

Nuevas respuestas a viejas preguntas

La vigencia de Aristóteles
en la ciencia contemporánea

Albert Arisó



UBe

Índice

<i>Prólogo</i> , por Luis Andrés Bredlow	11
<i>El legado de Aristóteles</i> , por Víctor Gómez Pin.....	17
Introducción	21
Lugar	27
Vacío	45
Materia	57
Movimiento	65
Dinámica	87
Ciencia y método	105
La aporía cuántica	117
La entidad aristotélica a la luz de la teoría de sistemas	165
Generación y corrupción	185
La interpretación de René Thom de la física aristotélica	203
Conclusiones	227
Bibliografía	233

Movimiento

El estudio del movimiento en la física aristotélica no se corresponde con la búsqueda de un género unívoco que quepa situar en el dominio de los grandes géneros o categorías al modo platónico,¹ pero tampoco se trata de un término equívoco que indique varias acepciones sin lazo común. El movimiento, al igual que la ciencia del ser en cuanto ser, aparece diversificado en especies siguiendo una analogía de proporción en la que el primer analogado es la entidad móvil. La revolución ontológica que Aristóteles inicia en *Física* I al considerar que el movimiento es la condición en la que se expresa el ser de las entidades sublunares² elevará la génesis (*gígnestai*) a estatuto ontológico inscrito en la misma constitución de las entidades en su llegar a ser o dejar de ser. En *Física* II, I, 193a 3,³ llegará a afirmar que es ridículo demostrar la realidad del movimiento. Y la razón de fondo se expone unas líneas más adelante, cuando afirma que la negación del movimiento tendría las mismas consecuencias que la negación del principio más firme: «Pero los que así proceden sólo discuten sobre palabras sin pensar lo que dicen».⁴ La contradicción, según el decreto parmenídeo, que supone insertar el movimiento en los dominios del ser queda relativizada e incluso invertida de tal modo que sea su negación la que se considere que vulneraría el principio de no contradicción.

La investigación llevada a cabo por Aristóteles dividirá la noción de movimiento en dos ámbitos. Externamente, al ponerlo en relación con otros conceptos que lo envuelven (como se desprende de los análisis que se suceden en los libros de la *Física*: continuo, infinito, tiempo, etc.); e internamente, al po-

1 En Platón, la problemática del movimiento o devenir aparece, en el *Sofista*, enmarcada en el seno de los cinco grandes géneros, siendo la dialéctica la encargada de estudiarlo.

2 La importancia que tiene el movimiento para Aristóteles se pone de manifiesto en este párrafo: «Es bueno persuadirse de que las tradiciones antiguas, y sobre todo, las de nuestros padres son verdaderas cuando nos enseñan que hay algo inmortal y divino en las cosas que poseen movimiento». *Acerca del cielo* II, I, 284a 2.

3 Y también en el tratado *Acerca del alma* III, I, 425a 13-427a 16.

4 *Física* II, I, 193a 5-10. En los mismos términos se expresa en *Física* VIII, 3, 254a 27-30, donde afirma que dudar de si existe el movimiento es caer en petición de principio porque queda reconocido en el mismo *movimiento* de la duda.

nerlo en relación con los distintos tipos de movimiento que se dan en el universo sublunar.

Aristóteles ensayará, al respecto, diferentes tipos de clasificación que permitan organizar un sistema para dar cuenta de las características intrínsecas del movimiento tomando como canon positivo las distintas especies de movimientos que aparecen fenomenológicamente según las categorías. Un primer criterio general que ensayará es el dicotómico, con el siguiente par de términos: movimiento violento contrapuesto al movimiento natural. Pero este criterio no consigue distinguir los tipos de movimiento porque cualquiera de los dos términos reproduce la pluralidad de tipos de movimientos categoriales. Por ejemplo, tanto en el movimiento natural hacia los lugares naturales como en el movimiento violento, está presente la oposición cualitativa de lugares: arriba-abajo, junto con el aumento cuantitativo que conlleva el incremento de rapidez a medida que el móvil se aproxima a su lugar natural. También en el movimiento violento (la tracción, por ejemplo), supone la oposición cualitativa entre el cuerpo pasivo que resiste y el que empuja, además de la presencia de la categoría de la cantidad que mide la magnitud del esfuerzo.

Otra clasificación que ensayará es la de dividir los movimientos según la ausencia o presencia de uniformidad. Pero tampoco este criterio es clarificador porque ambos términos están supeditados a las nociones de rapidez y lentitud. Efectivamente, Aristóteles considera que un movimiento es uniforme si la rapidez (*tò táchos*) a lo largo del movimiento es la misma, y no uniforme en el caso contrario.⁵ Los movimientos se comparan por las diferencias en la rapidez⁶ de los movimientos uniformes.⁷ Por eso rapidez y lentitud no son tipos de cambio, sino componentes presentes en cualquier movimiento, de manera que no son un criterio diferenciador que permita discriminar los distintos tipos de movimiento.⁸

El método que seguirá, entonces, consistirá en remontarse genéricamente a aquellos principios comunes a todo cambio para, posteriormente, ponerlos en relación con las categorías. Una vez postulado que el movimiento configura radicalmente la naturaleza de las entidades, el cambio será capaz de revelar ya no sólo los principios generales, sino la lógica interna presente en la adquisición de las formas que adquiere una entidad. Esta lógica adoptará la figura de

⁵ *Física* V, 4, 228b 27-28.

⁶ «[...] el más rápido y el más lento constituyen una noción que se aplica a todo cambio». *Física* IV, 14, 222b 31-32

⁷ El único lugar donde se nombra el movimiento no uniforme es en *Física* VI, 7, 237b 28-238a 11.

⁸ *Física* V, 4, 228b 25-30.

la oposición. No es sorprendente entonces que en el libro V de la *Física*, a la hora de establecer la distinción entre cambio por sí y por accidente, Aristóteles recurra al criterio clasificatorio de la oposición: «Pues bien, dejemos de lado el cambio por concurrencia pues se da en todo y siempre y con relación a cualquier cosa. Por otra parte, el que no es por concurrencia no se da en todas las cosas, sino en los contrarios, en los intermedios y en la contradicción».⁹

Veamos más de cerca la relación de oposición y sus figuras lógicas. El estudio de los tipos de oposiciones aparece en *Metafísica* V, 10, 1018a 20, *Metafísica* X, 4, 1055a 38-39 y *Categorías* 10, 11b 17-19. La oposición por contradicción¹⁰ constituye la oposición primera. El texto que en *Categorías* trata acerca de la oposición por contradicción no debe llevarnos a concluir que la figura lógica de la contradicción se ciñe al terreno puramente lingüístico sin afectar a las entidades que se declaran contradictorias, como expresa este párrafo:

Lo que queda bajo la afirmación y la negación no es afirmación y negación: pues la afirmación es un enunciado afirmativo y la negación un enunciado negativo, mientras que nada de lo que queda bajo la afirmación y la negación es un enunciado. Con todo, se dice que también estas cosas se oponen recíprocamente como una afirmación y una negación; pues también en éstas el tipo de oposición es el mismo: en efecto, así como a veces la afirmación se opone respecto a la negación, v. g.: está sentado / no está sentado, así también se opone el hecho que hay bajo cada una de ellas, a saber, el estar sentado / no estar sentado.¹¹

¿En qué se diferencia la figura de la contradicción de la contrariedad? En que en la contrariedad prima la relación entre dos términos, mientras que la contradicción se centra en un término aislado que tiende a considerarse de manera absoluta (*haplós*).¹² La contrariedad tendría en común con la contradicción (junto con la oposición por privación y posesión) que los términos contrarios no puedan estar a la vez en un mismo sujeto.¹³ La diferencia reside en que sólo en la relación de contrariedad podemos fundamentar la posibilidad de definir un cambio delimitado entre términos diferentes. La primera tarea, por lo tanto, que emprenderá Aristóteles a la hora de clasificar los tipos de movi-

9 *Física* V, 1, 224b 27-30.

10 *Metafísica* X, 4, 1055b 4.

11 *Categorías* 10, 12b 5 y ss.

12 La figura de la contradicción únicamente cobra sentido inteligible en el seno de los cuadros lógicos de oposiciones como aparecen en *Sobre la interpretación* 10, 19b 27-20a 3 o bien cuando se vincula, en el interior del universo natural, para una entidad en generación y corrupción.

13 *Metafísica* X, 4, 1055b 1.

mientos consistirá en examinar el vínculo interno fundado en razón de por qué los principios son los contrarios.¹⁴ La primera contrariedad que se da en la generación natural es la de la privación,¹⁵ porque la contrariedad se da como privación de uno de los dos contrarios.¹⁶ Si nos preguntamos por la relación que mantienen la oposición por contrariedad con la oposición por privación y posesión, tenemos primero que inscribirnos en el universo natural desde donde ambas oposiciones cobran sentido y se intersectan. En el sentido que lo emplea Aristóteles en la *Física*, el concepto de privación permite un cierto no-ser relativo de la forma que se carece respecto a la forma final del cambio que se alcanzará.¹⁷

La entidad natural, bajo la oposición de contrariedad, exige un sustrato capaz de recibir los contrarios. Una relación de contrariedad sin sustrato que la sostenga convertiría el movimiento en una pura sucesión de apariciones y desapariciones puntuales, con la desventaja de que los contrarios no reaccionarían entre sí.¹⁸ De ahí que el sustrato permita hacer inteligible el movimiento como elemento permanente en el cambio y sirva también de referencia para que las determinaciones formales que se actualizan en el cambio puedan aplicársele.¹⁹ Este carácter de sustrato (*hypokeímenon*) no sólo es un sujeto lógico de la predicación sino también un sustrato material permanente en el cambio.²⁰ Por

14 «Pero conviene examinar, también sobre la base del razonamiento, cómo acontece esto. Desde luego hay que suponer, en primer término, que de todas las cosas que son ninguna por naturaleza obra ni recibe cualquier cosa por azar, y que tampoco cualquier cosa se origina a partir de cualquier cosa, a menos que se suponga por concurrencia. Pues, ¿cómo podría originarse lo blanco de lo culto, a menos que lo culto fuera concurrente de lo no-blanco; y dentro de esto, no de cualquier cosa, sino de lo negro o de lo intermedio; y lo culto se origina de lo no-culto, aunque no de cualquier cosa, sino de lo carente de cultura o de un intermedio si es que lo hay.» *Física* I, 4, 188a 31.

15 «Por otra parte, si las generaciones en la materia se producen a partir de los contrarios, y se generan bien a partir de la forma, es decir, de la posesión de la forma, bien a partir de cierta privación de la forma y de la estructura, es evidente que toda contrariedad será privación, pero seguramente no toda privación será contrariedad [...],» *Metafísica* X, 5, 1055b 11-14.

16 *Metafísica* X, 4, 1055b 18.

17 A consecuencia de ello, en *Categorías* 10, 13a 30 y ss. distingue la oposición por privación de la oposición por contrariedad.

18 «Pero dado que son finitos, hay una cierta razón para no hacerlos sólo dos, y es que nadie sabría explicar cómo la condensación actúa por naturaleza sobre la rarefacción, o ésta sobre la condensación.» *Física* I, 6, 189a 20 y ss.

19 «[...] pero un principio no puede ser predicado de ningún sujeto, ya que si lo fuera sería el principio de un principio; porque el sujeto es un principio y, según parece, es anterior a lo que se predica de él.» *Física* I, 6, 189a 30 y ss. Esta cita nos recuerda el carácter que tiene la entidad primera de *Metafísica* VII, 3, 1028b 36 y ss: «El sujeto, por su parte, es aquello de lo cual se dicen las demás cosas sin que ello mismo “se diga”, a su vez, de ninguna otra».

20 En *Física* I, 2, 185b 5-186a 3, Aristóteles señalará la identidad entre la entidad y el sujeto (*hypokeímenon*) al decirnos que la categoría de la entidad se encuentra en el sujeto.

último, la positividad de este sustrato asegura que no se violentará el dictamen de Parménides porque, si únicamente existieran contrarios, la entidad, al carecer de contrario al cual oponerse, provendría de la no-entidad.²¹ El sustrato será el factor positivo que subyace al cambio para que éste no sea desde un no-ser absoluto, como se sugiere en *Física* I, 5, 189a 32.²² Por otro lado, el sustrato está cualificado con disponibilidades inherentes que no reaccionan ante cualquier determinación, sino bajo la oposición de contrariedad. Siempre que aparezca una oposición por contrariedad, cabrá suponer un sustrato invariante que reacciona frente a una polaridad contraria determinada y no frente a cualquier otra. La contrariedad garantiza un orden, en el sentido de que el cambio se va a dar en un género determinado por términos extremos de manera completa. Este carácter de completud repite, como en otros lugares del corpus aristotélico, la asociación entre *télos* como fin y *téleios* como perfecto. Así lo ha visto, por otra parte, Sarah Waterlow,²³ para quien una entidad que admitiera todas las determinaciones posibles no tendría ningún rango de determinaciones intrínsecas, haciendo imposible discernir aquellos cambios que pudiera experimentar como propios de aquellos que no. Si una entidad aceptara todas las determinaciones posibles, carecería de delimitación entre determinaciones propias y externas. Sería un puro receptáculo, semejante a la *chóra* platónica, sobre el cual se irían sucediendo determinaciones sin vínculo entre ellas, desapareciendo la noción misma de cambio porque no cabría la posibilidad de afirmar que ha cambiado una propiedad a consecuencia de recibir una acción determinada.

Existe una transitividad causal, y no una mera yuxtaposición externa de determinaciones, que la distinción entre determinaciones por sí y por accidente viene a reflejar. Por ejemplo, el comportamiento de la cera ante una fuente de calor que afecta a la propiedad de la dureza ha de causar que la cera se funda. Ésta es la razón por la cual en *Metafísica* IX, 4, 1055a 6 y ss. se nos dice que las cosas de diferente género no admiten transición entre ellas porque las entidades no reaccionan ante cualquier determinación.²⁴ Y este no cambiar desde

21 *Física* I, 5, 188b 34.

22 Demostrada la necesidad de los principios en su doble faz de contrariedad y sustrato, Aristóteles aplicará el proceso de generación a las entidades naturales. La generación absoluta de entidades a partir de estos principios sólo puede ser por sí y no por accidente: «Así pues, si existen de verdad causas y principios de las cosas-que-son por naturaleza —a partir de las cuales son y han llegado a ser, no por concurrencia, sino que cada cosa es aquello que es llamada conforme a su entidad— resulta evidente que todo llega a ser a partir de lo que subyace (*hypokeímenon*) y de la forma (*morphê*)». *Física* I, 7, 190b 14-20.

23 WATERLOW, Sarah, *Nature, Change, and Agency in Aristotle's Physics. A Philosophical Study*, Oxford University Press, Oxford, 1982, pp. 5-6.

24 *Física* I, 5, 188a 35.

cualquier determinación hacia cualquier otra determinación implicará que las entidades tengan una disponibilidad o morfología inherente para el cambio, no siendo indiferentes ante cualquier entidad que interaccione con ellas. Por ejemplo, sólo desde lo no-blanco, es decir, desde el género de color, que implica ya una determinada partición de los entes físicos en función de diversas clases de cualidades, se tendrá disponibilidad para cambiar a blanco. En consecuencia, en vez de postular una entidad a la que se añaden, externamente, los principios contrarios, son los principios mismos, sustentados en la oposición de contrariedad, los que solicitan un sustrato. Mientras mantengamos la oposición por contrariedad estaremos frente a entidades naturales clasificadas según diferentes géneros de cualidades mutuamente excluyentes. La prueba de la importancia de la reducción a dos principios contrarios la tendremos más adelante, en *Física* I, 6, 189b 16 y ss.,²⁵ donde Aristóteles se encarga de limitar los principios a tres: la oposición de contrariedad y el sustrato.²⁶

Una vez establecido el sujeto subyacente del cambio, el capítulo 7 de este libro I se inicia con la consideración en toda su radicalidad de los principios del movimiento para cualquier especie, incluso en la acepción fuerte de cambio como generación (*génesis*), distinguiendo los significados del verbo llegar a ser (*gignesthai*), la génesis de una entidad o *génesis haplé* y la *génesis* que consiste en llegar a ser algo determinado (*tóde ti*) por la adquisición de una propiedad determinada.²⁷ Los principios del cambio regirán incluso en la generación en términos absolutos.²⁸

Pero si todo cambio de alguna manera contempla una negatividad, ¿dónde se encuentra? Es en el capítulo 8 donde Aristóteles expresa su propia postura, que no vulnera el dictamen parmenídeo²⁹ de la inmutabilidad del ser porque frente a los antiguos: «También nosotros afirmamos que nada llega a ser en

25 Aristóteles contempla la posibilidad de que los principios fueran cuatro formando dos pares de contrarios, de modo que cada uno de ellos induciría un sustrato a su vez. Uno de los dos sustratos debería perder el carácter de sustrato en aras del otro a la hora de establecer un sustrato único en el movimiento: «[...] y si, siendo cuatro, fueran a constituir dos pares de contrarios, sería necesario que existiera para cada uno por separado otra cierta naturaleza intermedia. Pero si, siendo dos, pueden generar las cosas uno a partir de otro, uno de los pares sería redundante». *Física* I, 6, 189b 19-22.

26 Con la conquista para el movimiento de las propiedades por sí que constituyen las entidades naturales ya se puede abrir el libro de *Física* II declarando que hay cambios por sí y no de cualquier determinación a cualquier otra determinación, sino en oposición de contrariedad.

27 «Y es que como llegar a ser se dice en muchos sentidos, y como en unos casos no se dice llegar a ser, sino llegar a ser tal cosa [...]» *Física* I, 7, 190a 31-32.

28 «Y es que siempre hay algo que subyace, a partir de lo cual se origina lo que llega a ser, como las plantas y los animales a partir de la simiente.» *Física* I, 7, 190b 3-5.

29 *Física* I, 8, 191b 26.

sentido absoluto a partir de lo-que-no-es, pero que, con todo, las cosas llegan a ser a partir de lo-que-no-es de alguna manera, es decir, por concurrencia».³⁰

Las entidades llegan al ser no desde el no-ser absoluto, puesto que siempre se encuentra un sustrato (necesariamente establecido en el capítulo 7) al cual le acontecen propiedades. Este no-ser es por accidente porque el sustrato permanente en el cambio juega el papel de principio material y necesario para la forma que va a adquirirse en el proceso de la generación.³¹ Por esta razón, en el libro I el no-ser se refiere a la potencia material, de modo que la materia no quede reducida a un receptáculo vacío anterior a su inserción en la dialéctica de contrarios que le otorgan una *dýnamis* propia. Porque ni el contrario adviene a su propia destrucción, ni la forma en acto cambia. Es la materia la que impulsará el cambio en el que la privación deja de tener un carácter sustancial para adquirir el carácter de no-ser relativo a la forma que se va a obtener. De este modo se encara la sentencia de Parménides: el cambio no es de un no-ser absoluto a un ser. Si miramos el cambio desde la forma que va a adquirirse, la materia sería un no-ser pero sólo por accidente, porque la positividad del algo previo subyacente implica una materia dispuesta para el cambio. Aquello que tendrá negación es la privación de la forma que es no-ser respecto a la determinación final del proceso generativo y no a la forma de partida que está en acto. La oposición dualista entre el ser y el no-ser quedará diluida reconociendo que el no-ser, en la entidad móvil, es un principio de privación radicado en la propia entidad cuyas propiedades, aún no actualizadas, vendrán, por el movimiento, a alcanzar su actualidad.

Sentados los principios generales del cambio (en el libro I) y de las causas (en el libro II), la clasificación de los tipos de cambio se establece en el libro III, poniéndolos en relación con cuatro categorías: entidad, cantidad, cualidad y lugar. El cambio (*metabolé*) se divide en entitativo (*génesis*), cualitativo (*allóiosis*), cuantitativo (*aúxesis*) y local (*phorá*). En sentido riguroso, sólo los tres últimos serán movimiento (*kínesis*). La recuperación ontológica del movimiento como factor en el que las entidades vienen a ser (hipótesis que se establece en *Física* I, 2, 185a 12-14), junto con la premisa pluralista de que el ser se dice de varias maneras,³² enlazará el análisis del movimiento con las categorías que expresan los modos de las cosas que son.³³

30 *Física* I, 8, 191b 23.

31 «[...] y lo que llega a ser a partir (*ex autoû*) de ello no llega a ser por concurrencia (*symbebekós*)». *Física* I, 7, 190b 26.

32 *Física* I, 2, 185a 20 y ss.

33 «Cada modo de ser de las entidades se manifiesta en cada cosa de una doble manera: como por ejemplo la forma (*morphé*) y la privación (*stéresis*) para el ser aquí, lo blanco y lo negro para lo que es según la cualidad, y lo acabado y no acabado para lo que es según la cantidad; igualmente está lo alto y

Por otra parte, se ha puesto de manifiesto una aporía entre el libro III de la *Física*, donde el cambio se establecería entre contrarios, y el libro VI, donde los cambios que se analizan bajo el prisma de la continuidad se ejercen sobre una entidad móvil en el lugar, el tiempo y la magnitud recorrida. Para Sarah Waterlow,³⁴ el significado de cambio como *metabolé* del libro III, que sucede entre extremos, admite cambios instantáneos, lo que choca con la noción de *kínesis* como movimiento continuo e infinitamente divisible de *Física* VI.³⁵ Es en el libro VIII donde se constataría esta tensión en favor del libro III. Sarah Waterlow considera que la referencia a la necesidad de un sustrato entre dos términos no conseguiría explicar los cambios entre contradictorios ni tampoco los cambios instantáneos cualitativos, aunque se remitan a un proceso continuo. De hecho, en el libro VIII se volverían a recuperar las tesis expuestas en el libro III, donde se establecen unos límites extremos de movimiento suprimiendo cualquier referencia a su continuidad. Siguiendo esta interpretación, el libro VI sólo describiría el cambio a través del cambio específico de lugar. De esta manera quedaría parcelado el movimiento por tipos específicos, siendo el libro VI el estudio de un movimiento específico más. No estamos de acuerdo con la interpretación de Sarah Waterlow porque lo que encontramos en *Física* VIII es la respuesta a Zenón.³⁶ Además, en el libro VI se aplica la diferencia entre la contradicción y la contrariedad señalada anteriormente. En la contradicción no hay intermedios, mientras que en la contrariedad sí. Los contrarios que admiten intermedios dan pie a la introducción de un orden de coexistencia para una multiplicidad de partes exteriores las unas a las otras de modo que los contrarios puedan residir a la vez, no en un mismo punto sin partes, pero sí en el *diástema* delimitado por una entidad. La razón de que la entidad física posea magnitud obedece a esta exigencia de no contradicción que introduciría la consideración de una entidad simple carente de partes.³⁷ Por eso la contrariedad aparece en términos de distancia o *diástema* máxima entre los extremos.³⁸ La oposición por contrariedad enmarca el límite en el que se darán los cam-

lo bajo o lo ligero y lo pesado para lo que es conforme a traslación. De manera que existen tantas especies de movimiento y de cambio como modalidades de ser de las entidades.» *Física* III, I, 201a 2-9.

³⁴ WATERLOW, *op. cit.*, p. 94 y ss.

³⁵ En *Física* V, I, se tratará de la *kínesis* como un cambio (*metabolé*) no sustancial.

³⁶ Zenón someterá a crítica la posibilidad de que la constitución del continuo se base en puntos en acto porque conduciría a la aporía de que, en el movimiento continuo, cada punto fuera a la vez un punto de salida y un punto de llegada.

³⁷ También en el libro VI de *Física* Aristóteles probará que la entidad en movimiento tiene partes y por ende extensión.

³⁸ «[...] la distancia entre los extremos es máxima, luego también la que hay entre los contrarios». *Metafísica* X, 4, 1055a 7 y ss.

bios, a modo de diferencia máxima entre los términos estableciendo, en el seno de un género, la amplitud del cambio máximo e imprimiendo el carácter de límite propio y de fin.³⁹

Efectivamente, la imposibilidad de una interacción entre contrarios sin mediación, propio de la contradicción, se amortigua considerando el *diástema* como sustrato del cambio.⁴⁰ Este análisis explicaría la diferencia que encuentra Sarah Waterlow entre el libro III, donde aparece un enfoque del movimiento como cambio entre contrarios mientras que en el estudio del libro VI se trata de la *kínesis* en el movimiento continuo. Diferimos, por lo tanto, de la interpretación de Sarah Waterlow que mantiene la distinción entre ambos libros.⁴¹ A nuestro juicio, el análisis del libro VI estaría en relación con la necesidad de encontrar un criterio interior a todos los movimientos en la clasificación de los distintos tipos de movimientos. Si los principios generales eran los de privación, materia y forma, en el libro VI se iniciará una reconstrucción de los distintos tipos de movimiento bajo las categorías de lugar, tiempo y entidad.⁴² Lejos de oponerse el movimiento continuo del libro VI con el cambio entre contrarios del libro III, ambos movimientos se suponen. Si el cambio fuera instantáneo, entre cualidades, nos encontraríamos en la aporía de explicar el cambio entre polos que de suyo son opuestos. Es cierto que la indivisibilidad de polaridades contrarias que impediría un cambio gradual queda patente en *Física* VI, 5, 236b 1-6, donde se indica que las cualidades son indivisibles,⁴³ pero como llega a reconocer Sarah Waterlow,⁴⁴ en *Física* VI Aristóteles mantendrá que incluso el cambio cualitativo contiene subcambios, de manera que lo que cambia ha realizado antes otro cambio, admitiendo subdivisiones graduales en

39 «Por otra parte, lo máximo en cada género es completo. Máximo, desde luego, es lo que no puede ser sobrepasado, y completo es aquello fuera de lo cual no cabe encontrar nada. En efecto, la diferencia completa tiene en sí la plenitud final.» *Metafísica* X, 4, 1055a 10 y ss.

40 «El cambio que es un proceso de contrario a contrario, es el resultado de una interacción, como lo admiten todos los predecesores de Aristóteles; la imposibilidad de una interacción directa entre contrarios necesita un tercer término que, concebido como sujeto de predicados contrarios, sirva como sustrato físico de cualidades contrarias.» CHERNISS, Harold, *La crítica aristotélica a la filosofía presocrática*, UNAM, México, 1991, p. 113.

41 De tal manera que llega a reivindicar el cambio instantáneo para una entidad concebida como un átomo lógico, lo que introduce la aporía de una entidad que en un mismo punto cambia y ya ha cambiado, como discute Aristóteles en el inicio del libro VI.

42 Por otra parte en términos de tiempo y magnitud recorrida se expone en *Física* VII, 5, 249b 27 y ss.: «Puesto que lo que está moviendo siempre está moviendo algo en algo y hasta algo (con “en algo” quiero decir “en el tiempo” y con “hasta algo”, a lo largo de una cierta cantidad de extensión).»

43 «[...] by which he means that it is not the case that between any pair of a kind there is necessarily another», WATERLOW, *op. cit.*, p. 138.

44 WATERLOW, *op. cit.*, p. 139.

la cualidad. La indivisibilidad del cambio quedará entonces relativizada vinculándose con la continuidad del tiempo, que supone, a su vez, la divisibilidad de la entidad móvil.⁴⁵

No encontramos, por lo tanto, oposición entre la definición que se da del movimiento entre contrarios en el libro III y la exploración de la continuidad en el movimiento del libro VI. Sencillamente, el movimiento como oposición de contrarios delimitados se establece en el libro III cuando se hace uso de conceptos como acto y potencia, inicio y fin, mientras que en el libro VI se profundiza en el análisis del cambio considerando la continuidad presente en el lugar, en el tiempo y en la misma entidad móvil.

En apoyo de nuestra interpretación encontramos el pasaje de *Física* III, 4, 202b 30-1, donde Aristóteles caracteriza la *phýsis* por tener las propiedades de la magnitud (*mégethos*), el movimiento (*kínesis*) y el tiempo (*chrónos*). Esta afirmación prepara el análisis del movimiento a la luz de estas categorías desarrollado en *Física* VI, cuyo hilo conductor articulará sus tres principios —los contrarios y el sujeto subyacente— referidos a los tres ámbitos donde se da el movimiento: lo que, en qué y cuándo. Lo que es el cuerpo que está en movimiento, corresponde al sujeto que se mueve; en qué se refiere a la afección y cuándo responde al hecho de que todo movimiento se produce en el tiempo. Por lo tanto, los tres principios aparecerán condensados en el estudio del movimiento del libro VI, donde se define como fenómeno unitario en la entidad que se despliega en el lugar y tiempo.

Una vez mostrado que un continuo no se reduce a indivisibles, Aristóteles tratará los tres tipos de continuo que intervienen cuando una entidad está en movimiento: magnitud, tiempo y movimiento.⁴⁶ De entrada, se ponen en relación los términos bajo la misma categoría de cantidad continua o *mégethos* mostrando las mismas divisiones para el tiempo, el movimiento, el ser movido, el móvil y el dominio del movimiento. El capítulo 3 mostrará que en el «ahora» (*nyn*) indivisible no hay ni movimiento ni reposo (teniendo presente la aporía de Zenón de la flecha en movimiento). Así, el movimiento no se da ni en la magnitud indivisible ni en el tiempo indivisible. Con lo que tenemos que el movimiento se ha de aprehender considerando la continuidad de magnitud y tiempo, tal como se demuestra en *Física* VI, 2, 232b 20, cuando se pone de manifiesto la divisibilidad infinita de ambos continuos a la vez a través del movimiento de un móvil.

45 *Física* VI, 4, 234b 10. Se olvidará, por lo tanto, la afirmación que había hecho Aristóteles de que, en un instante, cualquier cantidad de agua se congela por completo.

46 Se establecen relaciones de grado, mayor o menor, que luego se emplean en *Física* VIII junto con proporcionalidades entre parejas de términos..

En definitiva, el movimiento continuo evita la contradicción inherente a todo cambio constituido por puntos límite. Si no se postula la infinita divisibilidad, obtenemos un movimiento que es a la vez reposo o que se produce en un tiempo en que un móvil ni se mueve ni está en reposo.⁴⁷ La cuestión reside en evitar que exista un punto límite de magnitud o de tiempo mientras se da el movimiento, porque entonces en ese punto habrá a la vez movimiento y reposo. Esto explicaría la introducción del principio de tercero excluido para postular la infinita divisibilidad de la magnitud, el tiempo y el movimiento.⁴⁸ Estudiando el movimiento continuo, seremos capaces de hacer inteligibles procesos graduales de cambio en el seno de una entidad. La demostración aristotélica de que un móvil tiene partes refuerza esta línea interpretativa al extender la continuidad del movimiento al mismo ente móvil.⁴⁹ La entidad móvil del libro VI, como sustrato divisible en partes, es el elemento común que media en la relación que mantienen los diferentes elementos: magnitud continua y tiempo⁵⁰ en el movimiento.

Como hemos dicho, se dará la imposibilidad de que el movimiento conste de una serie de puntos o de átomos de tiempo.⁵¹ El carácter compuesto de las entidades móviles unido a la continuidad del movimiento obliga a que el tránsito de un lugar a otro no suceda de manera instantánea. Los entes móviles, en tanto estén compuestos de partes, recorrerán intervalos continuos. Este mode-

47 Y es que la división del tiempo se establece por intermediación del movimiento continuo: dados dos cuerpos móviles sobre la misma magnitud, el hecho de que el tiempo que tardan en recorrerla sea diferente para uno y otro indica que el tiempo tiene la divisibilidad del continuo. La demostración y el enunciado del problema empiezan en *Física* VI, 2, 232b 20. Antes se ha demostrado que el móvil más rápido recorre en un tiempo menor que el más lento una distancia igual. La demostración probará alternativamente la división del tiempo y de la magnitud.

48 La aplicación del tercero excluido opera cuando se refiere al cambio por contradicción en *Física* VI, 4, 235b 15.

49 En *Física* VI, 10, 240b 20 y ss., lo carente de partes no puede moverse. Suponiendo que un móvil cambie de AB a BC durante un tiempo D, necesariamente el móvil estará en AB o en BC durante el tiempo que cambie, o bien una parte en un sitio y otra en otro. Pero no puede estar una parte en cada sitio porque entonces estaría dividido en partes, ni tampoco puede estar todo en BC pues ya habría cambiado, ni en AB durante el tiempo que cambia pues estaría en reposo, ya que el reposo se define como el hecho de hallarse en el mismo sitio durante un tiempo.

50 *Física* V, 4, 227b 25-30.

51 La propiedad de que una magnitud continua sea divisible en partes a su vez siempre divisibles se establece empleando un razonamiento por reducción al absurdo propiamente dialéctico. Se empieza planteando la posibilidad de que la magnitud se resolviera en indivisibles, exponiendo las consecuencias contradictorias a que conduciría esta posibilidad: el movimiento mismo estaría formado por elementos que estarían en reposo en cualquiera de las partes del movimiento, y a la vez en movimiento en su totalidad. Por lo tanto, rechazando la contradicción que se seguiría de que el todo de un movimiento estuviera formado por elementos en reposo, se niega la premisa de partida y se afirma la opuesta: que el movimiento es infinitamente divisible. Las partes del movimiento han de ser homogéneas en la totalidad del movimiento.

lo está presente en el concepto mismo de rapidez. La noción de rapidez no se emplea para el análisis de partes de un mismo movimiento, sino que se aplica a como mínimo dos movimientos considerados globalmente.⁵² Aristóteles mide el movimiento en relación con el lugar y el tiempo pero comparados con otro móvil, sin ocuparse del movimiento de un móvil a lo largo de una magnitud dada. Durante un tiempo determinado tal motor ha producido tal cambio, y durante el mismo tiempo otro motor ha producido un cambio más grande o más pequeño. En el libro VI, la mayoría de los razonamientos presuponen una noción de rápido y lento bajo el prisma de la relación sin definirse el concepto de rapidez por sí mismo.⁵³ Lo que se define en *Física* VI, 2 es que el móvil más rápido es el que recorre mayor magnitud en el mismo tiempo que otro móvil o recorre la misma magnitud en un tiempo más pequeño.⁵⁴ Rapidez y lentitud no son especies de movimiento sino resultados de medición presentes en cualquier movimiento.⁵⁵ En *Física* VI, 2, 232b 27 se compara la rapidez de los móviles tomando una magnitud y estableciendo cuál es el que la recorre en menos tiempo. Aristóteles nunca compara el tiempo que un mismo móvil tarda en recorrer un mismo tramo. Se limita a computar al final del movimiento en términos de cantidad de tiempo en que lo ha recorrido.

Además, la posibilidad de que una entidad simple sin partes estuviera en movimiento repercutiría en el modo que tenemos de concebir el tiempo. Equivaldría a un movimiento instantáneo avanzando instante a instante que pasaría a estar compuesto de horas.⁵⁶ Mientras el cuerpo esté compuesto de partes, es imposible que pueda trasladarse instantáneamente en *kinesis*. De todos modos

52 Siguiendo la indicación de François De Gandt (*La physique d'Aristote et les conditions d'une science de la nature*, J. Vrin, París, 1991), interpretamos *homotachés* no como «igual velocidad» sino como «igualmente rápido» para no dar pie al sustantivo *velocidad*, que no aparece en los textos de la *Física*.

53 Sólo existe un lugar en *Física* VI, 7 donde se refiere a variación de rapidez sobre un mismo movimiento. El movimiento puede desarrollarse *isotachós* o *mè isotachós* (*Física* VI, 6, 237b 26, b 34, 238a 5). Es decir, el movimiento puede aumentar, disminuir o permanecer constante (*Física* VI, 6, 237b 5-6).

54 En *Física* VI, 2, 232b20-233a 10, la divisibilidad hasta el infinito del tiempo resulta de la divisibilidad de la magnitud por el intermedio del movimiento comparando el movimiento de dos móviles: «Pour déduire cette divisibilité, on ne considère pas des mouvements au cours de leur parcours. On construit par étapes des segments de grandeur et de temps de plus en plus petits, en considérant sur ces espaces et ces temps des mouvements globaux. "Plus rapide" et "plus lent" ne s'appliquent qu'à des mouvements pris dans leur totalité, et mettent en relation des intervalles de temps et de grandeur considérés en bloc. Ce qui se passe entre le début et la fin de chaque mouvement particulier n'a aucune importance pour le raisonnement». GANDT, *op. cit.*, p. 102

55 *Física* V, 4, 228b 25.

56 «[...] que el tiempo estuviese compuesto de horas, en cuyo caso completaría en cada hora un movimiento o cambio, de suerte que jamás estaría en el proceso de estar moviéndose, sino siempre en la condición de haberse movido.» *Física* VI, 10, 240b 30.

Aristóteles explorará la posibilidad del movimiento por *kinémata*. Este movimiento sería compatible con la continuidad siempre y cuando no sea un recorrido de puntos en acto. En concreto, es en el libro VI donde se plantea la constitución del continuo por indivisibles paralelamente al estudio de tiempo, magnitud y movimiento. Cada una de estas entidades tiene su átomo o elemento indivisible: el punto para la magnitud, el instante para el tiempo y el *kinema* para el movimiento,⁵⁷ que se entendería como la situación alcanzada después de un movimiento. Carteron⁵⁸ la traduce como «acabamientos de movimientos» o bien como «movimientos cumplidos». Hay movimiento bajo la forma de posiciones sucesivas alcanzadas en diversos momentos del tiempo, nunca bajo la forma de movimiento efectivamente en curso.

Un móvil se mueve continuamente (*sunechôs kineîtai*) si no está ausente en el dominio en el que se mueve (*toû prágmatos en hô kineîtai*).⁵⁹ Este movimiento continuo no se reduce al movimiento local. También se aplica a movimientos que no son locales, remarca De Gandt, para quien estos *kinémata* podrían ponerse en relación con la teoría cuántica que relativiza la noción de trayectoria: «Dans un registre légèrement différent, les raisonnements de physique quantique pourraient également servir à illustrer cette idée d'un changement composé uniquement de *kinémata*».⁶⁰

De aquí no hemos de inferir que el móvil no tenga lugar en cada tramo del recorrido. La concepción aristotélica del movimiento no admite que el móvil carezca de lugar mientras se mueve, aunque deje abierta la posibilidad de que el lugar no esté determinado puntualmente, en el interior de un intervalo. Cuando considera un movimiento, lo que está determinado es el todo del intervalo y no las posiciones puntuales que desembocarían en las aporías de Zenón. Para Aristóteles el movimiento en un instante no deja de ser la consideración de un límite en un análisis y, por consiguiente, la de-terminación o finalización del movimiento.

A juicio de Owen,⁶¹ la exigencia de que un cuerpo, al moverse, lo haga dentro de un intervalo de tiempo, impidió a Aristóteles establecer el movimiento

57 La noción de *kinema* aparece en *Física* VI, I, 232a 9, 241a 4.

58 CARTERON, Henri, *La notion de force dans le système d'Aristote*, Jean Vrin, París, 1923.

59 *Física* V, 3, 226b 27-31.

60 DE GANDT, «Sur la détermination du mouvement selon Aristote et les conditions d'une mathématisation». En: DE GANDT, François, y SOUFFRIN, Pierre (eds.), *La physique d'Aristote et les conditions d'une science de la nature*, Librairie Philosophique Jean Vrin, Actes du colloque organisé par le séminaire d'Epistémologie et l'histoire des sciences de Nice, p. 94.

61 OWEN, G. E. L., «Aristotelian Mechanics», *Logic, Science and Dialectic*, 331, citado en WHITE, Michael J., *The Continuous and the Discrete*, Clarendon Press, Oxford, 1992.

en un instante temporal y desarrollar la idea de velocidad instantánea. Por ser incapaz de tratar la rapidez en un instante, Aristóteles no alcanza, en su sistema, un concepto de velocidad inicial, o lo que es igualmente importante, la fuerza requerida para iniciar el movimiento de un cuerpo móvil. No pudiendo reconocer un momento en el cual el cuerpo empieza a moverse, su idea de fuerza se restringe a la causa de los movimientos que son completados en un periodo de tiempo determinado. Y como no puede considerar un movimiento causado por una fuerza inicial, no alcanza el corolario newtoniano de que si una fuerza F es suficiente para empezar un movimiento, la continua aplicación de F debería producir no sólo la continuación del movimiento sino un cambio constante, es decir, la aceleración. Pero como hace notar White: «to be moving at an instant is, from the perspective of Newtonian mechanics, a purely metaphysical issue. In other words, Newtonian mechanics is metaphysically neutral with respect to the issue of motion at an instant».⁶² Cualquier opción ontológica que tomemos no afectaría a la noción de movimiento en un instante, que se concibe como una relación entre términos. De hecho, White considera que será el método geométrico representado por la intensión y remisión de formas desarrollado por Nicolás de Oresme el que tendrá mayor significancia para el desarrollo de la noción de velocidad infinitesimal en el desarrollo de la física matemática que se apoya en la relación entre las determinaciones cualitativas y cuantitativas, como veremos luego.

Nuestra propuesta para hacer inteligible la problemática del movimiento aristotélico pasa entonces por ceñirse al método de clasificación categorial de los distintos tipos de movimiento y su posible intersección. Una vez aislados los elementos comunes presentes en todo cambio —a saber, el sustrato y los contrarios—, hemos hallado en el análisis de la continuidad del movimiento concernidas las categorías de lugar, tiempo y entidad.⁶³ Si demostramos que estas determinaciones están operando también en el resto de tipos de movimientos categoriales, habremos conseguido una clasificación de las distintas especies de movimiento en el interior de los dominios categoriales. La dificultad que tenemos es grande porque los tipos de movimientos pertenecientes a géneros diferentes no son comparables, ni siquiera los movimientos bajo un mismo género.

62 WHITE, *op. cit.*, p. 177.

63 «[...] se puede preguntar si todo movimiento es comparable a todo movimiento o no. Si todo movimiento es comparable, y si es de velocidad igual (*homotachés*) lo que es movido igualmente en un tiempo igual, entonces [...], *Física* VII, 4, 248a 10-12.