del vacío y de una gravedad inherente a los cuerpos, sin investigar si realmente existe tal vacío o gravedad; menciona ocasionalmente «átomos de agua» sin especificar si son entidades hipotéticas usadas por mor del razonamiento matemático o componentes concretos del agua. Dicho de otro modo, durante este primer período Descartes usaba las matemáticas conforme a la práctica de las ciencias aplicadas, lo usual en su tiempo.

2. Entre finales de los años 20 y los primeros 30 Descartes decidió reformar la filosofía natural de arriba abajo, para conferirle certeza. Darle certeza a la física le condujo a cultivar, junto a la geometría abstracta normal, una geometría que se ocupaba de los fenómenos naturales, y a reducir la física a la geometría. No deberíamos creer que tales formulaciones se refieren a la introducción de proporciones matemáticas, a algún tipo de razonamiento *more*



geometrico, o a la abstracción y simbolización en sentido moderno. Para Descartes, se refieren a la emergencia de una ontología bien fundada. Según él, la física de entonces era incierta, porque se había añadido a su objeto de estudio todo tipo de entidades superfluas y oscuras; debería ser fácil elaborar una física segura si se contemplara su objeto puro y desnudo. Se constataría entonces que ese objeto es el mismo que el de las matemáticas, es decir, la materia o extensión indefinida, que siempre es la misma, aunque pueda diversificarse en una variedad de formas, tamaños y movimientos. Y en consecuencia, tendríamos la misma relación con ambos, el objeto de la física y el de las matemáticas, o sea, una relación de evidencia intuitiva, que nos permitiría detectar cualquier error fácilmente.

Al igual que la identidad entre física y matemáticas, Descartes podría haber afirmado la identidad entre física y mecánica. Sin embargo, no lo hizo y yo conjeturo que fue precisamente porque para él lo más importante en ese momento era exigir certeza a la filosofía natural. Y desde luego, la geometría tenía mejor reputación que la mecánica en lo concerniente a la certeza. Para Descartes, como para la mayoría de sus contemporáneos, «mecánico» estaba asociado a diversas connotaciones peyorativas, como empiricidad, por referencia a los artesanos fabricantes de instrumentos y máquinas, lo cual se opone a la exactitud de la geometría, pudiendo implicar, incluso, falta de sentido y zafiedad. Considerando por un lado su ideal de certeza, y por otro, las connotaciones peyorativas ligadas al término «mecánica», es sorprendente que en algún momento a finales de los años 30, Descartes empezara finalmente a afirmar que la física es mecánica.

3. La cronología me hace pensar que ese cambio fue promovido, sobre todo, por una circunstancia peculiar, a saber, la carta que Liber Fromondus, profesor de filosofía en Lovaina, dirigió a Descartes en septiembre de 1637, después de haber leído el *Discurso del Método* y los *Ensayos*. Fromondus culpa a Descartes por ser tan vulgar, grosero, rudo, en una palabra, «mecánico». En su respuesta Descartes admite todos esos calificativos; a la vez aclara que su filosofía vulgar triunfa donde otras filosofías más sutiles han fallado. Más aún, invierte el valor negativo del término «mecánica»:

«Si mi filosofía le parece excesivamente tosca porque considera formas, tamaños y movimientos, como ocurre en la mecánica, está condenando lo que creo que merece alabanza por encima de todas las cosas y de lo que estoy especialmente orgulloso. Me sorprende que no



haya notado que la mecánica usada hasta ahora no es sino una pequeña parte de la física verdadera, y que se instaló entre los matemáticos porque no encontró sitio entre los partidarios de la filosofía corriente. Pero esta parte de la filosofía permanece más verdadera y menos corrupta que otras: puesto que se relaciona con el uso y la práctica, aquellos que se meten en ella están preparados para sufrir pérdidas económicas. Así que si pretende minimizar mi modo de filosofar porque le parece mecánico, me parece como si quisiera minimizarlo porque es verdadero³.»

Como ya he dicho, Descartes era perfectamente consciente de las connotaciones peyorativas ligadas al término «mecánico». Sin embargo, aquí introduce connotaciones totalmente positivas y sugiere extender los procedimientos permitidos en la mecánica al conjunto de la física. Creo que lo que legitima esa extensión es la noción clave de leyes del movimiento, o principios de conservación del movimiento. Según Descartes, el núcleo de la física, así como el de la mecánica, es las «reglas del movimiento», «leyes de la mecánica», «leyes de la física» y «leyes de la naturaleza», expresiones que a menudo presenta emparejadas, para indicar que son equivalentes. La consecuencia fundamental de la identidad de las leyes de la naturaleza y las leyes del movimiento es que no hay ley de la naturaleza que no sea ley del movimiento; en otras palabras, que las reglas del movimiento son suficientes para explicar todos los fenómenos naturales.

«Podría añadir unas pocas reglas para determinar en particular cuándo, cómo y desde cuánto el movimiento de cualquier cuerpo puede diverger, aumentar o disminuir cuando encuentra otros cuerpos, lo que incluye todos los efectos de la Naturaleza⁴.»

Estos efectos, explicables por unas pocas reglas del movimiento, son especialmente las llamadas cualidades secundarias –colores, olores, sonidos y sabores– pero asimismo cualidades como el peso, la liquidez o la dureza. La tesis cartesiana va tan lejos como para incluir los movimientos asignados tradicionalmente a las almas animales. O sea, que según Descartes, una teoría sólida de la percepción, así como una mecánica bien fundada o una biología

³ Descartes a Plemp para Froidmont, 3-X.37, A.T. I p. 430

⁴ *El Mundo*, cap. 7, en A.T. XI, p.47



fundamentada, tendrían sus raíces en una física liberada de todo aquello que no sea materia y movimiento; la materia –o extensión– y el movimiento –local– son las magnitudes básicas, según las que hay que explicar todo lo que yace bajo el sol. Esta tesis es el fundamento de lo que podemos llamar la filosofía mecánica cartesiana, aunque el propio Descartes no use tal expresión.

Podemos recapitular este breve panorama cronológico de los sucesivos significados de «mecánica» en las obras de Descartes del siguiente modo. Al principio, Descartes, al igual que muchos de sus contemporáneos, practicaba la mecánica como una ciencia aplicada. El deseo de una física segura le llevó a desechar esa práctica, y sólo algún tiempo después de esa ruptura tomó conciencia de que su física podía ser llamada tanto «mecánica» como «geométrica». Las razones para esta nueva apelación son dobles: era una respuesta provocativa al reproche de Fromondus de que su nueva física considerara sólo cosas materiales; y correspondía al hecho de que el núcleo de la nueva física es un conjunto de leyes del movimiento, que a la vez son leyes de la Naturaleza, y ello se ajustaba a la agenda de Descartes, a saber, encontrar primero las leyes del movimiento y luego usarlas para explicar todos los fenómenos naturales.

2. LA PRÁCTICA CARTESIANA DE LA MECÁNICA

Ahora me gustaría regresar a la práctica cartesiana de la mecánica que se puede encontrar en su correspondencia. Diré algo sobre qué se entendía por mecánica en la primera mitad del siglo XVII y luego caracterizaré, de modo primario, la práctica cartesiana de la mecánica.

1. Actualmente se define la mecánica como la ciencia del movimiento. No era así a principios del XVII: la mecánica se refería a distintos corpus de conocimiento y tradiciones, no integrados aún en una ciencia. En primer lugar, «mecánica» remitía al conjunto de tecnologías concernientes a la transformación de materiales y la construcción de edificios. En general, todo lo concerniente a la construcción de una máquina podía ser llamado «mecánico», y una máquina podía ser tanto una bomba como un carruaje, un sistema de poleas, un reloj, un cañón... Sin embargo, como ya he mencionado, «mecánica» se refería también a una ciencia aplicada, intermediaria entre las matemáticas y la física, como establecieron los aristotélicos. El objeto de esta ciencia era explicar las máquinas simples –la polea, la palanca, el tornillo, el plano



inclinado— y comprender cómo ellas podían mediante pequeñas fuerzas levantar grandes pesos. Había al menos dos tradiciones textuales envueltas en esta ciencia aplicada, la aristotélica y la arquimediana. El tratado pseudo-aristotélico *Cuestiones mecánicas* se caracteriza por un enfoque dinámico del equilibrio, que se analiza en relación con el movimiento posible de los brazos de una escala si el equilibrio se rompiera. En contraste con la tradición aristotélica, la arquimediana no apela al movimiento ni a la velocidad, sino que reposa en la elaboración matemática de la noción de centro de gravedad. En el Renacimiento italiano los textos aristotélicos y arquimedianos fueron recuperados, comentados y criticados por gente como Nicolás Tartaglia, Juan Bautista Benedetti, Guidobaldo del Monte y Galileo Galilei.

Hasta comienzos del siglo XVII el interés por la mecánica era sobre todo un asunto italiano y no se pueden encontrar en Francia muchos escritos sobre mecánica teórica. Alrededor de los años 30 se produjo un cambio en el círculo de Mersenne. A este respecto, 1634 debe considerarse un hito: Albert Girard publica una traducción francesa de las obras completas de Simon Stevin, y entre ellas, *La Estática o el arte de la ponderación*; Mersenne traduce al francés la *Mecánica* de Galileo y la publica por primera vez; Pierre Herigone publicó un Curso de Matemáticas bilingüe, franco-latino, incluyendo una parte sobre mecánica en el tercer tomo, que permaneció como referencia para la enseñanza en Francia durante el resto del siglo. Dos años después, Gilles Personne de Roberval escribió un breve *Tratado de Mecánicas*, que se publicó de modo independiente y fue incluido en la *Armonía universal* de Mersenne.

En ese contexto de reviviscencia de la mecánica Descartes escribió dos cartas que podemos considerar como pequeños tratados de mecánica. La primera es la *Explicación de las máquinas con cuya ayuda se puede levantar con poca fuerza una carga muy pesada*, escrita a petición de Constantino Huygens, que le fue enviada el 5 de octubre de 1637. Como indica el título, su propósito es típico de la ciencia de la mecánica: explicar las cinco máquinas simples. La segunda está dirigida a Mersenne el 13 de julio de 1638 y da una respuesta a la llamada cuestión geostática, es decir, la cuestión de si un cuerpo es más pesado cuando está más próximo al centro de la Tierra o más lejano. Esta cuestión geostática había sido planteada dos años antes por Jean de Beaugrand, y la mayor parte de los matemáticos del círculo de Mersenne, como Fermat, Desargues, Roberval, Etienne Pascal y Descartes sugirieron soluciones.



2. Sería demasiado largo exponer en detalle el contenido de esas cartas y prefiero insistir en lo que hay en ellas de característico de la mecánica cartesiana. Dos puntos mantienen a Descartes, si no aislado, lejos al menos del conjunto de los mecánicos: por una parte, su deseo de fundar la estática en un único principio; por otra, su compromiso de excluir de la estática las consideraciones de velocidad y tiempo.

a) En ambos tratados Descartes insiste en que todo lo que va a probar depende de un principio único y evidente.

«La invención de todas estas máquinas se basa sólo en un principio único, a saber, que la misma fuerza que puede levantar, por ejemplo, un peso de 100 libras a una altura de dos pies, puede también levantar un peso de 200 libras a una altura de un pie, o uno de 400 libras a medio pie, y así sucesivamente, tanto tiempo como se aplique la fuerza. Y este principio no puede dejar de aceptarse, considerando que el efecto debe ser siempre proporcional a la acción que es necesaria para producirlo»⁵.

En otras palabras, pesos y alturas se compensan entre sí, de modo que la misma fuerza F puede levantar un peso P_1 a una altura H_1 o un peso P_2 a una altura H_2 si $P_1 \times H_1 = P_2 \times H_2$

Desde luego que Descartes no fue el primero en introducir ciertas proporciones en la estática, y Galileo, hacía veinte años, había formulado un principio de compensación muy similar, según el cual lo que se gana en fuerza mediante una máquina se pierde en velocidad y tiempo. Sin embargo, Descartes es el primero en proponer una explicación de todas las máquinas mediante un principio único. Su intención ahí es realizar una axiomatización de la estática: reduce todo lo posible el número de principios, incluso si ello conlleva verse obligado a explicar ciertas máquinas de un modo muy artificial, especialmente la palanca.

El principio cartesiano es semejante a un axioma no sólo por su fecundidad, sino también por su evidencia. Descartes insiste en que es tan claro como que $1+1=2$ y que no necesita ninguna prueba empírica. La igualdad de las

⁵ Descartes a Huygens, 5-X-37, A.T. vol. I, p.434-435. Véase también Descartes a Mersenne, 13-VII-38, A.T. vol. II, p. 228.



fuerzas se infiere de la igualdad de los efectos, porque la fuerza se agota completamente en la producción de ciertos efectos (en este caso, levantar pesos). En cuanto a la igualdad de los efectos, se trata sencillamente de manipular cantidades en un espacio homogéneo: levantar una unidad de peso a lo largo de dos unidades de espacio es lo mismo que levantar dos unidades de peso a lo largo de una unidad de espacio, o para decirlo en términos geométricos, un rectángulo cuyos lados sean 2 y 1 es igual a un rectángulo cuyos lados sean 1 y 2.

b) La segunda característica de la estática cartesiana es que, aunque no se basa en la noción de centro de gravedad como en el caso de la tradición arquimediana, rehusa tomar en consideración el tiempo y la velocidad, contra lo que ocurría en la tradición aristotélica. Confrontado por sus corresponsales a la objeción de que debería haber tomado la velocidad, mejor que el espacio, como cantidad fundamental, Descartes alardeó más de una vez de que su decisión más inteligente había sido precisamente excluir la velocidad, aportando tres razones para ello.

La primera es que la velocidad revela sólo *quod ita sit*, el hecho, y no *cur ita sit*, la causa, como es el espacio: una fuerza dos veces mayor, dice, no genera necesariamente una velocidad dos veces mayor, aunque alguna vez ocurra por accidente. El principio que aquí se propone es clásico en la lógica aristotélica: de falsas premisas es posible obtener una conclusión verdadera, pero eso se aplica sólo al hecho, no a la causa. ¿Por qué considera Descartes que una proposición que implique a la velocidad constituye una premisa falsa? No dice nada explícito sobre la cuestión, pero mi conjetura es que opina que los movimientos virtuales no pueden ser la verdadera causa de un equilibrio, o sea, de una ausencia de movimiento. Esta conjetura me parece plausible porque es un tipo de argumento que está presente en Stevin y en otros adversarios arquimedianos de la tradición aristotélica.

La segunda línea de argumentación para excluir la velocidad es completamente diferente. Descartes afirma que se da una proporcionalidad exacta entre altura y fuerza, en el sentido de que una fuerza dos veces mayor levanta un cuerpo a una altura doble, pero que esa fuerza doble no levanta el cuerpo exactamente dos veces más rápido. O sea, explica que las variaciones de velocidad dependen de lo que resiste a la velocidad, en especial, del medio en el que se levanta el cuerpo. Aquí el punto de Descartes consiste básicamente en



que no tiene sentido analizar la conducta de los cuerpos como si estuvieran en el vacío, porque no existe el vacío en nuestro mundo. Los cuerpos se hallan siempre inmersos en un medio que modifica su conducta, especialmente porque ofrece resistencia a sus movimientos.

El tercer argumento que expone para excluir la velocidad es que la velocidad de un cuerpo pesado depende de su peso. Pero, añade, las variaciones de peso son demasiado complicadas de evaluar, por lo que es imposible decir algo con certeza sobre la velocidad de un cuerpo pesado. Tal declaración exige como mínimo una explicación, al ser emitida en la misma época en que Galileo formulaba y publicaba su ley de caída de los graves. Como veremos, es a este respecto y por entonces cuando la filosofía mecánica de Descartes entra en relación –conflictiva– con su práctica de la mecánica.

3. CIENCIA MECÁNICA *VERSUS* FILOSOFÍA MECANICISTA: EL PROBLEMA DEL PESO

Si recuerdan, en la primera parte expuse cómo, según Descartes, bastaban unas cuantas reglas del movimiento para explicar todos los fenómenos naturales, en particular, las llamadas cualidades secundarias (colores, olores, sonidos y sabores), pero también cualidades como el peso, la liquidez o la dureza. Él pensaba que el peso no es un principio inherente a los cuerpos naturales, sino un efecto a deducir de causas conectadas a las leyes mediante las que el movimiento se transfiere de un cuerpo a otro, sin ninguna acción a distancia. En los primeros años treinta, se convenció a sí mismo de que el peso puede ser explicado como un efecto de la materia sutil que circula alrededor de la Tierra.

Para ser precisos, según *El Mundo* y los *Principios de la filosofía*, el modelo mecánico del peso se basa en tres puntos:

- la existencia de un impulso centrífugo en los cuerpos con movimiento circular.
- la imposibilidad del vacío, que implica que un cuerpo no se puede mover, excepto si otro toma su lugar.
- la evaluación del impulso centrífugo de un cuerpo por la cantidad de materia sutil que contiene.



Estrictamente hablando, este modelo no implica una transferencia de movimiento desde la materia sutil al cuerpo mediante impactos sucesivos discretos. Sin embargo, cuandoquiera que Descartes tiene que justificar su modelo, en particular cuando quiere explicar que un cuerpo que cae no pasa a través de infinitos grados de velocidad, retorna al modelo de impacto y dice que el cuerpo pesado es empujado por impactos sucesivos de la materia sutil, tal como si fuera empujado por sucesivos impactos de cuerpos diminutos. Ahora bien, semejante modelo de impacto del peso invalida cualquier ley que vincule peso y velocidad, ya que para determinar el peso de un cuerpo y sus consecuentes efectos, tendríamos que ser capaces de responder a tres cuestiones:

- ¿Cuál es el tamaño y la velocidad de una partícula estándar de materia sutil? Descartes no tiene nada que responder, excepto que eso pertenece al mundo meramente fáctico, totalmente oscuro a la razón.
- ¿Cuáles son los efectos de los sucesivos impactos de la materia sutil, considerando que cada impacto modifica la velocidad del cuerpo empujado? Descartes señala ahí, basándose en la ley natural de que una fuerza natural actúa menos o más sobre un sujeto según su disposición, que es elemental que una disminución en la diferencia entre las velocidades respectivas del cuerpo que empuja y el empujado implica una disminución en el efecto del impacto, así que a partir de un cierto punto el cuerpo ya no se acelera más. Pero la evaluación cuantitativa de esa disminución y del momento en que ya no hay aceleración permanece desconocida.
- Lo último, pero no lo menos importante: ¿Cuáles son los efectos de los impactos de la materia sutil en los cuerpos en función de la cantidad de materia sutil que contienen? Descartes cree que tales efectos varían conforme al tipo de materia y al tamaño de los cuerpos. Una vez más y al contrario que Galileo, la razón para dicha aserción estriba en su rechazo a admitir que se abstraiga un cuerpo en movimiento del medio en que se mueve. Y hay, en esa perspectiva, una razón muy simple para ello: si se considera un cuerpo aparte de todo medio ya no tiene peso, porque el peso es un resultado del movimiento del medio, como hemos visto.



Por estas tres razones la noción cartesiana sobre la naturaleza del peso se interpone en la vía de cualquier ley relativa a la velocidad de los cuerpos pesados. Esa fue probablemente la razón fundamental por la que Descartes excluyó la velocidad de su estática, decidiendo elaborar una ciencia de los cuerpos pesados que fuera independiente de su velocidad. Y esa fue también la razón por la que rechazó obstinadamente la ley de caída de los graves de Galileo.

CONCLUSIÓN

¿Qué conclusión podemos sacar respecto a la relación entre la filosofía mecánica y la ciencia de la mecánica en el caso de Descartes? Obviamente hay una relación entre ambos aspectos, aunque no puede ser descrita en los términos de Boas o Canguilhem: la filosofía mecánica no es el fundamento ontológico de la ciencia de la mecánica, ni una ideología científica derivada de ella. Prefiero con creces la idea de Westfall y Koyré, de que hay una tensión dialéctica, o simplemente, un conflicto entre ellas. Descartes tiene una manera peculiar de resolver dicho conflicto: considera que la filosofía mecánica debería imponer sus constricciones a la mecánica, lo que le lleva a excluir la velocidad de la estática. La exclusión de la velocidad constituyó el esplendor y la miseria de la estática cartesiana. A causa de ella Descartes estableció la estática como ciencia autónoma, con un principio propio, del cual infirió un conjunto coherente de proposiciones. Pero a causa de ella también, la tentativa de extender la estática al análisis del movimiento, que resultó tan fructífera en manos de Galileo, se le cerraba definitivamente.