

La reconstrucción de la física cartesiana de Edward Slowik: aciertos y dificultades

Laura BENÍTEZ

Introducción

En el presente trabajo intento, a partir de la reconstrucción que de la física cartesiana hace Edward Slowik, re-pensar algunos de sus temas más importantes especialmente en torno al movimiento y los problemas que plantea al interior de la física de Descartes. Me he concentrado básicamente en dos cuestiones que Newton propone como problemas insalvables de la física de los cartesianos y que Slowik trata de resolver siguiendo algunas propuestas y marcos teóricos de la física contemporánea. Me refiero concretamente al problema del movimiento relativo y al del movimiento en el pleno.

Quiero advertir, sin embargo, que la propuesta de Slowik es más comprensiva en la medida en que intenta proporcionarnos una versión consistente de toda la física de Descartes, algo que puede ser muy discutible, sin embargo, creo que las cuestiones que me propongo abordar son suficientemente representativas de la importancia de la física cartesiana para la historia de la ciencia moderna.

El movimiento relativo en Descartes y algunas objeciones de Newton

El movimiento es sólo un modo del cuerpo moviente, no una sustancia, tal como la figura es un modo de la cosa que tiene figura y el reposo un modo de la cosa en reposo.

A/T IX, II, 25

Como varios comentaristas han hecho notar, en esta declaración cartesiana se pone de manifiesto su rechazo a la teleología aristotélica, esto es, a la explicación por causas finales. Descartes no participa de la idea metafísica de que los cuerpos tienden al reposo, o que ésa sea la finalidad de cualquier móvil. Pero lo que en realidad es más importante es que Descartes no piensa que pueda establecerse una diferencia ontológica fuerte entre un cuerpo en movimiento y uno en reposo. Lo que dice en realidad es que el cuerpo se puede encontrar algunas veces en reposo y otras en movimiento

sin que ello altere su entidad profunda. Estar en reposo no mengua el ser (no tiene ninguna connotación de privación ontológica) ni estar en movimiento incrementa la entidad de ningún móvil (no tiene ningún sentido de cualidad positiva).

Esto nos lleva a la importante consideración de que Descartes, desde que escribió *El mundo o tratado de la luz*, ya tenía la idea de que reposo y movimiento no son sino estados de la materia y pese a que su terminología guarda a veces un sabor tradicional, otras nos sorprende por ser plenamente innovadora. Si no, contrástese el texto de *El mundo...* donde todavía aparece la palabra *cualidad*, para referirse al movimiento, con otro del mismo texto donde el movimiento se refiere directamente como *estado*. Dice Descartes: “Considero que el reposo es también una *cualidad* que debe atribuirse a la materia en tanto permanece en un lugar, como el movimiento es una [cualidad] que se le atribuye cuando cambia de lugar”.¹

El lenguaje sigue siendo el de la explicación metafísica aunque la intención es claramente la de la nueva filosofía natural.

Por otra parte, la terminología de cualidades y modos que Descartes usó también reiteradamente en los *Principios* es, al decir de sus críticos (aquí me refiero particularmente a Stephen Gaukroger), muy poco clarificadora y tenía más el sentido de agradar a los teólogos de la Escuela.² Sin embargo, las ideas originales del movimiento y el reposo como simples modos de ser o *manières* de la materia se proponen ya y se hacen perfectamente explícitas con la nueva terminología cuando enuncia su primera ley de la naturaleza en *El mundo...* esto es, su ley de inercia: “La primera es que cada parte de la materia en particular, continúa siempre siendo [permaneciendo] en un mismo *estado* en tanto que el encuentro con otras no la obliguen a cambiarlo”.³

Por supuesto que la concepción cartesiana del movimiento como un estado de la materia no es algo que moleste a Newton, por el contrario, Koyré afirma que: “Es precisamente la intuición de estado de movimiento, para el movimiento actual, lo que permite a Descartes y permitirá a Newton, afinar la validez de su primera ley del movimiento”.⁴

El reproche a la teoría cartesiana del movimiento parte de los supuestos ontológicos que en estos autores difieren diametralmente. En efecto, en tanto que Descartes considera que la extensión es el modo esencial de la materia y con ello establece una igualdad entre materia y extensión, Newton considera que el espacio es por completo distinto al cuerpo puesto que se trata de una entidad no material, menos necesaria que el ser necesario, pero de ninguna manera contingente.

Aunque el peso de la geometría es evidente en ambas concepciones, Descartes limita el espacio, al igual que Aristóteles, a las medidas volumétricas de los cuerpos,

¹ A/T XI, 436-437 (1996).

² Stephen Gaukroger, *Descartes an Intellectual Biography*. Oxford, Oxford University Press, 1998, p. 370.

³ A/T, XI, 435-436.

⁴ Alexandre Koyré, *Newtonian Studies*. Chicago, The University of Chicago Press, 1965, p. 54.

esto es, al espacio interno, siguiendo la terminología tradicional; en tanto que Newton, además de considerar el espacio interno de los cuerpos, sustancializa el espacio externo en vista de que lo considera como *effectus emanativus Deus*, y no como creación de Dios, por lo que resulta simple e infinito.

Por otra parte, aunque para ambos autores el movimiento se reduce realmente a cambio de lugar, el asunto importante es cómo fijar el traslado y, por supuesto, cómo cuantificarlo.

Para Descartes, el movimiento, propiamente dicho, es: “La transportación de una parte de la materia o de un cuerpo de la vecindad de los que le tocan inmediatamente, y que consideramos como en reposo, a la vecindad de otros”.⁵

Por su parte Newton dice: “Yo he definido el movimiento como cambio de lugar, debido a que movimiento, transición, traslación, migración y demás, parecen ser palabras sinónimas. Si se prefiere, déjese que movimiento sea transición o traslación de un cuerpo de un lugar a otro”.⁶

Desde luego, explica que para él, el espacio es distinto del cuerpo y que el movimiento se da con respecto a las partes del espacio y no respecto a la posición de los cuerpos vecinos y resume críticamente la doctrina cartesiana, que por lo demás considera absurda, evidenciando lo que a su entender son manifiestas contradicciones. Pues, si en realidad hay sólo un movimiento particular que conviene a cada cosa, si esta cosa no es una partícula de materia sino un cuerpo compuesto de muchas partículas, habrá que concluir que, cada una de ellas, tiene un movimiento particular, por lo que la pregunta es ¿cuál ha de considerarse el verdadero movimiento de ese cuerpo?

Pues, dice Newton: “Además, de este movimiento que le es particular a cada cuerpo, también pueden surgir en él otros innumerables movimientos por participación (o en tanto que es parte de otros cuerpos que tienen otros movimientos), los que sin embargo, no son movimientos en el sentido filosófico y hablando racionalmente y conforme a la verdad de las cosas, sino sólo impropriamente y conforme al sentido común”.⁷

De todo esto, claro, Newton concluye que la doctrina cartesiana es absurda e incongruente pues, por un lado, sostiene que la Tierra y los planetas no se mueven y por otro les atribuye la tendencia a alejarse del sol.

“¿Qué pasa entonces? —se pregunta Newton— ¿Ha de derivarse esta tendencia del (conforme a Descartes) reposo verdadero y filosófico de los planetas o, más bien, de [su] movimiento común y no filosófico?”

Me parece que en la misma pregunta se empieza a evidenciar la naturaleza del problema. Una cosa es la propuesta del movimiento relativo que hace Descartes y otra el uso que el propio Descartes hace de su propuesta.

⁵ A/T, IX, II, 83.

⁶ Isaac Newton, “De gravitatione et aequipondio fluidorum”, en *Unpublished Scientific Papers of Isaac Newton*. Trad. inédita de José A. Robles. Rupert Hall y Marie Boas Hall, eds., Cambridge, Cambridge University Press, 1978, p. 122.

⁷ *Ibid.*, p. 123.

Con ello quiero decir que la crítica al movimiento relativo como desplazamiento de un objeto respecto a otros, considerados como en reposo, no es insalvable si no se asume el supuesto newtoniano del espacio absoluto. Tampoco parece insoluble el problema de los movimientos derivados como movimientos de las partes que componen un cuerpo, dentro de un marco teórico adecuado. Como veremos a continuación, ésta es una importante aportación de Edward Slowik a la comprensión de la física cartesiana. El problema está más bien en el uso que Descartes hizo de su propuesta respecto al movimiento de la Tierra y los planetas, para ello no existe más justificación que las condenas de la Iglesia, puesto que pocos años atrás Descartes había afirmado que era del mismo parecer que Galileo en cuanto al movimiento de la tierra y los planetas. Por esto las acusaciones de falta de claridad y contradicción que Newton formula no pueden soslayarse.

La importancia del movimiento relacional en la filosofía natural de Descartes, según E. Slowik

Aunque la filosofía natural de Descartes marca un importante avance en el desarrollo de la ciencia moderna, muchos de sus conceptos específicos de ciencia, particularmente, sus conceptos de espacio, tiempo y movimiento, han sido descartados durante mucho tiempo y consecuentemente descuidados desde su introducción en el siglo XVII.⁸

Slowik busca establecer una versión de la física cartesiana que evite las objeciones que Newton esgrime en su *De gravitatione et aequipondio fluidorum*, por lo que se da a la tarea de presentarnos una teoría cartesiana del espacio-tiempo consistente, que incorpore las diversas propuestas de su física para establecer una evaluación más justa y adecuada de sus aportaciones a la nueva ciencia.

Slowik analiza, comparativamente, las perspectivas newtoniana y cartesiana del movimiento en términos de concepción absoluta y relacional del movimiento desde un marco teórico actual.

De las propuestas cartesianas, Newton concluye que la teoría relacional del movimiento es falsa; no obstante, Slowik observa que la teoría relacional es incompatible con el requisito “duro” de Newton de una trayectoria determinable absoluta, de los móviles.

Para Slowik, Descartes esencialmente acepta la doctrina aristotélica del lugar como “el límite entre la superficie de un objeto y la superficie de los cuerpos materiales contiguos a él” y entiende el movimiento como transferencia de un cuerpo, de la vecindad de los inmediatamente contiguos, considerados como en reposo, a la vecindad de otros.

⁸ Edward Slowik, *Cartesian Spacetime. Descartes Physics and the relational Theory of Space and Motion*. Dordrecht / Boston / Londres, Kluwer Academic Publishers, 2002, p. 1.

Estas propuestas se complementan con las ideas de que la materia del cuerpo es idéntica con su extensión espacial y que la totalidad del espacio está llena de materia.

Para Slowik las tesis cartesianas son expresión de una teoría relacional donde los conceptos de “movimiento” y “reposo” tienen sentido cuando se ven como diferentes a las nociones de “velocidad” y “aceleración”. Además, los relacionistas no se comprometen con nociones como “espacio absoluto” o “absoluto reposo” que, por lo demás, son inverificables empíricamente.

Pero el verdadero problema de Descartes no es la propuesta del movimiento relacional, sino el hecho de que, junto a esa propuesta de raigambre aristotélica, Descartes sostiene la existencia del movimiento uniforme inercial que supone un factor geométrico, no aristotélico, en las intuiciones cartesianas de lugar y movimiento, lo cual genera una contradicción.

En el *De gravitatione...* Newton considera que es necesario que la definición de lugar y, por tanto, de movimiento local, sea referida a algo inmóvil, tal como la pura extensión o el espacio en la medida en que es visto como verdaderamente distinto de los cuerpos.

De las propuestas cartesianas, Newton concluye que tanto la línea del movimiento como la velocidad no pueden determinarse en el universo cartesiano y que la teoría relacional del lugar y el movimiento es falsa e ineficaz.

Slowik observa que, siguiendo la lógica del argumento newtoniano, uno podría tomar como verdadero el movimiento relacional y, por tanto, lo falso sería que la línea del movimiento y la velocidad requiera de un patrón temporalmente fijo de posición.⁹ Concluye que: “La velocidad y el movimiento de un móvil no se pueden calcular a través de ninguna teoría relacional, dado el requerimiento de Newton, de una trayectoria determinable absoluta”.¹⁰

Más allá de las objeciones de Newton, Slowik considera que las leyes cartesianas de la naturaleza permiten aplicar la teoría relacional del movimiento al mundo físico y subraya que es Descartes quien establece la primera clasificación del movimiento y el reposo, como intrínsecos o primitivos de los cuerpos materiales: “Haberse dado cuenta de que el cuerpo permanece en el mismo estado a menos que una causa externa actúe sobre él, es conceptualmente, abrir un camino tan importante como el de Copérnico al situar al sol en el centro del universo ptolemaico”.¹¹

No obstante, encuentra que en Descartes no hay un concepto coherente de movimiento inercial, lo cual le obstaculiza en la construcción de un sistema dinámico. Pero concluye finalmente que el requerimiento newtoniano de la velocidad absoluta de todos los cuerpos físicos es muy fuerte y que, por tanto, el argumento en contra de la teoría cartesiana relacional del movimiento no es muy exitoso: “En esencia, la capacidad de

⁹ Mi agradecimiento a Eduardo Flichman por su cuidadosa lectura y la recomendación acertada sobre esta cuestión.

¹⁰ E. Slowik, *op. cit.*, p. 14.

¹¹ *Ibid.*, p. 45.

registrar un cambio de velocidad (aceleración) es el único requisito que una teoría del espacio-tiempo debe tener y una teoría relacional puede dar razón de estos cambios de un modo perfectamente coherente”.¹²

Una noción que resulta fundamental en el estudio y reconstrucción de la física cartesiana es la de cantidad de movimiento (QM) que, para Slowik, juega un papel doble, ya que mide tanto la duración del movimiento como las tendencias instantáneas al movimiento. De ahí que Slowik piense que la cantidad de movimiento tiene para Descartes un carácter holístico y es central para comprender su principio de conservación.

La idea de Slowik es que en el relacionismo cartesiano se harían a un lado las cantidades absolutas de movimiento y, a través de su ley de conservación, podría tomar en cuenta la “rapidez relativa” de los cuerpos individuales en relación con la invariante cantidad de movimiento.

Ello es posible ya que, si movimiento y reposo se consideraran desvinculados de la conservación de la cantidad de movimiento, no serían sino meras relaciones entre un cuerpo y sus vecinos contiguos. Sin embargo, como en el sistema de Descartes, Dios introduce el elemento dinámico de una cantidad de movimiento que se conserva; es esta cantidad de movimiento conservada la que garantiza la existencia de marcos de referencia para determinar los estados individuales del movimiento corpóreo: “Es —dice Slowik— la cantidad de movimiento conservada la que garantiza la existencia de los marcos de referencia para determinar los estados individuales del movimiento corpóreo”.¹³

Más que apoyarse en un cuerpo casi en reposo para medir el movimiento, a Slowik le parece que, en Descartes, la fuerza conservada puede individualizar los movimientos corpóreos relativos respecto a ese único marco de referencia.

La innovación de este autor en la interpretación y reconstrucción de la física de Descartes está a la vista. Mientras Huygens utilizó la primera ley del choque para reconstruir la dinámica cartesiana, Slowik usa la noción de cantidad de movimiento (QM) para resolver el problema de las interacciones entre los cuerpos. Esto es, le parece que la dinámica puede resolver el problema de la cinemática cartesiana.

Un comentario final obligado parece ser el de que, si bien uno puede entender que se busquen resolver los problemas del movimiento relativo como Descartes lo concibe, desde la perspectiva del movimiento relacional contemporáneo, apoyándonos en la noción de la conservación de la cantidad de movimiento como marco de referencia preciso para la cuantificación de cualquier movimiento particular, determinando su rapidez, también es verdad que, como Newton lo notó, en la perspectiva del movimiento relativo la diferencia entre estado de movimiento y estado de reposo, al depender de un punto de vista o perspectiva, se vuelve arbitraria.

¹² *Ibid.*, p. 36.

¹³ *Ibid.*, p. 156.

El movimiento en el pleno

Para Descartes el universo físico es materia en movimiento cuya propiedad o modo esencial es la extensión en largo, ancho y profundidad, esto es, estar dotada de dimensiones cuantificables. El problema es que, además de las dimensiones o medidas volumétricas de los cuerpos, a saber, su espacio interno, no existe ningún espacio sin materia o espacio externo.

Nos encontramos frente a la postulación del pleno cartesiano en el cual “todos los lugares están llenos de cuerpos” pero además: “Cada parte de la materia es de tal modo proporcionada al tamaño del lugar que ocupa que no sería posible que llenara uno más grande ni que se encerrara en uno menor, ni que ningún otro cuerpo encontrara allí lugar mientras esa parte permanezca en él”.¹⁴

Sin duda alguna el plenismo representa una condición difícil de salvar para la explicación del movimiento. Para muchos comentaristas actuales el movimiento en el pleno cartesiano es imposible y Newton vio, en la identificación de materia y espacio, un error ontológico de base que hace de la explicación del movimiento en la física cartesiana una ficción:

Además, como Descartes parece haber demostrado que el cuerpo no difiere para nada de la extensión, abstrayendo la dureza, el color, el peso, el frío, el calor y las restantes cualidades de las que el cuerpo puede carecer, de tal manera que al final sólo queda su extensión en largo, ancho y profundo, que es la única que pertenece a su esencia [...] responderé este argumento explicando lo que son la extensión y el cuerpo y cómo difieren la una del otro; ya que la distinción de sustancias extensas y pensantes [...] es el principal fundamento de la filosofía cartesiana [...] considero de la mayor importancia aniquilar esa filosofía respecto a la extensión, a fin de establecer fundamentos más ciertos de las ciencias mecánicas.¹⁵

Para Newton “las posiciones, distancias y movimientos locales de los cuerpos han de referirse a las partes del espacio” puesto que, por un lado, no puede existir nada que no esté relacionado con el espacio. El espacio es condición de existencia de los entes pero, además, en el espacio están ya las figuras de todo tipo, de modo que su “delineación material” es sólo su representación corpórea:¹⁶ “Finalmente, el espacio es eterno en duración y es de naturaleza inmutable y esto porque es el efecto emanativo de un ser eterno e inmutable”.¹⁷

Frente al plenismo, Newton argumenta que podemos concebir la extensión como existiendo sin sujeto alguno, ya que podemos imaginar espacios fuera del mundo o lugares sin cuerpos y no consideramos, dice, que la extensión perezca con el cuerpo.¹⁸

¹⁴ A/T IX, II, 33.

¹⁵ I. Newton, “De gravitatione et aequipondio fluidorum”, en *op. cit.*, p. 131.

¹⁶ *Ibid.*, p. 133.

¹⁷ *Ibid.*, p. 137.

¹⁸ *Vid. ibid.*, p. 132.

En contraste con las fuertes críticas que el plenismo cartesiano recibió en el pasado, en el presente se ha argumentado no sólo a favor de la existencia del pleno, aunque con características diferentes a las propuestas por Descartes, sino que lo más importante es que se ha intentado hacer plausible la propuesta del plenismo cartesiano.

Mi propuesta partía de la idea de que la teoría de los elementos, expuesta por Descartes, apunta hacia las nociones de cohesión y densidad, de donde el movimiento en el pleno se da gracias a los distintos grados de densidad de los cuerpos materiales. Sin embargo, seguía siendo un problema explicar tanto cuál podría ser el principio de individuación de los cuerpos materiales en el pleno (el problema del continuo y la contigüidad) como qué es lo que mantiene unidos los corpúsculos de cada cuerpo material (principio de cohesión).

Frente a los intentos anteriores, por reivindicar el movimiento para la física cartesiana, la propuesta de Slowik resulta singular y novedosa.

En su reconstrucción de la dinámica cartesiana, Slowik busca proponer marcos de referencia que permitan conservar la cantidad de movimiento (QM) para regiones amplias del pleno y por largos periodos de tiempo. Así llega a la conclusión de que se puede reconstruir la teoría cartesiana del espacio-tiempo, sobre el modelo de la teoría de los engranajes, la cual posee la clase de señales o marcas “fijas” que la física cartesiana parece requerir: “Desde luego, la teoría cartesiana que vamos a desarrollar le debe mucho a los conceptos matemáticos y mecánicos recientes lo cual va a desatar un buen número de objeciones tales como: ‘¿cómo puede la moderna teoría de los engranajes revelar nada acerca de la teoría del movimiento cartesiana del siglo XVII?’”¹⁹

Slowik está convencido de que el tratamiento de la configuración y operación de los vórtices se parece muy cercanamente y en muchos aspectos a la moderna teoría de los engranajes. En efecto, debido a la naturaleza cambiante del pleno cartesiano, cualquier cuerpo, planeta o estrella corre el riesgo de ser separado de su vórtice nativo y del segundo elemento, o elemento de los cielos, contiguo a él.

Para hacer frente a éste y otros problemas Slowik se da a la tarea de reconstruir el espacio-tiempo cartesiano a partir de una teoría mecánica reciente que se aboca a situaciones similares a las del pleno cartesiano. Esta rama de la física, denominada la “cinemática de la mecánica”, analiza sistemas de articulación mecánicos, rígidos, tales como una colección de engranajes interconectados.

De modo semejante a las partes de una máquina, las posibilidades del movimiento de un solo cuerpo están gobernadas por las interconexiones de todos los objetos materiales.

Slowik señala que: “El movimiento de un cuerpo cartesiano y de un punto del engranaje, pueden ser determinados únicamente sobre series de ‘rebanadas temporales’”²⁰

La teoría dinámica moderna cuenta con una definición precisa de velocidad instantánea, algo que no exhibe la teoría de Descartes, aunque lo requiere, por lo que:

¹⁹ E. Slowik, *op. cit.*, p. 211.

²⁰ *Ibid.*, p. 212.

El movimiento cartesiano, si no incorpora cantidades infinitesimales de esta clase exacta es, no obstante, caracterizado de manera semejante como requiriendo algún medio para transmitir información a través de rebanadas temporales en el desplazamiento de un cuerpo, aunque Descartes no emplee estas técnicas matemáticas sofisticadas. Incluso, si lo que entiende Descartes por movimiento no puede ser aislado de la duración o sucesión de rebanadas temporales, su ley de conservación de la cantidad de movimiento parece implicar procesos o magnitudes instantáneas.²¹

Una de las ventajas de la analogía cinemático-mecánica, como la ve Slowik, es que el constante flujo de las partículas primarias en el universo cartesiano queda bien representado por la mutabilidad de las conexiones entre los engranajes. “De hecho, los engranajes (partículas) participan de un continuo deslizamiento de sus posiciones relativas y cambio de conexiones mutuas atándose y desatándose a un huésped de diferentes partículas (engranajes)”.²²

Análoga a las marcas en cada rebanada temporal de la teoría de los engranajes, podría establecerse un sistema de marcas en el pleno cartesiano para determinar la velocidad relativa de los cuerpos, si adoptamos una teoría relacional del movimiento y se construye un marco de referencia relativamente fijo para amplias extensiones del pleno cartesiano. Con ello Slowik intenta hacer frente al problema de la naturaleza cambiante del pleno pues, si es verdad que los puntos de contacto entre las partículas (engranajes) permanecen sólo temporalmente, también es cierto que siempre hay marcas disponibles y en cada rebanada del tiempo se puede recurrir a un marco de referencia para determinar el movimiento.

Al variar los arreglos de las partículas en las distintas rebanadas de tiempo, dada la ley de conservación que gobierna el comportamiento de los cuerpos, tanto a través del tiempo como de instante en instante, cada nueva configuración preservará siempre la cantidad total de movimiento universal: “La ley de conservación regula el flujo del pleno en el tiempo (movimiento de partículas) al controlar estrictamente los arreglos aceptables de las partículas materiales en cada instante”.²³

En suma, la cinemática-mecánica permite a Slowik obtener marcas de referencia, temporalmente fijas, para fundamentar medidas relacionales de la velocidad de los cuerpos. Tales marcas pueden ser incluso infinitesimales pero permiten ligar la información de los estados corpóreos a través del tiempo, que se encuentran en las distintas rebanadas de tiempo individual. Por tanto, estas marcas de referencia que Slowik denomina *Phi-base* toman el lugar ocupado en la física de Newton por el espacio absoluto.

²¹ *Idem.*

²² *Ibid.*, p. 214.

²³ *Ibid.*, p. 222; *cf. ibid.*, p. 223. “Dada la necesidad de una cantidad invariante de movimiento, una cierta clase de arreglos materiales son seleccionados automáticamente y otros excluidos de las futuras rebanadas espacio temporales”.

Conclusiones

Como vimos, la versión relativista del movimiento cartesiano es totalmente ajena y aun contraria a los supuestos ontológicos para la explicación del movimiento como Newton lo concibe. La crítica severa al movimiento relativo, aunque en primera instancia apunta a la separación entre espacio y materia, base de su teoría dinámica, también busca señalar el hecho de que, en la teoría relativista del movimiento cartesiano, los criterios para distinguir el estado de movimiento del estado de reposo se tornan confusos.

Para salvar esta clase de problemas Slowik ha hecho una relectura de la teoría cartesiana del movimiento como un tipo de movimiento relacional que no se basta a sí mismo, sino que se fundamenta en el principio de la conservación de la cantidad de movimiento. Esta reconstrucción hace frente, con éxito, a muchos problemas de la teoría cartesiana y, además, está a tono con las preocupaciones mecanicistas de Descartes;²⁴ sin embargo, el problema que sigue pendiente es el de la aplicación que Descartes hace de su propuesta cuando afirma que la tierra y los planetas no se mueven y a la vez les adjudica la tendencia a alejarse del centro. Aquí el problema no es de perspectiva (qué es lo que se considera como en reposo y qué en movimiento) sino de contradicción.

En cuanto al movimiento en el pleno, la analogía con la teoría de los engranajes no sólo es un modelo eficiente que ayuda a la comprensión del movimiento como Descartes lo entiende, sino elegante desde el punto de vista de la explicación. Con todo, el problema sigue siendo cómo reforzar el criterio de individuación de los cuerpos que es bastante débil en Descartes, y Slowik no avanza demasiado al declarar que es posible hablar de la sustancia individual en el pleno a través de los modos corpóreos de forma y movimiento. Hasta aquí simplemente parece frasear a Descartes. Sin embargo, agrega que el pleno no es un continuo y por tanto un solo cuerpo, sino que es posible hablar de diversos cuerpos en la medida en que entre ellos se da simplemente contigüidad y al desaparecer el entorno contiguo, la parte no desaparece, con lo cual, según Slowik, la existencia de la parte pasa la “prueba de la sustancialidad” que, en mi opinión, no constituye un principio fuerte de individuación.

A pesar de estas limitaciones, la propuesta de Slowik es, hasta donde yo sé, la primera defensa *in totum* del espacio-tiempo cartesiano como una importante contribución al desarrollo de la nueva ciencia.

²⁴ Aquí, agradezco a Carmen Silva su atinada observación de que el modelo de los engranajes, además de su valor teórico, es cercano a la idea del mundo como máquina de algunos autores de la época.