

# HOLISMO LOCAL Y CAMBIO SEMÁNTICO EN LA TEORÍA DE KUHN: ARISTÓTELES, NEWTON Y LA INCONMENSURABILIDAD TAXONÓMICA\*

LOCAL HOLISM AND SEMANTIC CHANGE IN THE  
KUHN'S THEORY: ARISTOTLE, NEWTON AND THE  
TAXONOMIC INCONMENSURABILITY

DANIEL LABRADOR-MONTERO  
Universidad de Salamanca  
Salamanca, España  
danilabra@usal.es

<https://orcid.org/0000-0001-5095-1021>



## RESUMEN

El objetivo de este artículo es ahondar en la tesis de la inconmensurabilidad taxonómica defendida por Kuhn a partir de los años ochenta. Según el autor estadounidense, la inconmensurabilidad entre teorías, en esta versión más local y moderada, es el resultado del cambio semántico de algunos términos centrales, a los cuales denomina “categorías taxonómicas”. Según Kuhn, dichos términos están interdefinidos holísticamente, de manera que la modificación del significado de uno de ellos implica una redefinición del resto. Para extraer ejemplos de tal holismo local y de la reestructuración semántica que se produce tras una revolución científica, Kuhn acude a la física aristotélica y newtoniana. Sin embargo, aunque los considera ejemplos de gran relevancia y los utiliza como pruebas concluyentes de sus ideas, no los desarrolla en profundidad. Por lo tanto, este

\* Este artículo se debe citar: Labrador-Montero, Daniel. “Holismo local y cambio semántico en la teoría de Kuhn: Aristóteles, Newton y la inconmensurabilidad taxonómica”. *Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia* 24.48 (2024): 233-275 <https://doi.org/10.18270/rcfc.4409>

artículo se propone comprobar de manera más detallada si un análisis de tales teorías apoya la tesis de la inconmensurabilidad taxonómica.

**Palabras clave:** holismo; inconmensurabilidad; categoría taxonómica; cambio semántico; Kuhn; Aristóteles; Newton.

#### ABSTRACT

This article aims to delve into the concept of taxonomic incommensurability as advocated by Thomas Kuhn from the 1980s onward. According to Kuhn, in this more local and moderate interpretation, the incommensurability between theories results from the semantic alteration of certain central terms, which he refers to as 'taxonomic categories'. He argues that these categories are holistically inter-defined, such that altering the meaning of any one term necessitates a redefinition of the others. To draw examples of such localized holism and the semantic restructuring that ensues following a scientific revolution, Kuhn frequently references the physics of Aristotle and Newton. However, although he identifies these instances as significant, his treatment of them lacks depth. Consequently, this article seeks to thoroughly examine whether an in-depth analysis of these theories substantiates the thesis of taxonomic incommensurability.

**Keywords:** Holism; incommensurability; taxonomic category; semantic change; Kuhn; Aristotle; Newton.

## 1. INTRODUCCIÓN

En la compilación *El camino desde la estructura*, que contiene los ensayos más relevantes de las dos últimas décadas de vida de Thomas S. Kuhn (1922-1996), uno de los principales temas es la reflexión sobre la inconmensurabilidad, ya madurada tras las numerosas críticas recibidas. Allí, Kuhn se aleja de los argumentos más idealistas expuestos en *La estructura de las revoluciones científicas* (1970) y obvia, en gran parte, la metáfora del “cambio de visión” para centrarse en la relación entre “estructuras lingüísticas”. La inconmensurabilidad entre teorías aparece, más que nunca, como intraducibilidad (o como la imposibilidad de la traducción total), es decir, como la inviabilidad de encontrar un lenguaje común en el que pueda darse la traducción sin pérdida (Kuukkanen 2012<sup>1</sup> ; Mayoral de Lucas 2017). Por tanto, utilizando palabras de Rorty (1983), la inconmensurabilidad implica que no existe un discurso neutro a través del cual llegar a un acuerdo. Ahora bien, que no haya una medida común no implica que no puedan compararse teorías. La intraducibilidad no cierra el paso a la interpretación hermenéutica y al aprendizaje de otros lenguajes como herramientas necesarias para el historiador (cf. Kuhn 2002a [1982]).

En concreto, según Kuhn (2002a [1982]), en el cambio paradigmático se produce una alteración semántica en una serie de términos que se *interdefinen* —los términos de clase o categorías taxonómicas— que impide cualquier tipo de reproducción de las viejas teorías a través del nuevo vocabulario. Esta inconmensurabilidad local, provocada por el cambio semántico de una serie de términos centrales interconectados, ha sido denominada a menudo “inconmensurabilidad taxonómica”. Este calificativo se debe al concepto de “categoría taxonómica” utilizado por Kuhn. Según este, dichas categorías están en la base no solo de la conceptualización y ordenación de los fenómenos, sino incluso en la elección y determinación de aquellos

---

<sup>1</sup> Según Kuukkanen (2012), la noción de “cambio de significado” de Kuhn es compleja y plural. Además, argumenta que la ciencia cognitiva respalda la propuesta del cambio de significado kuhniano como aspecto relevante para hacer historia de la ciencia.

objetos y procesos que son considerados o no en una investigación científica. Por tanto, la inconmensurabilidad taxonómica hace referencia a cómo dos científicos educados en dos teorías distintas organizan y clasifican el mundo de manera distinta. Desde esta óptica, un newtoniano no solo entiende y conceptualiza el movimiento de manera distinta a un aristotélico, sino que, incluso, difiere en los fenómenos que cataloga como movimiento.

Teniendo en cuenta esto, el trabajo del historiador consiste en acudir a dicho léxico y aprenderlo, para así poder interpretar las teorías antiguas teniendo en cuenta que la relación holista entre sus términos determina los diferentes significados. Eso mismo hace el propio Kuhn cuando se para a analizar la física aristotélica y la newtoniana, es decir, intentar dar con esas categorías taxonómicas, con esas interrelaciones que hacen que alguien educado en la mecánica newtoniana no pueda establecer una estructura coherente a la obra y argumentación de Aristóteles sin haber hecho un exhaustivo trabajo hermenéutico previo.

En su famoso texto *¿Qué son las revoluciones científicas?*, Kuhn (2002b [1987]) utiliza la teoría de Aristóteles como ejemplo de interdefinición holística de categorías taxonómicas. En algunos pasajes, el autor estadounidense, sin entrar en gran profundidad, señala la interconexión semántica entre los términos esenciales de la teoría aristotélica y los compara y diferencia de nociones semejantes en la teoría de Newton (cf. Kuhn 2002b [1987] 28-31). Lo que quiere demostrar Kuhn es que, fruto de esa interdefinición, el cambio de significado de una de las categorías taxonómicas implica que las demás cambien y que toda la teoría sea modificada o incluso derrocada. Es decir, los términos de clase codependen semántica y teóricamente los unos de los otros. Además, Kuhn no duda en afirmar que este holismo semántico no solo afecta a “cómo se conectan” los términos científicos con la naturaleza, sino incluso que conjunto de objetos y fenómenos se consideran dignos de atención científica. En este sentido, “ejemplos de movimientos que habían sido paradigmáticos para Aristóteles —de bellota a roble, y de la enfermedad a la salud— no eran movimientos en absoluto para Newton” (Kuhn 2002b [1987] 42). Así, para Kuhn, el carácter holista del léxico nuclear de una teoría científica otorga un modo concreto de categorización o conceptualización de la realidad estudiada. De esta manera, una revolución

científica se caracteriza por una redefinición y reconexión de esos términos de clase y “ya que tal redistribución afecta siempre a más de una categoría, y ya que esas categorías se interdefinen, esta clase de alteración es necesariamente holista” (Kuhn 2002b [1987] 43).

Por otra parte, en *Mundos posibles en la historia de la ciencia*, Kuhn (2002c [1989]) realiza un ejercicio parecido con la teoría de Newton, es decir, analiza y afirma la codependencia semántica y teórica de algunas categorías taxonómicas de la teoría newtoniana, como “fuerza” o “masa”. En dicho texto, intenta argumentar que algunos de esos términos de clase no se pueden aprender por separado, sino que, por el contrario, debe darse una introducción integral a tales conceptos junto con el propio aprendizaje de la teoría. De nuevo vuelve acudir a la comparación con la teoría aristotélica, como se puede apreciar en algunas partes (cf. Kuhn 2002c [1989] 88-9) y también con la teoría einsteiniana (cf. Kuhn 2002c [1989] 95). En definitiva, se puede observar que el cambio paradigmático producido entre la física aristotélica y la newtoniana ocupaba para Kuhn un importante papel en este momento de su pensamiento, especialmente en lo relativo al nexo entre inconmensurabilidad y holismo semántico.

De este modo, el estudio del cambio teórico desde el paradigma aristotélico al newtoniano proporciona, según Kuhn, pruebas para aseverar que “con escasas excepciones los términos individuales no tienen en absoluto un significado” (Kuhn 2002c [1989] 99). Es decir, los términos científicos solo adquieren significado en relación con otros y bajo el marco de una teoría. Esto lo afirma mientras rechaza la dicotomía entre términos teóricos y observacionales, por lo que la realidad que experimenta el científico, los fenómenos que selecciona y cómo los categoriza dependen de esas interconexiones semánticas. Respecto a esto Kuhn es contundente: “aquellos que afirman la independencia de la referencia y el significado también afirman que la metafísica es independiente de la epistemología. Ningún punto de vista parecido al mío es compatible con esta separación” (Kuhn 2002c [1989] 99). Por esta razón, el holismo semántico estaría en la base de la inconmensurabilidad, ya que una estructura léxica y un lenguaje científico concretos generan distintos modos de conocer y categorizar los fenómenos y, con ello, otorgan al mundo estructuras metafísicas distintas.

Así las cosas, tomando como eje estas tesis, el presente artículo tiene como objetivo comprobar en qué medida son válidas las ideas de Kuhn acerca del holismo semántico y la inconmensurabilidad entre dichos términos de clase de las teorías aristotélica y newtoniana. Por esta razón, es conveniente destinar un primer apartado a detallar cómo el joven Kuhn, con tan solo 25 años, se enfrentó al estudio de la física aristotélica en un intento de descubrir el progreso científico desde la teoría del griego a la mecánica newtoniana. Sin embargo, tal acercamiento a la obra de Aristóteles provocó que experimentara por primera vez la inconmensurabilidad entre teorías. Lejos de encontrar el desarrollo gradual de una ciencia, Kuhn halló dos mundos distintos: el aristotélico y el newtoniano. Este fue el germen de sus ideas acerca de las revoluciones científicas y la inconmensurabilidad (Wray 2021).

Posteriormente, se analizarán algunos aspectos de la obra de Aristóteles, para después pasar a la de Newton, intentando establecer conexiones más profundas y extensas de las que se presentan en los textos de Kuhn, pues el propio pensador americano reconoce que sus observaciones a este respecto son “simplificadas o incompletas” (Kuhn 2002b [1987] 31). Es necesario tener en cuenta que, aunque con pretensiones algo distintas, recientemente se ha publicado un artículo en el que se evalúa la cuestión de la inconmensurabilidad local entre la física newtoniana y la teoría de la relatividad (Cadavid-Ramírez & Arias-Vélez 2021), algo que ya Kuhn había tratado sucintamente en 1962 en *La estructura* (cf. Kuhn 1970 149). Así, este artículo complementa tal estudio. Finalmente, en un apartado posterior se revisarán, en el marco de la teoría kuhniana, las implicaciones filosóficas del examen realizado en los dos apartados anteriores.

Por último, es oportuno acabar este apartado introductorio haciendo una aclaración. Mucho se ha escrito sobre la transición entre la teoría aristotélica y la mecánica clásica sobre las revoluciones copernicana y newtoniana que conllevaron el destronamiento de la astronomía del filósofo griego y sobre las numerosas aportaciones de grandes pensadores a lo largo de los veintiún siglos que separan a un paradigma del otro. Por ello, con el análisis que aquí se presenta no se quiere contribuir a una “historia de genios” en la que Aristóteles y Newton sean los únicos nombres resaltados en esa larga trayectoria. Desde luego, la llamada revolución newtoniana

ni acabó ni comenzó con Newton. Como explica Kuhn en *La revolución copernicana* (1996), dicha revolución conceptual comenzó con Copérnico, fundamentalmente, y culminó con la asimilación del universo newtoniano. De ahí la importancia de este inciso para evitar lo que Voltaire imputó a la sociedad inglesa del siglo XVIII: tratar a Newton como al “Hércules de la fábula, a quien los ignorantes atribuían todas las hazañas de los otros héroes” (Voltaire 2010 [1734] 63). Por ende, no se quiere subestimar, por ejemplo, la importancia del debate medieval acerca de la obra de Aristóteles —el cual, como dice la famosa frase de Pico della Mirandola, “sería mudo sin Tomás de Aquino”, en clara referencia a la aportación de los comentaristas— ni las imprescindibles aportaciones de Galileo, Kepler, Hooke, Descartes o Huygens, entre otros, pero resulta del todo fundamental centrarse en esos dos autores para orientarse a los objetivos específicos de este trabajo. En cambio, el presente análisis conceptual-terminológico recoge, en cierta medida, la crónica de un cambio en el que la historia se introduce en la semántica. Y es que Aristóteles era un amplio conocedor de las ideas de su mundo, y eso queda plasmado, con la particularidad de una excelencia sin igual, en sus conceptos y en el uso que da a estos. Lo mismo podemos decir de los planteamientos de Newton, que recogen su deuda (a veces de forma reconocida y otras veces no) de los destructores de la física aristotélica y de los impulsores de la revolución moderna de la ciencia.

## 2. LA EXPERIENCIA ARISTOTÉLICA DE KUHN

La elección de este estudio de caso para evaluar la tesis de la inconmensurabilidad taxonómica no es casual. Kuhn se acercó a la teoría aristotélica en 1947 en un intento de comprender los orígenes históricos de la mecánica newtoniana. Esto supuso un punto de inflexión en su pensamiento pues le llevó a “vislumbrar” por primera vez la inconmensurabilidad (Hoyningen-Huene 2015). Kuhn describe en tres ocasiones lo que algunos autores, como George Reisch (2016), no dudan en llamar “epifanía aristotélica”: la primera de ellas en 1977, en el prefacio de su *The Essential Tension* (cfr. Kuhn 1993a 11-14), la segunda en su ensayo de 1987; *Qué son las revoluciones*

*científicas?* (Kuhn, 2002b [1987]), y, en última instancia, en la entrevista *Una conversación con Thomas Kuhn*, publicada en *El camino desde la estructura* (Kuhn 2002e).

Lo más importante es que en los tres casos Kuhn habla de su “experiencia aristotélica” como una revelación. Paweł Jarnicki y Hajo Greif (2022) cuestionan la importancia que le da Kuhn a su estudio sobre historia de la mecánica y argumentan que infravalora el impacto que tuvo en su pensamiento la lectura de la teoría de Ludwik Fleck en 1949. En cualquier caso, es evidente que para Kuhn el estudio histórico que realizó fue un elemento determinante para que decidiera cambiar su vida académica y dedicarse a la historia de la ciencia para, finalmente, poder hacer filosofía (Wray 2021 18). Por ello, es oportuno detenerse brevemente en qué obtuvo Kuhn de su acercamiento a la física de Aristóteles y qué cuestiones examina. Así, posteriormente, se podrá mencionar cómo este artículo completa su análisis.

De los textos citados de Kuhn se concluye que, según él, su estudio histórico de Aristóteles le llevó a apreciar por primera vez los siguientes aspectos relevantes para su filosofía de la ciencia: 1) la autonomía semántica y epistémica de las teorías científicas; 2) la interrelación holística entre sus componentes; 3) la inconmensurabilidad; 4) que el desarrollo de la ciencia es discontinuo, no acumulativo y no implica aproximación a una verdad absoluta; 5) que las revoluciones científicas implican cambios súbitos en la organización epistémica de los fenómenos, en la categorización de la realidad y en los objetivos de una ciencia concreta.

Ahora bien, ¿cómo llegó a tales tempranas conclusiones a través de dicho estudio? Kuhn (2002b [1987] 26) confiesa que, en un primer momento, se sintió frustrado y juzgó a Aristóteles como “un físico terriblemente malo”. Sin embargo, esto se debía a que estaba leyendo al estagirita desde las categorías newtonianas. No había aprendido adecuadamente su léxico ni había profundizado en su contexto filosófico y en los verdaderos propósitos de su obra. Estaba siendo testigo directo de los efectos de la incomensurabilidad. Sin embargo, cuando se esforzó y realizó un arduo ejercicio heurístico, todas las piezas se ordenaron repentinamente y se convenció de que esa transformación súbita que él experimentó es, en lo esencial, lo que experimentan los científicos en una revolución (Kuhn 2002b [1987] 27). El punto de inflexión fue comprender algunos aspectos de la tradición aristotélica, especialmente que el



proyecto de Aristóteles era entender el cambio de cualidad en general (Kuhn 1993a 11), pero también necesitó aprender el significado de algunos términos esenciales y la importancia de su cosmología para su mecánica.

Partiendo de esta descripción, Kuhn analiza brevemente solo algunos aspectos que demuestran, a su juicio, la interdefinición de las categorías taxonómicas en la teoría de Aristóteles. En dicha interdependencia radicaría la causa de la inconmensurabilidad pues en una revolución dichos “términos de clase” se ven modificados en conjunto necesariamente. Así, Kuhn evalúa sucintamente 1) la “física cualitativa” de Aristóteles y la diferencia de significado entre su término *movimiento* y el de Galileo o Newton; 2) la imposibilidad de incluir el vacío en la teoría del griego. Analizando estos dos aspectos, intenta mostrar la interconexión holista entre los distintos elementos de la física aristotélica, argumentando que el cambio de significado de uno de ellos implica un “efecto dominó” sobre los otros. Este holismo semántico estaría en la base de la inconmensurabilidad entre la teoría aristotélica y la newtoniana, ya que los términos centrales tienen distintos significados en una teoría y en otra. Por este motivo, es necesario hacer un análisis más integral que el de Kuhn y explorar en qué medida tiene razón y son acertadas sus conclusiones.

### **3. LA FÍSICA ARISTOTÉLICA: UNA TEORÍA ALREDEDOR DEL CONCEPTO DE MOVIMIENTO**

#### **3.1. CAMBIO Y MOVIMIENTO**

Según Kuhn, la física-cosmología aristotélica destaca por su carácter holista. De hecho, él explica su experiencia intentando comprender la doctrina del estagirita (Kuhn 2002b [1987] 26-28) y cómo en un primer intento fracasó en su misión precisamente porque en esa inicial tentativa no fue capaz de obtener una visión de conjunto, es decir, no había aprendido las interconexiones semánticas entre los términos centrales de la teoría aristotélica. Sin embargo, continuó esforzándose y una vez logró configurar dicho rompecabezas de interrelaciones la comprensión de

la teoría fue tan abrupta como lo es, según él, la transformación que experimenta el científico que se instala en un paradigma nuevo:

Súbitamente, los fragmentos en mi cabeza se ordenaron por sí mismos de un modo nuevo, encajando todos a la vez. Se me abrió la boca porque de pronto Aristóteles me pareció un físico realmente bueno, aunque de un tipo que yo nunca hubiera creído posible. Ahora podía comprender por qué había dicho lo que había dicho [...]. Este tipo de experiencia —las piezas ordenándose súbitamente por sí mismas y apareciendo juntas de un modo nuevo— es la primera característica general del cambio revolucionario [...]. (Kuhn 2002a [1982] 27)

Según Kuhn, el eje de la teoría aristotélica es el término movimiento, al que de forma más directa o indirecta refieren los demás conceptos de especial relevancia. Es menester, por tanto, comenzar con un análisis de este para después reflexionar sobre el resto de los conceptos que conformarían, en términos de Kuhn, una taxonomía léxica. Como se ha señalado, el físico estadounidense realiza un breve examen a este respecto en *¿Qué son las revoluciones científicas?* (2002b [1987] a modo de ejemplificación de lo que supone conceptual y lingüísticamente una revolución científica. En este apartado se intentarán dar unos pasos más de los recorridos en dicho texto.

En primer lugar, como el propio Kuhn destaca (2002b [1987] 28), el concepto de movimiento es lo primero que resulta problemático a la hora de introducirse en la física aristotélica. Mientras que en las mecánicas galileana y newtoniana el movimiento se restringe al “cambio de posición”, Aristóteles partía de un concepto mucho más amplio de movimiento, en ocasiones sinónimo de “cambio en general”<sup>2</sup>. El movimiento es un tipo de cambio que engloba tanto el movimiento local como

---

<sup>2</sup> Entendamos por este el cambio de un “sujeto” a otro “sujeto”, ya que la corrupción y la generación quedan excluidas como movimientos pues “no hay movimiento fuera de las cosas” (*Física* III I 200b32) y un movimiento necesita un “desde dónde” y un “hacia dónde” (cf. *Física* V I) y el no-ser no implica un dónde.

el cambio cuantitativo y cualitativo. Por lo tanto, el significado de movimiento está irremediabilmente ligado al de los términos *lugar*, *cualidad* y *cantidad*. En este artículo, el interés lo demanda el concepto de lugar. Sin embargo, antes resulta necesario hacer otro tipo de aclaraciones.

Para Aristóteles el objeto de la física o filosofía natural son los *seres mutables*, que están sometidos a cambio y son independientes. Esto otorga al “movimiento” un papel central en su comprensión de la naturaleza. Para el filósofo griego, la realidad del movimiento es algo que no se puede dudar, algo que obtenemos de forma evidente por *epagogé* (experiencia o inducción) (*Física* I II 185a13-14). Tanto es así que incluso la naturaleza (*physis*) es definida en relación con el movimiento<sup>3</sup>: “la naturaleza es un principio y causa del movimiento o del reposo en la cosa a la que pertenece primariamente y por sí misma, no por accidente” (*Física* II I 192b21-22). De esta forma, lo natural es aquello que guarda en sí un “principio de movimiento” —y, por ello, también de reposo—, mientras que los artefactos (los productos del arte) no tienen dicha “tendencia natural al cambio”, es decir, no tienen la capacidad motriz *en sí*, sino que se mueven accidentalmente.

Como se señalaba, el movimiento es un extenso subconjunto del conjunto que engloba a todos los cambios, y si hay algo novedoso en este concepto de cambio con respecto a sus antecesores es el remplazo de una simplista estructura diádica del cambio entre dos contrarios por una triádica. Con esto, el filósofo de Estagira quiere remarcar que *en todo cambio algo se mantiene*, contradiciendo el “todo fluye, nada permanece” de Heráclito, y eso que persiste es el “sujeto” o “substrato” (*hypokeímenon*) (cfr. *Física* I VII). De esta forma, Aristóteles quiere mostrar que el cambio no es, o al menos no solo es, el paso de un ser a su contrario, esto es, a su no ser (*aniquilación* o *destrucción*), sino que puede darse un “cambio de estado” de una misma cosa. Esto es el movimiento a nivel fundamental, un cambio de estado que se da de forma procesual en un sujeto o substrato que se mantiene. Como señala Alexandre Koyré

<sup>3</sup> Aristóteles indica que si ignorásemos lo que es el movimiento ignoraríamos lo que es la naturaleza (*Física* III I 200b14-15).

(1980 11) en sus *Estudios galileanos*, para Aristóteles el movimiento “es un proceso, un devenir en el cual, y mediante el cual se constituyen, se actualizan, se realizan los seres”. Se puede apreciar, por tanto, lo íntimo de los términos *cambio* y *movimiento*.

Como explica Kuhn, el principal rasgo de los términos de clase es que se interdefinen unos a otros. Así, de la misma manera que *physis* se define en función de *movimiento*, este último lo hace en relación con *naturaleza*, es decir, existen los movimientos que son *por naturaleza* y los que no lo son (*violentos*). Esto, a su vez, implica mantener un supuesto muy importante, a saber, que *todo lo que se mueve es por algo*, sea “por sí mismo” o por otro, reservándose lo primero para lo natural<sup>4</sup>. En definitiva, que una cosa tenga el principio de movimiento de forma esencial —que se mueve por sí misma— es lo que la hace natural, mientras que el movimiento es “por naturaleza” cuando se rige por tal principio. También el reposo se define a través de la noción de naturaleza, pues algo está en reposo, en sentido estricto, cuando ha alcanzado su lugar natural. Ahora bien, solo puede estar en reposo aquello que tiene el principio de movimiento, luego el reposo es la “privación del movimiento en aquello que puede recibir movimiento” (*Física* v II 226b15-16), pero en la medida en la que el fin del movimiento es *acto*. Esta sutil diferencia nos muestra que el reposo no es simple inmovilidad como en la mecánica clásica del siglo xvii.

Ahora sí se puede entender la definición aristotélica de movimiento (*kinesis*) como “la actualidad de lo potencial, cuando al estar actualizándose opera no en cuanto a lo que es en sí mismo, sino en tanto que es movable” (*Física* III I 201a28-29). Aristóteles quiere resaltar el carácter procesual del movimiento y, por ello, utiliza la palabra *energeia* (actualización) y no *entelecheia* (actualidad) (cf. Chen 2009). Como señala Pierre Aubenque (1981), en la definición general de *entelecheia* hay referencia al movimiento, siendo esta el acto opuesto al movimiento en cuanto actividad, pues sería más bien el resultado del mismo, esto es, “el modo de ser de lo inmóvil, pero de un inmóvil *que ha llegado* a ser lo que es” (422). De esta forma, el movimiento natural es una actualización hacia un *telos* al que un objeto natural

---

<sup>4</sup> Lo artificial también se puede mover por sí mismo, pero no esencialmente sino solo por accidente, esto es, de forma circunstancial.

tiende por naturaleza, o sea, la causa de su movimiento es su fin, que no es otro que lograr su *eidós*. Como se puede apreciar, la causa eficiente, formal y final coinciden en este tipo de movimiento (*Física* II VII 198a25).

Esta tendencia natural a un fin explica lo que Kuhn adecuadamente denomina asimetría en el cambio (2002b [1987] 30), algo que resulta evidente en los cambios cualitativos pues una bellota se desarrolla naturalmente en un roble, pero no al revés. Esto explica, que, por coherencia del sistema, el movimiento local (*phorá*), como un tipo de cambio, tenga también que ser asimétrico. Por tanto, una piedra, por ejemplo, se mueve naturalmente hacia el centro del universo, pero no sucede lo contrario, pues tal movimiento al centro se trata de un tránsito tan natural como que de una semilla surja una planta.

### 3.2. LUGAR, ORDEN Y FINITUD

De lo anterior se deduce que para esta teoría teleológica no solo se necesita una causa o principio natural del movimiento en lo movido y movable, sino que además se requiere un *lugar natural* para cada cuerpo que se mueve por naturaleza, es decir, para cada ser que pertenece a la *physis*. Si tenemos en cuenta la influencia de los filósofos antecesores de Aristóteles, así como esta necesidad de describir un lugar natural para cada ser, era de esperar que los elementos (*stoicheia*) que componen el cosmos sean reducidos. De esta forma, Aristóteles los reduce a cinco, distribuidos entre dos esferas: la supralunar y la sublunar. La primera, incorruptible, inmutable y perfecta, queda reservada para el éter; la segunda, corruptible, mutable e imperfecta, es compuesta por los cuatro elementos que ya había introducido Empédocles, a saber, tierra, agua, aire y fuego por orden de cercanía al centro de la Tierra, que a su vez coincide con el centro del universo<sup>5</sup> (cf. *Acerca del cielo* 296b). Como es lógico,

<sup>5</sup> Esta es la forma que tiene Aristóteles de establecer un marco absoluto desde donde definir el movimiento ascendente (movimiento que aleja al cuerpo del centro del universo) y descendente (movimiento hacia el centro).

puesto que el movimiento es la actualización de un ser hacia su fin, a cada elemento en su simpleza le corresponde un solo movimiento natural y simple<sup>6</sup>, por ejemplo, al aire un movimiento rectilíneo ascendente hasta situarse debajo del área ocupada por el fuego, mientras que a la tierra le corresponde un movimiento rectilíneo descendente hacia el centro del universo, donde encontraría su lugar de reposo. En cambio, los cielos (la esfera supralunar), al estar compuestos por éter y al ser inmutables, sufren paradójicamente algo que se puede denominar *movimiento sin cambio*: el movimiento circular, que ni tiene principio ni fin ni tampoco un contrario al que oponerse. Lo realmente interesante es ver cómo en esta teoría física el movimiento rectilíneo está ligado al cambio, a la imperfección, pero a la vez a la búsqueda de la perfección, del telos, del reposo. El estado inicial es una “privación” (*stéresis*) del estado final, siendo este último el *eidos*. En cambio, en el movimiento circular no se puede apreciar un comienzo o un fin al que llegar, es ya de por sí perfecto. En las siguientes líneas se argumentará que la separación en dos esferas no es algo aleatorio, al igual que tampoco lo es la eternidad de este movimiento circular de los cielos. Sin embargo, dicha ruptura no solo se debe a cuestiones de coherencia de la teoría, como bien señala Kuhn (1996) en la *Revolución copernicana*, sino que Aristóteles, como gran conocedor de las teorías de su época, toma la idea extendida de la “majestad de los cielos” en comparación con la fragilidad e imperfección terrestre (cf. *Acerca del cielo* 270b).

Los conceptos de movimiento natural y su indisociable o incluso inherente noción de lugar natural acarrear muchas consecuencias. Para empezar, tales ideas no podrían pensarse en una concepción infinita del universo. El hecho de que el movimiento de los cuerpos naturales sea unívoco y orientado a un lugar natural específico no se puede conciliar con un cosmos infinito. El movimiento teleológico necesita de un espacio limitado, pues ¿dónde estaría, si no, el centro del universo al

---

<sup>6</sup> Si algo fuera afectado por más de un movimiento (natural y forzado), entonces estos se obstruirían o estorbarían. Esto queda muy lejos de la mecánica newtoniana donde un movimiento puede ser causa de la composición de dos o más fuerzas.

que tienden los cuerpos pesados? En un mundo infinito no habría centro. Por otro lado, “la noción de «lugar natural» traduce una concepción del orden puramente estática” (Koyré 1980 9), es decir, la tendencia al movimiento de los cuerpos naturales se debe precisamente a la búsqueda de su fin, a ordenarse en sus respectivos lugares, lo cual equivale a alcanzar el reposo. Si todo estuviera en orden, todo descansaría, solo habría lugar para el movimiento forzado. En consecuencia, el movimiento conlleva la asunción del desorden. Se puede apreciar con facilidad entonces que, si todo movimiento natural es un retorno al orden, hacia aquel lugar violado, el movimiento no puede ser un hecho que se extienda hacia el infinito (lo cual tendrá consecuencias para la noción de tiempo): “*contra naturam potest esse perpetuum*” (Koyré 1980 10). Ahora bien, si tomamos en conjunto el sistema cósmico, todo movimiento tiene como causa otro movimiento, lo que haría de este fenómeno un hecho eterno, y de ahí que Aristóteles tenga que recurrir a una esfera supralunar separada donde el movimiento sea circular, uniforme y eterno —pues el movimiento circular es el único que puede “perdurar indefinidamente” en una extensión espacial limitada— como causa del resto de los movimientos de la esfera sublunar (cfr. Koyré 1980 10-14). De esta forma, por contacto, ya que no hay causa de movimiento a distancia (cf. *Física* 202a y 243a32-245b1), la esfera celeste más próxima a la esfera sublunar trasmite el movimiento a esta<sup>7</sup>.

Una vez visto lo anterior, resulta fácil hacerse una idea de la relevancia del papel que ocupa el concepto de lugar en la física aristotélica. Si hay algo que evidencia la definición de movimiento natural es que el lugar “ejerce un cierto tipo de poder” (*Física* IV I 208b10). El lugar, lejos de ser una extensión inerte, neutra, homogénea e inactiva, como el espacio de la mecánica newtoniana, desempeña una función

---

<sup>7</sup> En Aristóteles encontramos un *principio de acción y reacción* particular y aplicado a su teoría teleológica y a sus conceptos: “[...] actuar sobre lo movable en cuanto tal es precisamente moverlo; pero lo moviente hace esto por contacto, de tal manera que al mismo tiempo experimenta también una modificación” (*Física* III II 202a5-7). El cielo, como motor o moviente que trasmite el eidos en este caso, por contacto comunica movimiento al mundo sublunar, pero no se ve influenciado por lo movido, es decir, no habría reacción alguna.

esencial. El movimiento natural es tal, precisamente, porque hay un lugar hacia el cual tienden los cuerpos naturales, y el concepto de lugar tiene sentido porque existe el movimiento en el cosmos. La suposición de que existen lugares naturales es una *conditio sine qua non* para desrelativizar el movimiento, es decir, en función del lugar natural, y en particular tomando el centro del universo como principal referencia, se puede afirmar que un cuerpo se mueve hacia arriba (alejamiento del centro terrestre) o hacia abajo (acercamiento al centro terrestre). Lugar y movimiento poseen definiciones indisociables. Pero hay algo más que resulta indispensable respecto a las características que ha de tener el lugar. El lugar es “el límite del cuerpo continente ‘que está en contacto con el cuerpo contenido’” (*Física* IV IV 212a5-6), y es inmóvil y separable del contenido (pues sino se movería con el cuerpo que contiene). Pero lo llamativo de esta definición es que se considera al lugar un cuerpo y esto implica la negación definitiva del vacío. Como consecuencia cosmológica obtenemos un universo *plenum*. Ahora bien, ¿por qué el *vacuum* resulta discordante con el resto de la teoría? La respuesta la podemos dividir en cuatro argumentos principales: 1) respecto al movimiento forzado y transmitido: “ninguna cosa singular podría moverse si existiera el vacío” (*Física* IV VII 214b29-30), porque el movimiento, por ser un proceso, necesita como causa el contacto del motor o moviente, y se rompería la cadena entre las diferentes esferas cósmicas si existiera el vacío. 2) El movimiento natural es dirigido y en el vacío es indiferenciable el *hacia dónde*, el *telos*. 3) El movimiento natural se produce por la vía más corta, tan rápido como el medio lo permite, pero en el vacío se daría una velocidad infinita y, por tanto, movimiento instantáneo (Koyré 1980 13). 4) Por otro lado, la posición —que no deja de ser una categoría cualitativa más de las sustancias— no puede entenderse separada de la materia, o sea, si la posición es algo inherente a los cuerpos no puede haber espacio o extensión sin cuerpo.

La concepción de un universo lleno es coherente, a su vez, con la necesidad de la finitud del universo, pues en un cosmos infinito también la materia sería infinita, algo impensable para el pensador de Estagira. Además, si el espacio fuera vacío, y se permitiera el movimiento a través de este, dice Aristóteles (*Física* IV VIII 215a19-21), sería necesario un movimiento rectilíneo hacia el infinito al no tener lugar y razón



por la que reposar el cuerpo. Como señala Kuhn (1996 131), el vacío y la infinitud solo serán elementos posibles una vez se le dé movimiento a la Tierra tras Copérnico.

### 3.3. EL TIEMPO ARISTOTÉLICO

Según Jesús Conill (1981), tiempo y movimiento son conceptos totalmente indisolubles en la física aristotélica y no se pueden entender por separado. Aristóteles comienza su reflexión sobre el tiempo (contenida fundamentalmente en *Física* iv 10-14) aseverando que, si bien el tiempo no puede identificarse con el movimiento, “no hay tiempo sin movimiento” (219a1). El tiempo como tal es siempre igual: mientras que el cambio se da más rápido o más despacio en referencia al tiempo, el tiempo no es rápido ni lento, en él no cambia nada (cfr. *Física* iv x). Ahora bien, el tiempo es inherente al movimiento hasta tal punto que experimentar movimiento implica experimentar el tiempo y, a la inversa, “la percepción del tiempo incluye siempre la del movimiento” de forma simultánea (Conill 1981 122). Parece que el estagirita incluye un carácter psicológico al tiempo propio de la percepción humana del movimiento, lo cual no elimina la realidad del cambio. Como indica Van Fraassen (1970), no podemos percibir el tiempo en sí, lo que lo hace conceptualmente dependiente del movimiento, que sería la condición necesaria y suficiente para la percepción del primero. Esto no implica que uno sea causa del otro, sino que simplemente se dan en correlación.

La conclusión a la que llega Aristóteles es que el tiempo es “algo perteneciente al movimiento” (*física* 219a10), pues el tiempo no se puede identificar sin el movimiento, pero tampoco es una sustancia, es decir, algo independiente, separable. “El tiempo solo se da en conexión con el ser que es en el tiempo”, es “predicado”, nunca “sujeto” (Conill 1981 132), pero esto no lo convierte en un mero accidente, ya que los accidentes no son algo necesario, es decir, se puede dar la sustancia sin ellos, y el tiempo es imprescindible para el movimiento. El movimiento, se señalaba, siempre

es un cambio de trayecto continuo<sup>8</sup>, es decir, la “magnitud”<sup>9</sup> es continua y, como consecuencia inmediata, el movimiento y el tiempo también<sup>10</sup>. Esta es la razón por la que un movimiento se puede considerar uno y único, precisamente en función del tiempo. Ahora se puede apreciar con claridad que el significado del concepto de tiempo es indisoluble del de movimiento como cambio procesual en el que un sujeto o sustrato se mantiene.

Como conclusión necesaria de todo lo anterior se extrae que, si el tiempo es indisoluble del movimiento y si, como se vio, hay una concepción estática del orden y, por lo tanto, una concepción pasajera del movimiento inherente a su teleología donde el reposo es el *telos* de todo movimiento, entonces el tiempo ha de ser obligadamente finito, pues en un mundo ordenado no habría tiempo. Esto, sin embargo, conlleva una nueva dificultad: si el tiempo acompaña siempre al movimiento, entonces el movimiento circular de los cielos que se considera eterno supondría un tiempo ilimitado. He aquí otra de las razones por las que Aristóteles necesita recurrir a *la majestad de los cielos*, pues la perfección está en los cielos imperturbables, y ser en el tiempo conlleva estar a merced de sus efectos (de cambio, corrupción, etc.). En conclusión, *lo eterno no es en el tiempo*.

#### 4. LA FÍSICA NEWTONIANA: UNA REVOLUCIÓN CONCEPTUAL

Se ha podido ver cómo en la física aristotélica diferentes conceptos centrales se inter-definen y, por ende, son dependientes unos de otros debido a sus relaciones teóricas.

---

<sup>8</sup> Se puede definir “continuo” en la teoría aristotélica como la propiedad de que los límites o extremos de dos cosas se identifican formando una unidad.

<sup>9</sup> A veces referida como lugar y otras, equivocadamente, como espacio, pues en Aristóteles no hay una teoría del espacio como tal, sino una teoría de la posición o del lugar (Ross 1957).

<sup>10</sup> La argumentación es más bien al revés, puesto que el movimiento tiene que ser entendido como continuo necesariamente, entonces el lugar (que es cuerpo) ha de serlo también. En un mundo ordenado, en reposo, en acto, el movimiento no sería necesario y, por tanto, tampoco la continuidad.

Según Kuhn, sucede lo mismo en la mecánica newtoniana, solo que esas relaciones teóricas en ocasiones son fruto de que los conceptos están insertos en leyes. A continuación, se analizarán algunas interrelaciones clave en la física del científico británico. Para ver cómo tras la revolución newtoniana se produce un cambio semántico tal que no es posible utilizar los mismos términos de forma indiferente, será necesario que se tenga en cuenta lo expuesto sobre la física aristotélica. Por ejemplo, mientras que para Aristóteles el movimiento es el concepto absoluto, en el sentido de que a través de él se definen el lugar y el tiempo, en Newton tenemos todo lo contrario, un espacio y un tiempo absolutos que enmarcan la noción de movimiento. Esta puede ser una de las razones que llevaron a Newton a comenzar sus *Principia* con ciertas definiciones necesarias para poder entender las leyes del movimiento. En el siguiente apartado se profundizará en los conceptos de espacio, tiempo y movimiento. Posteriormente, en la siguiente sección, se evaluará la relación que remarca el propio Kuhn entre los conceptos de masa y fuerza.

#### 4.1. UN ESPACIO Y TIEMPO INDEPENDIENTES PARA UN MOVIMIENTO VERDADERO

El espacio es independiente de los cuerpos y el tiempo fluye uniformemente sin importar si algo sucede en el mundo. Solo a través de estas dos premisas se puede entender la naturaleza del movimiento verdadero para Newton<sup>11</sup>, como señala Robert

---

<sup>11</sup> Sin embargo, hay autores como Belkind (2013) o Van Dyck y Verelst (2013) que señalan que tales premisas tienen un enfoque fundamentalmente metodológico en el *Scholium* de los *Principia*, mientras que aquellos que se centran en *De Gravitatione* destacan el aspecto teológico y metafísico de estas. Con todo, Janiak (2013) asegura que incluso en *De gravitatione* la naturaleza de tales argumentos es también metodológica. Sin embargo, la postura de Janiak no daría cuenta de la cantidad de argumentos y afirmaciones metafísicas que hay en tal escrito, como la aseveración de Newton de que el espacio no solo existe, sino que es la precondition para la existencia de cualquier otra cosa (cf. Newton 2004 25). En dicho texto, Newton arguye que el espacio es eterno al igual que Dios, pues si alguna vez Dios hubiera existido sin espacio hubiera existido en ninguna parte, lo cual es imposible.

Rynasiewicz (2014). Esta sustantivación del espacio y del tiempo suponía arremeter contra visiones muy arraigadas desde la Antigüedad y que no habían desaparecido en el siglo xvii. El *plenum* mantenido durante siglos y reiterado por el influyente sistema cartesiano expuesto en *Le monde* (Descartes 1986 [1664]) era puesto en cuestión por un espacio no cualitativo e incorpóreo, vacío. De hecho, según Friedman (2012 342), para la construcción de la metafísica<sup>12</sup> en la que Newton insertaría su teoría física, “lo más importante fue rechazar decisivamente la identificación de Descartes de la materia con la extensión y defender, en consecuencia, el concepto de espacio absoluto (vacío) que existe con anterioridad e independientemente de la materia”, algo que se explicita contundentemente en su no publicado *De gravitatione* (Newton 2004 22). Solo teniendo en cuenta esto se puede entender el comienzo de la *Decimocuarta carta* de Voltaire titulada *Sobre Descartes y Newton*: “un francés que llega a Londres encuentra las cosas muy cambiadas en filosofía, como en todo lo demás. Ha dejado el mundo lleno; se lo encuentra vacío” (2010 [1734] 60).

Dos aspectos fundamentales tuvieron que cambiar, señala Koyré (1965) en sus *Études newtoniennes*, para que se produjera una revolución de esta índole: la destrucción del concepto de cosmos y la geometrización del espacio. Con “destrucción del cosmos”, que puede parecer una expresión algo confusa, Koyré se refiere al abandono de conceptos como perfección o armonía y, lo más importante, al rechazo de las causas formales y finales, además de un cambio de enfoque de lo que era un mundo en devenir y cuya esencia es el cambio por el “mundo del ser” (Koyré 1965 6-8). En cuanto a la segunda, Koyré se refiere al establecimiento de una visión realista de la geometría euclidiana. Como se puede apreciar, el cambio conceptual es de gran magnitud y, por ello, según la argumentación kuhnianna, el término *movimiento* muta de significado junto con el resto de los que formarían el léxico o esquema conceptual, como *espacio*, *tiempo*, *fuerza* o *masa*. Los dos últimos serán tratados de-

---

<sup>12</sup> Los estudios acerca de las implicaciones filosóficas, especialmente metafísicas, de la teoría de Newton se han multiplicado en las últimas décadas. Algunas publicaciones relevantes son las Janiak (2008, 2010, 2013), Stein (2002), Belkind (2021) y Schliesser (2012, 2013).

talladamente en el siguiente apartado pues es menester mostrar con anterioridad la ligazón teórica y semántica entre el movimiento, el espacio y el tiempo newtonianos.

Un elemento esencial para entender el holismo local que destaca Kuhn en la teoría de Newton y la necesidad de introducir estos conceptos adjetivados de absolutos —tan criticados, a menudo, por sus implicaciones filosóficas— es que el físico británico nunca quiso dar por hecho ninguno de esos significados, sino que él los definía dentro de un marco concreto de leyes físicas. Si se obvia ese escenario teórico, no tiene sentido preguntarse por la validez de dichas nociones. “Las preguntas correctas son: ¿cuáles fueron las definiciones de Newton de «espacio absoluto», «tiempo absoluto» y «movimiento absoluto»? Y, ¿cómo funcionan esas definiciones en su teoría física?” (DiSalle 2004 36) (traducción propia).

Belkind (2013 495) afirma que “los argumentos de Newton en el *Scholium* se dirigen principalmente contra la definición de Descartes del movimiento verdadero”. A diferencia de Descartes, para Newton el movimiento verdadero es el absoluto, en contraposición con el relativo, y ha de darse de forma obligada a través del espacio absoluto. Aunque algunos han querido matizar la “absolutez” de dicho espacio (cf. Musso 2014), lo cierto es que el propio físico británico lo señala con rotundidad: “el espacio absoluto, por su propia naturaleza y sin relación con cualquier cosa externa, permanece siempre igual e inmóvil” (Newton 1974 [1687] 6) (traducción propia)<sup>13</sup>. Esta es la definición que aparece en el *Scholium* justo antes de la exposición de las leyes del movimiento, la cual otorga mucha información al lector. En primer lugar, explica que en la naturaleza del espacio absoluto está el ser independiente o separado de cualquier cuerpo. En segundo lugar, es fijo, neutro e inmutable. En contraposición con esto, el espacio relativo es aquel cuya medida se dice en referencia a algún cuerpo o sistema corporal y, por lo tanto, no es independiente de él. El “lugar absoluto” quedaría reservado, en cambio, para aquella porción del espacio absoluto ocupada por un cuerpo, siendo lugar y cuerpo separables como en Aristóteles, pero en este

<sup>13</sup> Texto original: “Absolute space, in its own nature, without relation to anything external, remains always similar and immovable”.

caso el lugar no es un continente material. Esta fue una de las grandes discusiones filosóficas del siglo XVII y autores como Leibniz, Berkeley o Huygens criticarían la concepción newtoniana duramente por diferentes razones.

La propuesta de Newton acerca del espacio no era aleatoria, algo que señaló acertadamente Albert Einstein (1970 15). Y es que no puede comprenderse sin tener en cuenta que su pretensión era justificar un determinado concepto de movimiento, a saber, uno independiente de todo sistema de referencia relativo y corporal. Su intención era rechazar que la relatividad del movimiento que se describe en la obra de Descartes sea la única posibilidad, para a su vez salvar el concepto de velocidad, el cual, para el británico, no tendría sentido en el movimiento cartesiano (Sellés & Solís 1994 137). El espacio absoluto, como señala Paolo Casini (1971 54), “se trata de una necesidad lógica y ontológica, más que física, sin la cual ningún movimiento sería concebible” en el sistema newtoniano y, además, es prueba de una concepción realista de la geometría (Jammer 1970 129). Ahora bien, esto implicaba, como buen atomista que era Newton, rechazar la identidad entre extensión y materia, y aceptar el vacío tan defendido por los atomistas griegos y tan tildado de contradictorio desde Platón y Aristóteles. De esta forma, no solo rechazaba algunas ideas de sus coetáneos<sup>14</sup>, sino que se enfrentaba a los grandes clásicos. Esto no quiere decir que no tuviera claros precursores. Sin ir más lejos, su maestro Isaac Barrow<sup>15</sup> fue un ferviente crítico de la identificación entre materia y extensión que promulgaba Descartes y gran defensor de un espacio ilimitado, fijo, isotrópico y penetrable.

---

<sup>14</sup> Esto no supone que aquellos que tenían nociones diferentes de movimiento y espacio simplemente obstaculizaran la teoría de Newton. Lejos de eso, los *Principia* no habrían sido posibles sin las aportaciones de Descartes o Huygens, por ejemplo, ni el desarrollo de la física clásica habría sido tan fructífero sin la contribución de Leibniz a las matemáticas. Además, como explica DiSalle (2020), una de las grandes preocupaciones de Newton fue el debate sobre la relatividad del movimiento y profundizó en el tema más que ninguno de sus coetáneos.

<sup>15</sup> Algunos autores (Hall 1992; Strong 1970) defienden que Barrow tuvo una influencia decisiva en la noción euclidiana y realista de espacio absoluto de Newton, mientras que otros dudan de la relevancia de tal impronta (McGuire & Tanmy 1983).

Además de lo expuesto, hay otra razón teórica que requiere de este nuevo concepto de espacio: la ley y el concepto de inercia. Como se formula en la primera ley del movimiento, *un cuerpo tiende a mantener su estado de reposo o movimiento rectilíneo uniforme a no ser que una fuerza exterior lo impida*. Pues bien, ¿acaso podría promulgarse esta ley si no fuera bajo la concepción de un espacio (y también de un tiempo) absoluto e infinito? Desde luego, el concepto de movimiento rectilíneo uniforme y de reposo en sentido absoluto necesita de un sistema de referencia fijo y no relativo (Friedman 1983; Jammer 1970 134; Newton 2004 19; Stein 2002), es decir, independiente del lugar relativo<sup>16</sup>. Nada habría en reposo en la Tierra si esta se mueve, aunque un objeto se mantenga en el mismo lugar (relativo) respecto de ella. Pero, además, mantener la afirmación de que un cuerpo en movimiento no perturbado nunca por una fuerza seguirá moviéndose hasta el infinito necesitará, obviamente, de un espacio infinito en el que moverse perpetuamente. Ahora bien, se pueden extraer otras consecuencias de la formulación de la primera ley. En primer lugar, el movimiento es un estado de los cuerpos y no un proceso. Aristóteles tenía razón al considerar que un proceso no persevera si no es sustentado por una cadena causal continua. Si el movimiento no cesa cuando la causa de este ya no lo acompaña es precisamente porque no es un proceso, pues todo proceso, como todo cambio, necesita una causa. El movimiento puede conservarse y persistir porque es un estado, como el reposo (del cual no parece ningún problema su persistencia). En segundo lugar, el concepto de materia adquiere un nivel de importancia que no lo tenía en la física aristotélica, ya que adquiere un principio activo, una “fuerza ínsita”, en los términos de Newton, y, además, deja de ser ese sustrato neutro y gobernado por la forma. Es patente que el concepto de materia tiene que adquirir este estatus y este significado nuevo para poder encajar en la teoría (esto no quiere decir que lo adquiera solo por ello).

---

<sup>16</sup> Acerca de las dificultades que surgen para una distinción verdadera entre movimiento y reposo absolutos dentro de la teoría newtoniana, véase el ensayo de DiSalle (2004 40-41).

Existe otro gran rasgo diferenciador entre la noción de espacio, pero sobre todo de tiempo, con respecto a las concepciones que se convirtieron en comunes tras Aristóteles. El espacio y el tiempo absolutos no son perceptibles. Es oportuno recordar que el concepto de tiempo tenía en Aristóteles un gran componente perceptual y de acción (de medición). En cambio, en el sistema newtoniano, lo perceptible con los sentidos son el movimiento y el tiempo relativos, mientras que el tiempo absoluto fluye independiente a las cosas. Como explican Achtner, Kunz y Walter (2002 113), el tiempo absoluto es lo que hace objetivas a las leyes y a la ciencia en general. Y es que el tiempo absoluto, señala Li Qu (2014 437), es una “medida trascendente”, fruto de “la imaginación racional y no de la observación empírica”. Esto lo aleja del aristotelismo y lo acerca a Platón:

The relationship between absolute time and relative time is akin to that between the Platonic idea and its corresponding physical object. For Plato, the object is brought into being by ‘imitating’ the idea but cannot achieve the latter’s perfection; for Newton, thereby, relative time imitates absolute time but can never attain it perfectly. (Qu 2014 438)

Así las cosas, para Newton, incluso si no hubiera mundo, si nada fuera en el tiempo, todavía habría tiempo y duración. Pero ¿duración de qué? La respuesta no explícita es “la duración de Dios” (Koyré 1965 103-104). La materia necesariamente ha de estar en el espacio y en el tiempo absolutos, pero estos últimos no necesitan de la materia. En la teoría aristotélica no solo sería inconcebible el espacio sin materia, sino también el tiempo sin ella y, por tanto, sin cambio y movimiento. El tiempo deja de ser algo relativo al movimiento para afirmarse la dependencia contraria.

El tiempo absoluto, aquel que “fluye uniformemente sin relación con nada externo” (Newton 1974 [1687] 6), además de ser independiente, es *absolutamente simultáneo*, es decir, cada momento temporal es en todas partes. De esta forma, es un hecho objetivo y no relativo que dos eventos sucedan al mismo tiempo (Disalle 2004 39). La característica de la independencia y la de simultaneidad son esenciales para comprender el tiempo dentro de la física de Newton. Sin embargo, muchas



críticas filosóficas intentan ir más allá y suponen, por ejemplo, que Newton le da una naturaleza sustancial al tiempo. Sin embargo, lo que hay que evaluar es si esta noción cumple una función necesaria dentro de los *Principia*, lo cual es indudable: el que dos intervalos de tiempo sean iguales, incluso sin que haya nada que los mida, es un requisito para distinguir los movimientos inerciales que cruzan distancias iguales en tiempos iguales de los movimientos acelerados causados por una fuerza impresa (DiSalle 2004 39). El concepto de aceleración necesita, por tanto, de un tiempo constantemente uniforme.

Otra razón por la que el espacio, el tiempo y el movimiento han de ser absolutos para Newton responde a la *regla II* que establece en su *Sistema del mundo*, donde afirma —tras introducir la navaja de Ockham en el seno de la física con la *regla I*— que “deben asignarse las mismas causas, en la medida posible, a los efectos naturales de la misma clase” (cfr. Newton 1974 [1674] 398). Esto implica suponer “la uniformidad de la naturaleza y la validez general de las leyes naturales” (Rossi 1998 219), para lo cual se tiene que evitar el relativismo, y afirmar un espacio y un tiempo absolutos donde fuerzas universales como la inercia y la gravedad puedan ser causas de los mismos efectos, de tal forma que se puedan establecer leyes generales que valgan para todo lugar y momento.

Ahora resulta manifiesto que el significado de *movimiento absoluto* como el *traslado de un cuerpo de un lugar absoluto a otro* es dependiente de las nociones de espacio absoluto y de tiempo absoluto. Con Newton, el movimiento y el reposo ya no existen en los cuerpos, ya no son cualidades, sino que solo son estados en su relación con otros cuerpos (movimiento relativo) o en relación con el espacio absoluto (movimiento absoluto). Sin embargo, sustituir el movimiento relativo por uno que se da en un espacio geométrico implica que el nuevo concepto de movimiento deje de ser empírico para ser estrictamente matemático e hipostático (Koyré 1965 10). En definitiva, el cambio semántico y categorial del concepto de movimiento implica necesariamente una redefinición del concepto de tiempo, por no decir que una teoría sobre el lugar no es suficiente y es necesaria una teoría sobre el espacio. El lugar, en la teoría de Newton, es solamente la región del espacio ocupada por un cuerpo y lo es en cuanto es llenada por la materia, es decir, es relativa a un cuerpo. Por tanto,

mientras que, como se ha visto, en la teoría de Aristóteles la noción de lugar es determinante y existe independientemente de que sea ocupada por un cuerpo, en la teoría de Newton es completamente relativizada.

## 4.2. FUERZA Y MASA: DOS CONCEPTOS QUE SE APRENDEN JUNTOS

En *Mundos posibles en la historia de la ciencia*, Kuhn (2002c [1989]) explica cómo los conceptos newtonianos de fuerza y masa están íntimamente relacionados, de modo que incluso a la hora de aprender la teoría newtoniana se entrelazan junto con la segunda ley. Esto, desde el punto de vista de Kuhn, implica una determinada posición respecto a la educación científica, de tal modo que el aprendizaje de los términos científicos, de las categorías taxonómicas y de las leyes se realiza en conjunto. En otras palabras, los jóvenes científicos, al igual que el historiador en su acercamiento a teorías antiguas, no pueden aprender los términos individualmente, tampoco las leyes. A continuación, se darán unas breves notas basadas en las aportaciones de Kuhn (2002c [1989]) y de Cohen (2004) acerca de cómo esto tiene consecuencias relevantes a nivel educativo. Para ello, se acudirá al ejemplo de las categorías “fuerza” y “masa”. Sin embargo, antes de pasar a analizar tal hecho, es menester realizar unos comentarios introductorios.

En la *Definición 1*, Newton especifica su definición de *cantidad de materia*, en adelante *masa*. Este concepto aparece en los *Principia* como muestra del claro rechazo de la noción cartesiana de *extensión* y de la galileana de *peso*. Como señala Cohen (2004), las experiencias de Halley y de Richter habían demostrado que el peso varía dependiendo de la latitud terrestre. Esto llevó a Newton a buscar un concepto invariable que estuviera más allá de lo circunstancial para que ocupara un papel central en sus leyes. Dicho con palabras aristotélicas, la masa no podía ser accidental, sino una constante que debía indicar, como señala Belkind, “la cantidad de lugar impenetrable que ocupa un cuerpo” (2007 281). Como es sabido, la masa relaciona el volumen y la densidad de un cuerpo. Entonces, ¿cómo es posible que se

mantenga constante si por motivos circunstanciales, como los cambios de presión o temperatura, la densidad varía? La densidad la podemos definir como la concentración del número de las partículas de un cuerpo. Pero que dicha concentración varíe no conlleva un aumento o disminución del número de partículas, aunque sí una variación del volumen. De esta manera, siempre que la densidad aumenta, el volumen disminuye y viceversa, manteniéndose la masa invariable. Así, la cantidad de materia, al no depender solo de la extensión o volumen, sino también de la densidad, se mantiene constante, lo cual es esencial para la definición de *cantidad de movimiento* y para la segunda ley.

Por otro lado, en cuanto al concepto de fuerza, hay que señalar varias cosas. En primer lugar, introduce la inercia como una *vis insita* de la materia (*Definición III*). Es preciso subrayar que la fuerza de la inercia no es una fuerza acelerativa ni una fuerza general en el sentido estricto de la dinámica (Cohen 2004 58). Esta noción, nada novedosa en la época de Newton, venía a solventar la dificultad originada con la afirmación de que si una fuerza deja de aplicarse a un cuerpo este volverá a su lugar natural, generando problemas difíciles de resolver como el famoso caso de los proyectiles. Kepler tomó el concepto de inercia y lo atribuyó a una cualidad de la materia, como un poder interno que implica que la materia se resiste a moverse. Newton, bajo el legado de Descartes y Galileo, toma el concepto de inercia como la tendencia de un cuerpo a mantener su estado, sea este de movimiento uniforme rectilíneo o de reposo. Como la *vis insita* es una capacidad de los cuerpos, es proporcional a la masa y, por lo tanto, no puede entenderse sin esta última.

En segundo lugar, la fuerza impresa (*Definición IV*) se define como “la acción ejercida sobre un cuerpo de tal forma que le obliga a cambiar su estado de reposo o movimiento”. Pues bien, este acto ocurre solo y únicamente mientras la fuerza se está produciendo, es decir, la fuerza no permanece en el cuerpo. Esto implica que es la fuerza de inercia la que hace continuar a un cuerpo en su movimiento cuando cesa la acción de la fuerza impresa. No se puede comprender, por tanto, el movimiento (por ejemplo, de un proyectil) si no se tienen en cuenta estos dos tipos de fuerza. Ahora bien, lo más controvertido del concepto de fuerza newtoniano es el caso particular

de la fuerza centrípeta. Un ejemplo de la fuerza centrípeta es el de la gravedad<sup>17</sup> o el del movimiento curvo de los planetas. En estos casos la acción no es perceptible y se aleja de la regla, arraigada por aquel entonces, de que la fuerza se produce por la materia en contacto con la materia y no a distancia, lo que conllevó el rechazo de esta noción por parte de pensadores como Leibniz o Huygens. Esto suponía, a su vez, dar la estocada final a la distinción entre movimiento natural y movimiento forzado. Para Newton, tanto el lanzamiento de una piedra al aire como su caída al suelo son movimientos forzados.

Una vez detallado lo anterior resultará más fácil entender el análisis de Kuhn acerca de los conceptos de masa y fuerza. Estos términos, señala el autor americano, solo pueden aprenderse juntos y a través de la teoría. Es pertinente resaltar que la inmersión en un determinado léxico científico (no en referencia al aprendizaje a modo del historiador, sino el de los estudiantes que entran en el paradigma) requiere de la adquisición de los elementos teóricos a través de la práctica científica y de los ejemplos. Por ello, aunque Newton estableciera una serie de definiciones al comienzo de su obra, es precisamente en las leyes y sus demostraciones donde se aprecian las relaciones intrínsecas entre los diferentes conceptos. Por ejemplo, los términos fuerza y masa adquieren su verdadero significado una vez que son expuestos en la segunda ley, la cual se aprende a la vez que los propios términos.

La primera ley permite distinguir cuáles son los movimientos no forzados, o sea los que no requieren ninguna fuerza. En realidad, según el físico estadounidense, la primera ley es una “consecuencia lógica de la segunda” y el hecho de que no aparezcan juntas es, para él, una estrategia pedagógica para explicar el uso de fuerza y masa por separado (Kuhn 2002c [1989] 88). Sin embargo, esto no parece convincente pues olvida las razones contextuales e históricas para tal separación. Es obvio que la primera ley podría subsumirse como un caso específico de la segunda: al no haber

---

<sup>17</sup> Mientras que Aristóteles necesitaba las fuerzas de gravedad y ligereza, que no tienen ninguna causa externa, para explicar los movimientos naturales hacia arriba y hacia abajo, Newton lo simplifica y solo necesita el de gravedad.

aceleración (al ser esta cero) no hay fuerza y viceversa, con lo cual solo podría haber movimiento sin aceleración o reposo. Sin embargo, la introducción de la fuerza de la inercia y, por lo tanto, de un movimiento sin fuerza motriz era tan importante y contrario a la “creencia común” del momento que resultaba imprescindible “una declaración de un nuevo principio importante de movimiento, demasiado importante para ser un caso especial de otra ley” (Cohen 2004 69). Por lo tanto, más que una razón pedagógica, suponía una toma de postura y remarcar un cambio radical. Por otro lado, la formulación de las dos primeras leyes sigue la estela de la estructura de las formulaciones de Galileo, Huygens y Descartes. Por ejemplo, Huygens describió una primera ley para el movimiento inercial en ausencia de las fuerzas de gravedad y de resistencia del aire, y, separadamente, una segunda ley para los movimientos producidos por la acción de una fuerza: la gravedad (Cohen 2004 70).

Algo que es necesario destacar es que los conceptos de masa, peso y fuerza dejan de ser características cualitativas para ser estrictamente cuantitativos, y es precisamente en la cuantificación de estos donde se revela su interrelación. El concepto cuantitativo de fuerza requiere del uso de una balanza de resorte o de muelle —pues la de brazos solo puede medir la masa a través del equilibrio de pesos—, que está basada en la ley de Hooke<sup>18</sup>. Pero, además, también necesita de la tercera ley de Newton: “la fuerza ejercida por un peso sobre el resorte es igual y opuesta a la ejercida por el resorte sobre el cuerpo” (Kuhn 2002c [1989] 90). Es decir, el término *fuerza*, que adquiere su significado a partir de la primera y la segunda ley, necesita de la tercera para cuantificarse.

Se puede entonces describir una de las rutas, pero no la única, expuesta por Kuhn para el aprendizaje de estos términos, que muestra un claro holismo e interrelación en la teoría física newtoniana. Primeramente, se necesita entender el significado de fuerza, que no puede aprenderse si no es con las dos primeras leyes, y no puede cuantificarse sin usar la tercera y la ley de Hooke. Tras esto, se aprende

---

<sup>18</sup> La ley de Hooke dice así: la fuerza ejercida sobre el resorte, como es el peso de un cuerpo, es proporcional a la longitud (elongación) que adquiere el muelle.

de forma conjunta el concepto de masa y la segunda ley de Newton, y se entenderá que “la masa de un cuerpo es proporcional a su aceleración bajo la influencia de una fuerza” (Kuhn 2002c [1989] 91), lo cual demuestra que está totalmente interrelacionada con el término *fuerza*, el cual, a su vez, en su definición introduce el concepto de aceleración. Por último, el concepto de peso se aprendería como una “propiedad relacional” entre la masa de dos o más cuerpos, para lo cual se necesita de la primera ley y del concepto de fuerza para que se entienda su carácter forzado. Esto es una pequeña muestra de cómo no se pueden entender las leyes como enunciados separados, y cómo los conceptos mutan en su inserción dentro de leyes y de la red teórica en general. Lo que se aprende empíricamente a través de la práctica (como la medición) y lo que se aprende a través del léxico y sus relaciones conforman un conjunto indivisible (Kuhn 2002c [1989] 92).

En realidad, la gran interrelación que existe entre los conceptos de masa y fuerza remite en último término a otra noción central de la teoría y la metafísica newtonianas: el concepto de materia. Ya se ha dicho que en la teoría del científico británico el concepto de materia sufre un importante giro con respecto a la física aristotélica, donde la materia está completa y pasivamente doblegada a la forma. Y es que la concepción de la materia que tenía Newton tenía implicaciones muy importantes. Desde luego, la masa, en cuanto que es la “cantidad de materia” de un cuerpo, depende de manera evidente de su perspectiva atomista acerca de la materia. Sin embargo, también tiene consecuencias para la definición del concepto de fuerza. Ya se ha señalado que Newton provocó cierta conmoción con la idea de que las fuerzas pueden actuar a distancia. Esto no tenía por qué derivarse de su mirada corpuscular de la materia ya que, por ejemplo, Descartes también era atomista, pero consideraba necesario el contacto entre partículas para que una fuerza actúe y se produzca el movimiento. De hecho, autores como Descartes o Boyle “habían proscrito las cualidades ocultas de la filosofía mecánica” (Cala 2006 168). En cambio, el atomismo de Newton era muy distinto al de Descartes. Como se puede apreciar en la Óptica, en concreto en la sección de “Queries”, Newton (1952 [1730] 376) consideraba que las partículas que componen los cuerpos “actúan a distancia” entre ellas “para producir una gran parte de los fenómenos de la naturaleza”. Esto también es patente en la *Pro-*

*posición 23 del Libro II de los Principia y en su Scholium cuando habla de las fuerzas de repulsión y atracción entre partículas (Henry 2023 234).*

Con todo, posiblemente sea en la *Query 31 del Libro II de la Óptica* donde sea más explícita su posición acerca de la estructura de la materia. Allí plantea que dicha estructura depende de “fuerzas de atracción” a distancia entre partículas “imperceptibles”. En esa misma sección también Newton subraya que considera que existe una homogeneidad entre las partículas últimas de la materia, lo que él denomina “homogeneidad inercial de la materia”. La química de Newton sería, por tanto, contraria a aquella que se desarrollaría después basada en la idea de que existen distintos elementos químicos de diferente composición y naturaleza. Para Newton, entonces, todo cuerpo esta conformado por partículas semejantes. Sin embargo, esto le llevaba a otra problemática, como explica Cala:

Ahora bien, la homogeneidad inercial también planteaba dificultades para una consistente teoría sobre la composición de la materia, porque si se repara en que Newton ha postulado, desde los Principia, la proporcionalidad entre peso y masa inercial, ¿cómo explicar entonces la diferencia de peso entre dos cuerpos de igual volumen si sus componentes tienen la misma densidad? (2006 171).

La única respuesta posible a tal pregunta es la de la inclusión del vacío en la estructura de la materia. Es decir, Newton necesitaba suponer el vacío intramaterial. De esta manera, dos cuerpos con el mismo volumen pueden pesar distinto en la Tierra porque tienen distinta “cantidad de materia” (masa), es decir, distinta proporción de partículas y vacío. Por lo tanto, el postulado de que las partículas elementales que componen los cuerpos son homogéneas le lleva a la necesidad de suponer el vacío intramaterial, y esto, a su vez, el requerimiento de un concepto de fuerza a distancia también a nivel corpuscular. La interrelación entre estos tres conceptos fundamentales —materia, masa y fuerza— se asienta en las bases de su doctrina y conlleva una categorización concreta del mundo físico incompatible y difícilmente concebible para un aristotélico. Como se puede apreciar, la introducción por parte de Newton

de los distintos elementos teóricos analizados no puede realizarse separadamente y parece confirmar la tesis kuhniana del holismo semántico y teórico a nivel local en las teorías científicas.

## 5. KUHN Y LA INCONMENSURABILIDAD TAXONÓMICA

Es muy posible que el poder de la obra de Newton no resida solo en el cambio conceptual, sino también en fundar una praxis científica, un modo de hacer ciencia que pudiera abarcar tales conceptos. Lo que Cohen denomina el *estilo newtoniano* no puede desligarse de su revolución conceptual. Sin la matematización de la ciencia y cierta desontologización del cosmos, como rasgos distintivos que proponía Koyré, no se podría haber comprendido, por ejemplo, el espacio absoluto ni el papel que ha de ocupar en tal teoría. Será, por ello, que Newton en su famoso *Scholium* propone “destruir” las concepciones convencionales ligadas a las nociones o a las magnitudes de tiempo, lugar, movimiento y espacio para, así, derruir los “prejuicios” asociados a estas (Newton 1974 [1687] 6). Conseguir esto fue el culmen de una revolución que sus sucesores consumaron.

Parece que, en el caso aquí expuesto, la teoría kuhniana sobre la inconmensurabilidad taxonómica se cumple. Como se ha intentado mostrar con el precedente análisis, tanto en la física aristotélica como en la teoría newtoniana hay una serie de conceptos centrales que se interdefinen y delimitan sus implicaciones en conjunto, esto es, holísticamente, de manera que “un cambio en el significado de una parte de la estructura léxica dará como resultado un cambio en todas sus partes” (Bird 2022). Por lo tanto, se podría concluir que no se pueden entender las teorías aristotélica y newtoniana sin aprender en conjunto los significados y las implicaciones concretos de sus categorías taxonómicas centrales. Esto se debe a que tales categorías imponen al mundo estructuras taxonómicas distintas, es decir, una división en clases naturales irreconciliable (Kuhn 1993b). Intentar acomodar una teoría en la estructura taxonómica de la otra violaría lo que Kuhn (2002d 115) denomina “principio de



no-solapamiento”. Como se puede observar, de estas ideas se desvela una mirada no realista acerca de las clases naturales y las categorías, al depender estas del paradigma.

Irremediablemente, la cuestión que a este artículo ocupa desemboca finalmente en el antiguo problema de los universales. Ya Ian Hacking (1993) señalaba que la afirmación kuhniana de que tras una revolución los científicos “viven en mundos distintos” se reduce al clásico tema de los universales<sup>19</sup>. Un nominalista, subraya Hacking (1993 277), considera que, como solo existen los individuos, estos no se modifican con el cambio paradigmático. Son las descripciones las que varían, las cuales necesariamente acuden a universales, porque el mundo en el que trabajan los científicos es un mundo de clases naturales. De hecho, toda descripción, afirma el filósofo canadiense, requiere clasificar, “agrupar a los individuos en clases”. Estas descripciones y sus inherentes clasificaciones son las que cambiarían con una revolución, y no los individuos.

Como decía Nietzsche (1996 [1873] 33), “la ciencia trabaja inconteniblemente en ese gran *columbarium* de los conceptos, necrópolis de las intuiciones”, y una revolución científica significa derrumbar los cimientos de ese *columbarium* de conceptos y construir otro en su lugar, construir otro mundo fenoménico (Hoyningen-Huene 1993 33-ss.) a través de la reelaboración de las clases y los géneros de las clasificaciones científicas. Sin embargo, Kuhn, a diferencia de Kant, considera que las categorías no están dadas de antemano, no nacen aisladas e independientes de lo experiencial:

[...] la posición que estoy desarrollando es una especie de kantismo posdarwiniano. Como las categorías kantianas, el léxico proporciona las condiciones previas de las experiencias posibles. Pero las categorías léxicas, a diferencia de

---

<sup>19</sup> Podría ser interesante discutir si la teoría de Kuhn implica una postura nominalista, como afirma McDonough (2003) o, en cambio, se acerca más a un conceptualismo. En este artículo no hay cabida para una indagación sobre este tema, pero es una cuestión digna de análisis para trabajos posteriores.

sus antepasadas kantianas, pueden cambiar y lo hacen, tanto con el tiempo como con el paso de una comunidad a otra. (Kuhn 2002d 129)

Desde luego, al echar por tierra la objetividad de las categorías kantianas, Kuhn irremediablemente desemboca en un rechazo del realismo alético: “usualmente se ha sostenido que las ciencias naturales [...] son inmunes. Que sus verdades (y falsedades) trascienden los estragos del cambio temporal, cultural y lingüístico. Naturalmente, estoy sugiriendo que no pueden hacerlo” (Kuhn 2002c [1989] 96). Para el pensador americano, de la misma manera que los seres vivos tienen diferentes adaptaciones que solo son útiles o válidas en determinados entornos y circunstancias, las estructuras léxicas son más o menos “adecuadas para algunos propósitos”. De manera análoga, cada lenguaje, que implica un modo de categorización, conlleva una “forma de vida”, cuyo valor es fundamentalmente instrumental:

La experiencia y la descripción solo son posibles con el descriptor y lo descrito separados, y la estructura léxica que marca la separación puede hacerlo de distintos modos, cada uno de los cuales da como resultado una forma de vida diferente, aunque nunca totalmente diferente. Algunos de dichos modos son más adecuados para algunos propósitos [...]. Pero ninguno ha de ser aceptado como verdadero o rechazado como falso; ninguno da un acceso privilegiado a un mundo real, en contraste con uno inventado. Los modos de estar-en-el-mundo que proporciona un léxico no son candidatos a verdadero/falso. (Kuhn 2002d 129)

De la anterior cita hay dos cuestiones que me gustaría destacar. En primer lugar, ese “aunque nunca totalmente” es lo que deja espacio a la comparación entre teorías. En otras palabras, que ese holismo sea local y que la mutación de significado afecte solo o especialmente a determinados términos centrales posibilita que el historiador pueda utilizar aquello que se mantiene para aprender la estructura léxica ajena. Kuhn parece tomar el principio aristotélico de que *en todo cambio siempre hay algo que permanece* cuando afirma que “en todos estos procesos de diferenciación y

cambio debe haber algo que sea permanente, fijo y estable” (Kuhn 2002d 129). Y es que para Kuhn (2002c [1989] 98) gran parte del vocabulario se mantiene, además, ocupando las mismas “posiciones” en la estructura léxica. Este es un aspecto esencial que permite el aprendizaje y la comparación, y que lo aleja del irracionalismo y radicalismo al que muchos le condenaron.

La segunda cuestión que reseñar del párrafo citado es el instrumentalismo que parece desvelar. En *Aftewords*, Kuhn (1993b) es claro a este respecto: aprender un léxico implica la adquisición de una capacidad de reconocimiento de lo estable, de lo común a los distintos fenómenos individuales que subsumimos bajo una misma clase. De esta manera, aprender el léxico de la teoría aristotélica implica ser capaz de desenvolverse con él, es decir, poder reconocer, clasificar y aplicar de manera adecuada los términos centrales de la teoría. Así, aprender el léxico aristotélico conlleva ser capaz de ordenar el mundo según la estructuración taxonómica que dicta: por ejemplo, reconocer a una planta creciendo como un movimiento o partir de la base de que todo objeto natural tiende al movimiento de actualización hacia su *telos* y que esto implica una concepción concreta y no pasiva del “lugar”, en vez de la asunción de la actuación de fuerzas a distancia. Como explica Mayoral de Lucas (2017 125), entrar en un paradigma implica adquirir un léxico científico, y esto no es otra cosa que saber aplicarlo o, como diría Wittgenstein, “saber cómo seguir la regla”, es decir, obtener un “método de reconocimiento”, un modo con el cual “identificar nuevos ejemplares de una clase”, tal y como esa teoría propone. En otras palabras, es aprender a circunscribir los fenómenos en las categorías disponibles por una teoría, y, así, ser capaz de dividir, estructurar y explicar el mundo acorde a dichas taxonomías.

Es esta capacidad práctica que otorga un léxico científico la que da acceso a un mundo fenoménico exclusivo. Por ello, es imposible la comunicación entre dos científicos monolingües pues solo tienen acceso a sus respectivos mundos fenoménicos. Mientras no se haga el esfuerzo hermenéutico de aprender el lenguaje de la otra teoría, el mundo que su estructura léxica ordena es inaccesible. En consecuencia, la incomunicabilidad entre científicos en distintos paradigmas es fruto de la inefabilidad: no se puede expresar la teoría aristotélica en lenguaje newtoniano. La estructura léxica de la teoría de Newton no da acceso al mundo fenoménico estructurado por la

teoría aristotélica. Ante esto no sirven intentos de aprendizaje aislado de conceptos, es menester educarse en el conjunto, en las interconexiones léxicas y conceptuales y en desarrollar la capacidad de reconocimiento taxonómico.

## 6. CONCLUSIONES

Si se atiende a todo lo expuesto, una de las conclusiones principales es que, como señala Kuhn, no se puede acceder a la física aristotélica desde el léxico y los conceptos de la teoría newtoniana y viceversa. Relacionado con esto, se puede observar que dichos términos son intraducibles porque dependen de relaciones conceptuales holistas e intrincadas. Por consiguiente, la manera de acercarse a ambas teorías y de poder compararlas es aprendiendo todos esos conceptos en su interrelación, familiarizarse con el léxico específico, contextualizándolo y comprendiendo su sentido y coherencia dentro del sistema teórico. Aun en este sentido más local de inconmensurabilidad, se podría decir que no hay medida común o lenguaje neutral desde el cual realizar la comparación. La única manera es realizar un esfuerzo hermenéutico e historiográfico, siempre imperfecto, que permita comprender la transición de un paradigma hasta el punto de desarrollar la capacidad pragmática de ordenar, separar y clasificar los fenómenos y objetos de una manera coherente con la teoría aprendida. Este esfuerzo, sin embargo, rara vez lo hace un científico inmerso en su sistema conceptual con respecto a su paradigma anterior. De esta forma, la comunicación entre paradigmas parece quedar como algo prácticamente exclusivo del historiador.

La física como ciencia particular siempre fue la base y el territorio de donde Kuhn podía extraer los ejemplos que más se amoldaban a su teoría acerca de la estructura y el desarrollo científicos. Si esto es extensible a toda ciencia y a toda circunstancia es una cuestión ampliamente discutida y difícilmente resoluble. En la física hicieron falta veintiún siglos para la revolución newtoniana y, sin embargo, menos de tres para la revolución que tuvo en Albert Einstein a su máximo artífice. Es difícil estructurar la historia como si esta tuviera un sentido independiente al que se le impone. Posiblemente, el mayor pecado de Kuhn sea que, tras luchar contra las interpretaciones whig de la historia, él mismo intentó dar una estructura homogénea al desarrollo histórico de la ciencia, donde el devenir científico y el cambio para-

digmático están marcados siempre por una serie de fases sobradamente conocidas y expuestas en su obra madre. Al igual que el juez que comete el propio delito que condena, poner grilletes fijos a la historia y construir una filosofía e historia estructural de la ciencia con base en los ejemplos de un solo campo puede considerarse, como mínimo, una generalización injustificada. Como expresa Ian Hacking (2017 12), “Kuhn tomó como modelos a la física y su historia. [...] hasta qué punto lo que dijo sobre esa ciencia conserva vigencia en el abarrotado mundo biotecnológico de hoy” es digno de controversia.

La discontinuidad histórica que tanto promulgaba Kuhn (y también Koyré) puede que no sea tanto una característica de la historia como de quién la mira. La discontinuidad se da desde los ojos del newtoniano al intentar acudir a Aristóteles porque lo hace a través de las herramientas proporcionadas por la teoría en la que se ha educado y sin comprender lo intrínsecamente ligados que están los conceptos y enunciados de la teoría antigua. La discontinuidad podría ser algo propio de la educación y no tanto un hecho histórico disociador de etapas. Se puede decir que con la revolución newtoniana hay una ruptura en los términos expuestos, pero, por supuesto, jamás podrá considerarse un hecho aislado, inmediato o no causado por sus antecedentes, algo con lo que creo que estaría de acuerdo Kuhn (cf. 2002c [1989] 111). Con la obra de Copérnico y la asimilación de esta comienza el desmantelamiento de la física aristotélica, lo cual implicaba muchísimo más que un resquebrajamiento científico, pues también lo era religioso y filosófico; era atacar creencias arraigadas en la sociedad y era arremeter contra prácticas como las astrológicas, que se veían justificadas o reforzadas por el universo aristotélico. Solo a partir de entonces, como piezas de un mismo rompecabezas, empiezan a fraguarse algunos de los elementos que posteriormente permitirían a Newton convertirse en el actor central de una revolución que comenzó un siglo antes de su nacimiento. Por esta razón, más allá de que la conclusión de este artículo sea que existe esa inconmensurabilidad taxonómica entre la física aristotélica y la newtoniana, también se quiere resaltar que no hay forma de justificar la afirmación de Kuhn (2002b [1987] 74) de que “los cambios holísticos tienden a ocurrir de repente”.

## REFERENCIAS

- Achtner, Wolfgang, Kunz, Stefan y Walter, Thomas. *Dimensions of Time. The Structures of the Time of Humans, of the World, and of God*. Cambridge: Eerdmans, 2012.
- Aristóteles. “Física”. *Aristóteles II*. Madrid: Gredos, 2011.
- \_\_\_\_\_. *Acerca del cielo*. Madrid: Gredos, 1996.
- Aubenque, Pierre. *El problema del ser en Aristóteles*. Madrid: Taurus, 1981.
- Belkind, Ori. “Newton's conceptual argument for absolute space”. *International Studies in the Philosophy of Science* 21.3 (2007): 271-293. <<https://doi.org/10.1080/02698590701589551>>
- \_\_\_\_\_. “Leibniz and Newton on space”. *Foundations of Science* 18.3 (2013): 467-497. <<https://doi.org/10.1007/s10699-011-9280-5>>
- \_\_\_\_\_. “Action, substance, and space in Newton's metaphysics”. *Iyyun: The Jerusalem Philosophical Quarterly* 69 (2021): 31-56. <[https://www.researchgate.net/publication/356459218\\_Action\\_Substance\\_and\\_Space\\_in\\_Newton's\\_Metaphysics](https://www.researchgate.net/publication/356459218_Action_Substance_and_Space_in_Newton's_Metaphysics)>
- Bird, Alexander. “Thomas Kuhn”. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Edward N. Zalta (ed.), 2022. <<https://plato.stanford.edu/archives/spr2022/entries/thomas-kuhn/>>
- Cadavid-Ramírez, Lina M. y Arias-Vélez, Mateo. “La inconmensurabilidad kuhniana y las generalizaciones simbólicas: un análisis a partir de la comparación de dos paradigmas teóricos de la física”. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 45.175 (2021): 377-386. <<https://doi.org/10.18257/raccefyn.1258>>
- Cala Vitery, Favio Ernesto. “La cuestión 31 de la óptica o el programa de las fuerzas en la filosofía mecánica”. *Scientiae Studia* 4.2 (2006): 163-76. <<https://doi.org/10.1590/S1678-31662006000200002>>
- Casini, Paolo. *El universo máquina*. Barcelona: Martínez Roca, 1971.

- Chen, Chung-Hwan. The relation between the terms 'energeia' and 'entelecheia' in the philosophy of Aristotle. *Classical Quarterly* 8.1-2 (2009): 12-17. <<https://doi.org/10.1017/S0009838800016360>>
- Cohen, I. Bernard. "Newton's concepts of force and mass, with notes on the laws of motion". *The Cambridge Companion to Newton*. I. B. Cohen y G. E. Smith (eds.). Cambridge University Press, 2004. 57-84. <<https://doi.org/10.1017/CCOL0521651778.003>>
- Conill, Jesús. *El tiempo en la filosofía de Aristóteles. Un estudio dedicado especialmente al análisis del Tratado del tiempo (Física IV, 10-14)*. Valencia: Facultad de Teología San Vicente Ferrer, 1981.
- Descartes, René. *El mundo o tratado de la luz*. México D. F.: UNAM, 1986 [1664].
- DiSalle, Robert. "Newton's Philosophical Analysis of Space and Time". *The Cambridge Companion to Newton*. Robert Iliffe y George E. Smith (eds.). Cambridge University Press, 2004. 33-56. <<https://doi.org/10.1017/CCOL0521651778.002>>
- \_\_\_\_\_. "Absolute space and Newton's theory of relativity". *Studies in History and Philosophy of Science Part B* 71 (2020): 232-244. <<https://doi.org/10.1016/j.shpsb.2020.04.003>>
- Einstein, Albert. "Prólogo". *Conceptos de espacio*. Max Jammer (ed.). Ciudad de México: Grijalbo, 1970. 11-17.
- Friedman, Michael. *Foundations of Space-Time Theories*. Princeton University Press, 1983.
- \_\_\_\_\_. "Newton and Kant on absolute space: From theology to transcendental philosophy". *Interpreting Newton. Critical Essays*. Andrew Janiak y Eric Schliesser (eds.). Cambridge University Press, 2012. 342-359. <<https://doi.org/10.1017/CBO9780511994845.018>>
- Hacking, Ian. "Working in a new world: The taxonomic solution". *World Changes: Thomas Kuhn and the Nature of Science*. Paul Horwich (ed.). Cambridge/Massachusetts/Londres: MIT Press, 1993. 275-310. <<https://doi.org/10.2307/jj.11374771.13>>

- \_\_\_\_\_. “Ensayo preliminar”. *La estructura de las revoluciones científicas*. Thomas S. Kuhn. Madrid: Fondo de Cultura Económica, 2017.
- Hall, A. Rupert. “Newton and the absolute sources”. *The Investigation of Difficult-Things Essays on Newton and the History of the Exact Sciences*. Peter M. Harman y Alan E. Shapiro (eds.). Cambridge University Press, 1992. 261-285.
- Henry, John. “Newton’s ‘De aere et aethere’ and the introduction of interparticulate forces into his physics”. *Annals of Science* 80.3 (2023): 232-267. <<https://doi.org/10.1080/00033790.2023.2192721>>
- Hoyningen-Huene, George. *Reconstructing Scientific Revolutions*. The University of Chicago Press, 1993.
- \_\_\_\_\_. “Kuhn’s development before and after structure”. *Kuhn’s Structure of Scientific Revolutions: 50 Years On*. William J. Devlin y Alisa Bokulich (eds.). Springer, 2015. 185-195
- Jammer, Max. *Conceptos de espacio*. Ciudad de México: Grijalbo, 1970.
- Janiak, Andrew. *Newton as philosopher*. Cambridge University Press, 2008. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511481512>
- \_\_\_\_\_. “Substance and action in Descartes and Newton”. *The Monist* 93.4 (2010): 657-677. <<https://doi.org/10.5840/monist201093437>>
- \_\_\_\_\_. “Metaphysics and natural philosophy in Descartes and Newton”. *Foundations of Science* 18 (2013): 403-417. <<https://doi.org/10.1007/s10699-011-9277-0>>
- Jarnicki, Paweł y Greif, Hajo. “The ‘Aristotle experience’ revisited: Thomas Kuhn meets Ludwik Fleck on the road to structure”. *Archiv für Geschichte der Philosophie* (2022). <<https://doi.org/10.1515/agph-2020-0160>>
- Koyré, Alexander. *Newtonian Studies*. Londres: Chapman and Hall, 1965.
- \_\_\_\_\_. *Estudios galileanos*. Madrid: Siglo XXI Editores, 1980.
- Kuhn, Thomas S. *The Structure of Scientific Revolutions*. University of Chicago Press, 1970.
- \_\_\_\_\_. *La tensión esencial. Estudios selectos sobre la tradición y el cambio en el ámbito de la ciencia*. Madrid: Fondo de Cultura Económica, 1993a.



- \_\_\_\_\_. “Afterwords”. *World Changes Thomas Kuhn and the Nature of Science*. Ed. Paul Horwich. Cambridge/Massachusetts/Londres: MIT Press, 1993b. 311-341.
- \_\_\_\_\_. *La revolución copernicana. La astronomía planetaria en el desarrollo del pensamiento*. Barcelona: Ariel, 1996.
- \_\_\_\_\_. “Conmensurabilidad, comparabilidad y comunicabilidad”. *El camino desde la estructura*. James Conant y John Haugeland (comps.). Barcelona: Paidós, 2002a [1982]. 47-75.
- \_\_\_\_\_. “¿Qué son las revoluciones científicas?”. *El camino desde la estructura*. James Conant y John Haugeland (comps.). Barcelona: Paidós, 2002b [1987]. 23-45.
- \_\_\_\_\_. “Mundos posibles en la historia de la ciencia”. *El camino desde la estructura*. James Conant y John Haugeland (comps.). Barcelona: Paidós, 2002c [1989]. 76-112.
- \_\_\_\_\_. “El camino desde *La estructura*”. *El camino desde la estructura*. James Conant y John Haugeland (comps.). Barcelona: Paidós, 2002d. 113-129.
- \_\_\_\_\_. “Una conversación con Thomas Kuhn”. *El camino desde la estructura*. James Conant y John Haugeland (comps.). Barcelona: Paidós, 2002e. 299-374.
- Kuukkanen, Jouni-Matti. *Meaning Changes: A Study of Thomas Kuhn's Philosophy*. AkademikerVerlag, 2012.
- Mayoral de Lucas, Juan Vicente. “Mundos fenoménicos y léxicos científicos: el relativismo lingüístico de Thomas Kuhn”. *Revista de Filosofía* 42.1 (2017): 117-134. <<https://doi.org/10.5209/RESF.55452>>
- McDonough, Jeffrey K. “A ‘Rosa multiflora’ by any other name: Taxonomic incommensurability and scientific kinds”. *Synthese* 136 (2003): 337-358. <<https://doi.org/10.1023/A:1025116814353>>
- McGuire, James E. y Tanmy, Martin. *Certain Philosophical Questions: Newton's Trinity Notebook*. Cambridge University Press, 1983.
- Musso, Paolo. “Why Newton's absolute space-time is not so absolute and Einstein's relative space-time is not so relative”. *Epistemologia* 37.1 (2014): 152-157. <<https://doi.org/10.3280/EPIS2014-001010>>

- Newton, Isaac. *Opticks*. Nueva York: Dover Publications, 1952 [1730].
- \_\_\_\_\_. *Mathematical Principles of Natural Philosophy*. Vols. I y II. Berkeley: University of California Press, 1974 [1687].
- \_\_\_\_\_. “De gravitatione”. *Newton. Philosophical Writings*. Andrew Janiak (ed.). Cambridge University Press, 2004. 12-39.
- Nietzsche, Friedrich. *Sobre verdad y mentira en sentido extramoral*. Madrid: Tecnos, 1996 [1873].
- Qu, Li. “Newton, Einstein and Barth on Time and Eternity”. *Scottish Journal of Theology* 67 (2014): 436-449. <<https://doi.org/10.1017/S0036930614000209>>
- Reisch, George A. “Aristotle in the Cold War: On the origins of Thomas Kuhn’s structure of scientific revolutions”. *Kuhn’s ‘Structure of Scientific Revolutions’ at Fifty*. Robert J. Richards y Lorraine Daston (eds.). University of Chicago Press, 2016. 12-30. <<https://doi.org/10.7208/chicago/9780226317175.003.0001>>
- Rorty, Richard. *La filosofía y el espejo de la naturaleza*. Madrid: Cátedra, 1983.
- Ross, William D. *Aristóteles*. Buenos Aires: Sudamericana, 1957.
- Rossi, Paolo. *El nacimiento de la ciencia moderna en Europa*. Barcelona: Crítica, 1998.
- Rynasiewicz, Robert. “Newton’s views on space, time, and motion”. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Edward Zalta (ed.), 2014. <<https://plato.stanford.edu/archives/sum2014/entries/newton-stm/>>
- Schliesser, Eric S. “Newton and Spinoza: On motion and matter (and God, of course)”. *The Southern Journal of Philosophy* 50.3 (2012): 436-458. <<https://doi.org/10.1111/j.2041-6962.2012.00132.x>>
- \_\_\_\_\_. “Newtonian emanation, Spinozism, measurement, and the Baconian origins of the laws of nature”. *Foundations of Science* 18 (2013): 449-466. <<https://doi.org/10.1007/s10699-011-9279-y>>
- Sellés, Manuel y Solís, Carlos. *Revolución científica*. Madrid: Síntesis, 1994.
- Stein, Howard. “Newton’s metaphysics”. *Cambridge Companion to Isaac Newton*. I. Bernard Cohen and George E. Smith (eds.). Cambridge University Press, 2002.
- Strong, Edward W. “Barrow and Newton”. *Journal of the History of Philosophy* 8.2 (1970): 155-172. <<https://doi.org/10.1353/hph.2008.1726>>

- Voltaire. François-Marie. “Cartas filosóficas”. *Voltaire 1*. Madrid: Gredos, 2010 [1734]. 1-161.
- Van Dyck, Maarten y Verelst, Karin. “‘Whatever is neither everywhere nor anywhere does not exist’: The concepts of space and time in Newton and Leibniz”. *Foundations of Science* 18 (2013): 399-402. <<https://doi.org/10.1007/s10699-011-9276-1>>
- Van Fraassen, Bas C. *An Introduction to the Philosophy of Time and Space*. Nueva York: Random House, 1970.
- Wray, Brad. *Kuhn’s Intellectual Path*. Cambridge University Press, 2021.