

EL PROBLEMA DE LA INERCIA Y LA IMPLICACIÓN DE SUS SOLUCIONES EN  
LA ONTOLOGÍA DEL ESPACIO

GABRIEL JOSÉ LEÓN CORRALES

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS

ESCUELA DE FILOSOFÍA

BUCARMANGA

2016

EL PROBLEMA DE LA INERCIA Y LA IMPLICACIÓN DE SUS SOLUCIONES EN  
LA ONTOLOGÍA DEL ESPACIO

GABRIEL JOSÉ LEÓN CORRALES

Trabajo de Grado para optar al título de Filósofo

Director

PEDRO ANTONIO GARCÍA OBANDO

Magíster en Lingüística

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS

ESCUELA DE FILOSOFÍA

BUCARMANGA

2016

*Dedico mi trabajo a Leidy Janeth, el Amor de mi vida,  
quien ha estado a mi lado en los días más grises  
y merece sonreír conmigo ahora que el cielo esclarece.*

*Agradezco a mis padres,  
su constante e infinito apoyo ;  
y a todos mis profesores,  
su generosa forma de compartir conocimiento.*

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	9
1. EL PRINCIPIO DE INERCIA Y SU FORMULACIÓN EN LA OBRA DE NEWTON	12
2. ESPACIO, TIEMPO E INERCIA EN EL PENSAMIENTO DE BERKELEY	22
2.1 LAS IDEAS EN LA FILOSOFÍA DE GEORGE BERKELEY	24
2.2 RÉPLICA EMPIRISTA A LA CIENCIA TRADICIONAL EN GENERAL Y A LA FÍSICA DE NEWTON EN PARTICULAR	32
3. ERNST MACH Y SU RESPUESTA RELACIONISTA AL PROBLEMA DE LA INERCIA	38
3.1 EL PRINCIPIO DE MACH	42
4. CONCLUSIONES	45
BIBLIOGRAFIA	47

## RESUMEN

**TÍTULO:** EL PROBLEMA DE LA INERCIA Y LA IMPLICACIÓN DE SUS SOLUCIONES EN LA ONTOLOGÍA DEL ESPACIO\*

**AUTOR:** GABRIEL JOSÉ LEÓN CORRALES\*\*

**PALABRAS CLAVE:** Inercia, ontología del espacio, substancialismo, relacionismo

Con la publicación de su obra Principios Matemáticos de Filosofía Natural, Isaac Newton logra por primera vez en la historia del conocimiento dar unidad a la ciencia física con la formulación de la ley de gravitación universal y de sus tres leyes fundamentales del movimiento de los cuerpos, un logro que es celebrado por toda la comunidad científica. Sin embargo, su teoría descansa sobre el presupuesto de la existencia de dos entidades físicas inmateriales, el espacio y tiempo absolutos, como condición de posibilidad del movimiento verdadero de los cuerpos y como aquello que ocasiona los efectos inerciales que experimentan los objetos en un movimiento acelerado. Al problema de la inercia y sus efectos, al interrogante de por qué los cuerpos tienden a mantener su velocidad en el espacio, surgen varias respuestas desde corrientes filosóficas diversas e incluso opuestas, la mayoría caracterizadas por el rechazo a la solución ofrecida por Newton del espacio y tiempo absolutos como causa de la inercia. Se estudia la postura empirista de Berkeley y la crítica antimetafísica de Mach, así como la postura inicial de Newton, con el fin de encontrar lo común a todas ellas y así determinar las implicaciones teóricas y ontológicas que tiene la solución al problema de la inercia.

---

\* Monografía.

\*\* Facultad de Ciencias Humanas, Escuela de Filosofía. Director, Pedro Antonio García Obando, Magister en Lingüística.

## **ABSTRACT**

**TITLE:** THE PROBLEM OF INERTIA AND INVOLVEMENT OF ITS SOLUTIONS IN SPACE ONTOLOGY\*

**AUTHOR:** GABRIEL JOSÉ LEÓN CORRALES\*\*

**KEY WORDS:** Inertia, space ontology, substantialism, relationism

For the first time in the history of knowledge Isaac Newton was able to unify the physical science; he did so by stating the universal gravitation law and the three fundamental laws of movement of mass bodies; his achievement was celebrated by scientists. However, his theory was founded on the assumption of the existence of two immaterial physical entities, absolute space and time, as a condition of the possibility of real movement of bodies and as the cause of inertial effects that affect bodies in the real world. Diverse and even opposite schools of philosophical thought provide several answers to the problem of inertia and its effects, and explain in different ways why the bodies keep their velocity in the space; most of those answers are characterized by the rejection of the Newtonian explanation according to which the absolute space and time are the cause of the inertia. This work analyzes the empirical point of view of Berkeley, the antimetaphysical critique of Mach and the point of view of Newton, in order to discover what is shared by them and to come to the knowledge of the theoretical and ontological implications of a solution to the inertia problem.

---

\* Monograph.

\*\* Faculty of Human Sciences, School of Philosophy. Director, Pedro Antonio García Obando. Master in linguistics.

## INTRODUCCIÓN

En 1687 Isaac Newton publicaba uno de los libros más importantes en la historia de la ciencia: *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, o Principios Matemáticos de Filosofía Natural. Tan solo el nombre pone de manifiesto el vínculo estrecho existente entre la filosofía y la ciencia natural, disciplinas que en la época solían ser abordadas con frecuencia por los mismos pensadores, pero también postula a la obra como la respuesta a la carencia de una base teórica y numérica sólida que dotara de una unidad al estudio y desarrollo de la ciencia física, hasta entonces fragmentada en su campo de investigación, como si de dos realidades diferentes se tratara, entre los objetos terrestres y los cuerpos celestes.

Con el descubrimiento y formulación precisa de la Ley de Gravitación Universal, Newton logra refutar la falsa creencia que dividía el universo en esas dos regiones, como si cada una tuviera sus propias leyes o su propia naturaleza, permitiendo explicar con ella, tanto las leyes de Kepler sobre el movimiento de los planetas, como la caída de los cuerpos en el entorno cercano. Pero su célebre obra incluye también las tres leyes fundamentales del movimiento de los cuerpos, en virtud de las cuales cada desplazamiento o interacción de cuerpos podía ser no sólo descrito sino también predecirse: la ley de la inercia, la ley de fuerza y la ley de acción y reacción.

La primera de estas tres leyes, la ley de la inercia, cobra en este trabajo una importancia primordial y es el hilo conductor de nuestro escrito, al surgir de ella un problema que al ser abordado tanto desde la física como desde la filosofía ha dado lugar a concepciones diversas con implicaciones ontológicas, sobre la forma en la que el espacio y el tiempo pueden llegar a existir, y al mismo tiempo teóricas sobre la forma en que la ciencia debe ser entendida y abordada.

Puede definirse la inercia como la tendencia que tiene un cuerpo a mantener su velocidad en el espacio, o bien a mantener su estado de reposo, cuando su velocidad es cero, o bien a mantener su estado de movimiento rectilíneo uniforme, sin aceleración, cuando su velocidad es diferente a un valor trivial o nulo. Hablar de inercia, entonces, es hablar tanto de los cuerpos que la experimentan como de las causas que la generan.

Una discusión sobre dichas causas, aquello que genera las fuerzas inerciales, acompañó la ciencia natural desde el momento en que Newton formuló su teoría y no es seguro que sea una cuestión cerrada o resuelta aún para la física contemporánea. Las implicaciones de esta discusión han sido diversas y han derivado en un debate sobre la ontología del espacio y el tiempo, si son reales o no, si son abstracciones o son entidades, si existen sólo de manera relativa o si además de ello existen de forma absoluta, como condición de posibilidad del mundo físico. Lo que pretendemos demostrar en nuestro trabajo es que preguntarse por qué los cuerpos mantienen, o tienden a mantener, su velocidad del espacio implica también cuestionarse sobre la naturaleza u ontología del espacio mismo. El desarrollo de este problema nos llevará también a teorizar o recoger planteamientos sobre la naturaleza del tiempo, sobre la concepción de la ciencia y sobre las limitaciones de la misma.

Todo esto con el fin de responder el siguiente interrogante:

*¿Qué implicaciones teóricas y ontológicas tienen las diversas soluciones al problema de la inercia?*

Para poder dar una respuesta satisfactoria es necesario hacer un recorrido por posiciones antagónicas en el debate mencionado, recogiendo así el pensamiento

tanto de autores que consideran el espacio y el tiempo como entidades existentes en sí mismas y sin relación a algo externo, es decir, como substancias, y quienes los consideran como meras abstracciones de las relaciones entre los objetos. En este orden de ideas retomaremos la obra de Newton, quien originalmente postula los conceptos de espacio y tiempo absolutos, como causa de los efectos inerciales, así como las críticas de dos de sus más célebres opositores teóricos, George Berkeley y Ernst Mach.

Pero, dado que el pensamiento de Berkeley y de Mach no tiene muchos puntos en común, salvo en su crítica al substancialismo newtoniano, nos veremos obligados a retomar los planteamiento de cada pensador desde un contexto argumentativo distinto, sin poner en duda los presupuestos desde los que parte su filosofía; como parte de la metodología necesaria para encontrar lo común en ambas críticas a la postura original de Newton y sus partidarios, con independencia de del sistema filosófico o postura del cual provengan y así poder enunciar una respuesta general a la pregunta por las implicaciones teóricas que en el plano de la ontología tiene la respuesta al problema de la inercia.

Las implicaciones sobre la concepción de la ciencia en este debate quedan entonces en un plano secundario, pero no por ello dejan de tener importancia, motivo por el cual también las recogemos.

## 1. EL PRINCIPIO DE INERCIA Y SU FORMULACIÓN EN LA OBRA DE NEWTON

Aunque se acepta que el principio de inercia tiene su formulación más precisa en Newton y tiene también en el físico inglés el primer exponente de su posible causa, a saber, el espacio absoluto como aquello que dota a la materia de una estructura inercial, la génesis del concepto de inercia, no necesariamente bajo ese nombre, es extensa, y una exposición completa sobre el surgimiento y desarrollo del concepto requeriría todo un estudio dedicado al tema.

Desde aquellos que atribuyen a Galileo el principio de inercia propiamente dicho, aunque carente de un sistema completo dentro del cual explicarlo y dar razón de sus causas, hasta quienes se remontan a Aristóteles para hacer referencia a las primeras posturas que argumentaron a favor o en contra de la conservación del movimiento de los cuerpos, encontramos una vasta bibliografía que da cuenta de los cambios que sufrió el concepto y los matices que fue adoptando hasta llegar a su formulación más conocida.

Como lo señala correctamente, Fabián Hoyos Patiño, estudioso del tema<sup>1</sup>, el debate comienza con la física aristotélica, siendo esta contraria a cualquier forma de conservación del movimiento, pues en ella no sólo los cuerpos sublunares se rigen de forma distinta a los cuerpos celestes, sino que esos mismos cuerpos tienen movimientos naturales propios. Lo que menos podría concluirse de esto es que los cuerpos tiendan a mantener su posición en el espacio, cuando para el estagirita tienden a volver a su lugar natural.

---

<sup>1</sup> Véase: HOYOS, Fabián. Sobre hombros de gigantes. La formación del concepto de inercia. Medellín: Hombre Nuevo, 2001. 207 p.

Pero la posición de Aristóteles resulta útil para nuestro estudio como contraste, pues no sólo es contraria a la idea de inercia que pasaremos a enunciar en breve, sino también a la idea del espacio vacío y el movimiento en él, ambas cosas características del sistema de Newton. En efecto: "el mismo Aristóteles al argumentar contra la existencia del vacío, rechazó la posibilidad de la conservación del movimiento, condición necesaria para el movimiento inercial, como un contrasentido en el marco de su sistema teórico. Para él, todo movimiento lleva aparejado un cambio de circunstancias, y en el vacío, uniforme y homogéneo, un cuerpo tendría siempre la misma relación con todos los lugares, por lo cual es imposible el movimiento en el vacío, y el vacío mismo"<sup>2</sup>.

Varios siglos después y en oposición a esta postura, Newton enunciaría su teoría. ¿Qué entendemos entonces desde Newton por inercia? La inercia aparece tanto en las definiciones desde las que parten los *Principia* newtonianos, como en las leyes o axiomas del movimiento, en virtud de las cuales se deduce el resto de la teoría. Veremos que para comprenderla es necesario presuponer tanto que el espacio es continuo, infinito y cuyas partes son indiferenciables unas de otras, como un tiempo continuo y así mismo homogéneo, cuyo flujo no depende de objetos en movimiento ni hace relación a nada externo y, así mismo, de una materia o masa que es incapaz de ponerse a sí misma en movimiento espontáneo, sin la acción de fuerzas externas.<sup>3</sup>

---

<sup>2</sup> Ibid., p. 26

<sup>3</sup> Cfr: NEWTON, Isaac. Principios matemáticos de filosofía natural. Barcelona: Altaya, 1993. p. 32 – 39

En este contexto Newton presenta la definición y la ley de la inercia::

### “DEFINICIÓN III

La fuerza insita de la materia es un poder de resistencia de todos los cuerpos en cuya virtud perseveran cuanto está en ellos por mantenerse en su estado actual, ya sea de reposo o de movimiento uniforme en línea recta.

Esta fuerza es siempre proporcional a su cuerpo y sólo difiere de la inactividad de la masa por el modo de concebirla, Debido a la inercia de la materia, un cuerpo no abandona sin dificultad su estado de reposo o de movimiento. Por lo cual esa vis insita puede llamarse muy significativamente vis inertiae, fuerza de inactividad.”<sup>4</sup>

### “AXIOMAS O LEYES DEL MOVIMIENTO

#### LEY PRIMERA

Todos los cuerpos perseveran en su estado de reposo o de movimiento uniforme en línea recta, salvo que se vean forzados a cambiar su estado por fuerzas impresas”<sup>5</sup>

---

<sup>4</sup> Ibid., p 28

<sup>5</sup> Ibid., p 41

Tenemos entonces la formulación de una ley, en virtud de la cual un cuerpo tiende a mantener su estado de movimiento no-acelerado, ya sea de movimiento rectilíneo, o de reposo. Pero, a su vez, tenemos la formulación de una fuerza inercia), una fuerza de inactividad, una vis insita, que se expresa en un sentido similar y es aquella que hace posible la formulación de la ley de la inercia. ¿Cómo es posible esta fuerza? ¿Qué la causa? Si tenemos en cuenta la naturaleza inactiva de la materia la respuesta no parece clara.

Sin embargo, es aquí donde entran en juego los conceptos de espacio y tiempo, concebidas por un físico como Newton como entidades físicas reales en toda regla, situadas en un plano ontológico igual o incluso superior al de los cuerpos en ellos contenidos y a los sucesos en ellos ocurridos. El espacio y el tiempo dejan de considerarse ya como simples abstracciones de las relaciones entre los fenómenos para ser tomados como substancias en sí mismas, con capacidad incluso para afectar la materia, dotándola de una estructura inercial.

Como ya se ha esbozado someramente en la introducción de nuestro trabajo, las concepciones acerca del espacio pueden ser divididas *grosso modo* en dos grupos. La primera postura, denominada *substancialismo*, afirma la existencia del espacio como una entidad física, independiente de los objetos y contenedora de estos. La segunda postura, denominada *relacionismo*, afirma únicamente la existencia de objetos y reduce el espacio únicamente al conjunto de relaciones entre estos.<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> A estas posturas opuestas, aunque sin agruparlas bajo los nombres de substancialismo y relacionismo, se refiere Kant en la estética trascendental, cuando con las palabras “los primeros” y “los segundos” agrupa dos puntos de vista sobre la ontología del espacio y el tiempo, uno de los cuales puede explicar los fenómenos del movimiento con precisión matemática pero cae en afirmaciones difíciles de sostener, admitiendo dos no-seres eternos (espacio-tiempo), y otro, que pese a no caer en tales afirmaciones – a su juicio injustificadas – no está en capacidad de explicar con la precisión de la ciencia las leyes del movimiento que fundamentan la mecánica clásica. Véase: KANT, Immanuel. *Crítica de la razón pura*. México: Taurus, 2006. p. 80-82.

De manera similar ocurre con el tiempo, el cual puede ser visto como una entidad en sí misma o como una simple abstracción de la serie ordenada de los fenómenos. La filosofía natural de Newton logra hacer una introducción y defensa del substancialismo, planteando la existencia del espacio y tiempo absolutos, no relativos a la configuración de la materia ni al orden de sus movimientos, como una afirmación necesaria para explicar las fuerzas inerciales, como se verá a continuación.

En un escolio de sus Principia Mathematica Philosophiae Naturalis, con el cual complementa una serie de definiciones, Newton expone los conceptos de espacio y tiempo, y también de movimiento. Ninguno de los conceptos explicados en el escolio - espacio, tiempo y movimiento, constituye formalmente una definición, pues el físico inglés espera que el lector tenga un conocimiento previo de tales términos; únicamente se añaden varias precisiones sobre la forma en la que deben ser concebidos y realiza también una distinción fundamental, sobre la que edificará toda su teoría.

Se habla entonces de un espacio, un tiempo y un movimiento relativos, aparentes y que se refieren únicamente a lo sensible, tal y como lo concibe la gente común; y además, del espacio, del tiempo y del movimiento absoluto, matemático y verdadero. En este contexto afirma Newton lo siguiente:

"El tiempo absoluto, verdadero y matemático en sí y por su naturaleza y sin relación a algo externo, fluye uniformemente, y por otro nombre se llama duración; el relativo, -aparente y vulgar, es una medida sensible y externa de cualquier duración, mediante el movimiento (sea la medida igual o desigual) y de la que el vulgo usa en lugar del verdadero tiempo; así, la hora, el día, el mes, el año.

(...) El espacio absoluto, por su naturaleza y sin relación a cualquier cosa externa, siempre permanece igual e inmóvil; el relativo es cualquier cantidad o dimensión variable de este espacio, que se define por nuestros sentidos según su situación respecto a los cuerpos, espacio que el vulgo toma por el espacio inmóvil: así, una extensión espacial subterránea, aérea o celeste definida por su situación relativa a la Tierra. El espacio absoluto y el relativo son el mismo en (forma)\* y en magnitud, pero no permanecen siempre el mismo numéricamente. Pues si la Tierra, por ejemplo, se mueve, el espacio de nuestra atmósfera que relativamente y respecto a la tierra siempre permanece el mismo, ahora será una parte del espacio absoluto, por la que pasa el aire, después otra parte y así, desde un punto de vista absoluto, siempre cambiará".<sup>7</sup>

Así mismo, se habla del lugar como la parte del espacio ocupada por un cuerpo y, tal como puede hablarse del espacio absoluto o relativo, el lugar será relativo o absoluto según se refiera a uno y otro espacio. El movimiento es considerado como el paso de un cuerpo de un lugar a otro y, de igual manera, se puede hablar de un movimiento absoluto y un movimiento relativo, de acuerdo al espacio al que haga referencia. Así, un objeto que permanece inmóvil en el espacio absoluto puede aparentar un movimiento con respecto a otro cuerpo que se mueva en el espacio

---

\* La palabra tal como aparece en la traducción es "especie", que en latín también tiene el significado de forma, pero en nuestro idioma resulta más comprensible esta última palabra y por tal razón se ha modificado la cita.

<sup>7</sup> Ibid., p. 32 – 33

absoluto y lo contrario, un cuerpo que según los datos de los sentidos experimente un movimiento puede permanecer en reposo en el espacio absoluto.<sup>8</sup>

Todo esto resulta problemático para un substancialista, como lo es Newton, pues no parece posible diferenciar realmente entre un espacio y otro. A este nivel resulta difícil dar un argumento fuerte a favor de la realidad del espacio como contenedor independiente de la materia pues, siendo el espacio absoluto y el relativo indiscernibles empíricamente, no habría razón para ir más allá del conjunto de las relaciones entre los objetos materiales. Lo mismo ocurre en el caso del tiempo.

Pero Newton dice que aunque no es posible diferenciar directamente espacios o lugares absolutos de los relativos, es posible diferenciar el movimiento (o reposo) absoluto del relativo por sus "propiedades, causas y efectos"<sup>9</sup>. Aunque las propiedades y las causas del movimiento o el reposo no permiten diferenciar a través de la experiencia entre el movimiento (o reposo) relativo y el absoluto, sí es posible hacer tal distinción por los efectos de dicho movimiento. Dice Newton: "los efectos por los que los movimientos absolutos y los relativos se distinguen mutuamente son las fuerzas de separación del eje de los movimientos circulares, pues en el movimiento circular meramente relativo estas fuerzas son nulas."<sup>10</sup>

Si es posible demostrar la existencia de un movimiento absoluto, se demostraría la existencia del espacio absoluto como su condición de posibilidad. Esto es lo que se propone Newton con el experimento del vaso en rotación, experimento al que no se conoció una respuesta satisfactoria por parte de los relacionistas hasta que surgieron las conocidas críticas de Mach, más allá de las anteriores críticas de Berkeley, cuya difusión desafortunadamente no fue muy amplia en su momento.

---

<sup>8</sup> Cfr: Ibid., p. 32-39

<sup>9</sup> Ibid., p. 35

<sup>10</sup> Ibid., p. 37

Para esta demostración o experimento el genio de Newton se sirve de la inercia, pues el cambio relacional, es decir, en cambio en la configuración relativa entre objetos materiales coexistentes resulta insuficiente para proveer una justificación dinámica de los efectos inerciales.

Mientras en el caso del reposo o del movimiento rectilíneo uniforme no es posible diferenciar el movimiento (o reposo) absoluto del relativo, es posible efectuar tal distinción en un movimiento acelerado. El experimento del vaso en rotación consiste en hacer rotar sobre un eje vertical, perpendicular a la tierra por ejemplo, un balde lleno de agua. El balde y el agua se hallan en reposo en un instante inicial  $t_0$ , posteriormente, en un instante  $t_1$ , el balde comienza a girar y el agua se halla en un estado de movimiento relativo con respecto a las paredes del balde; pero a medida que el balde rota comunica su movimiento al agua, la cual comienza a rotar también con él hasta que en un instante  $t_2$  su velocidad es igual a la de las paredes del balde y por lo tanto se halla en reposo relativo con respecto a éste.

La clave del experimento radica que tanto en  $t_0$  como en  $t_2$  el agua se halla en reposo relativo con respecto al balde, pero en  $t_2$  se experimenta una curvatura en la superficie del agua, algo que no se presenta en  $t_0$ . Para el relacionista no es fácil dar una explicación a esto, Newton, en cambio, da razón de la curvatura en la superficie del agua como un efecto de un movimiento verdadero, un movimiento absoluto; pues aunque el agua se halla en reposo relativo con respecto al balde, se está moviendo en el espacio absoluto y esa es la causa de los efectos que se observan. Dada la realidad del movimiento absoluto se afirma entonces la realidad del espacio absoluto como su condición de posibilidad.

El hecho de que Newton pueda dar razón de las fuerzas que actúan en los movimientos acelerados explica el hecho de que su física haya resistido durante tanto tiempo los ataques de los numerosos relacionistas. Si en realidad el espacio

y el tiempo absoluto son meras abstracciones o ficciones de la imaginación, es necesario que el relacionista presente una explicación al experimento del vaso con la que dé razón de las fuerzas manifestadas en un movimiento acelerado, es decir, que pueda hacer frente al problema de los efectos inerciales.

Esta discusión sobre la realidad del espacio entre relacionistas y substancialistas tuvo una expresión muy importante en la correspondencia mantenida por Clarke - discípulo de Newton - y Leibniz, quien defendía el relacionismo arguyendo para ello dos principios metafísicos: el principio de razón suficiente y el principio de identidad de los indiscernibles.

Aplicado a la filosofía natural, el principio de razón suficiente señala que para cada realidad física debe existir una causa o una razón de que su existencia se presente de una y no de otra manera. El universo físico como un todo material no podría estar ubicado en una parte del inmaterial espacio absoluto mejor que en otra, porque, dado que las partes del espacio son idénticas, no existiría una razón suficiente para que el universo haya sido creado, o se encuentre ubicado, en un lugar y no en otro de propiedades iguales. Incluso la mera voluntad divina tampoco sería una razón suficiente para ello, puesto que, en palabras de Leibniz: “Sostener que Dios quiere algo sin que hubiera ninguna razón suficiente de su voluntad va contra el axioma o regla general de todo lo que sucede.”<sup>11</sup>

Pero, como este principio puede ser considerado débil, dado que no hay ninguna imposibilidad lógica que impida concebir el conjunto de la materia situado en una u otra parte del espacio absoluto, el principio de identidad de los indiscernibles adquiere una mayor importancia. Según éste principio dos entidades que no puedan

---

<sup>11</sup> Cfr: LEIBNIZ, Gottfried Wilhelm. La polémica Leibniz-Clarke. Madrid: Taurus, 1980. p. 69

distinguirse o diferenciarse entre sí deben considerarse como una misma cosa.<sup>12</sup> Aplicando esto a la ontología del espacio, se sostiene que es absurdo considerar el mundo material situado en uno u otro lugar del espacio absoluto o moviéndose en tal espacio con una u otra velocidad, pues al ser indistinguibles una y otra situación, debe considerarse que se trata de una misma situación ontológica.<sup>13</sup>

Sin embargo, aunque la crítica de Leibniz funciona a nivel de las percepciones sensibles más comunes y a nivel cinemático, no funciona cuando se presentan efectos inerciales, en los movimientos acelerados, como el experimento del vaso en rotación. Es por ello que la concepción de Newton continuó vigente aún después de las réplicas y objeciones de Leibniz, más aún cuando la muerte de este último impidió que su correspondencia con Clarke llegara a discutir el experimento del vaso en rotación y las conclusiones que Newton de él deriva. Hubo que esperar entonces hasta la publicación de las obras de Ernst Mach, o hasta el descubrimiento de los escritos de Berkeley, para encontrar una postura que pudiera refutar la concepción newtoniana, incluyendo el argumento del vaso, de manera sólida.

---

<sup>12</sup> Cfr: Ibid., p. 78-79

<sup>13</sup> Cfr: Ibid.

## 2. ESPACIO, TIEMPO E INERCIA EN EL PENSAMIENTO DE BERKELEY

Hasta ahora hemos esbozado la concepción newtoniana de inercia y las implicaciones que tiene, desde su teoría, dar respuesta a las fuerzas inerciales que se presentan en el movimiento de los cuerpos, a saber, el reconocimiento de la existencia de dos realidades físicas: espacio y tiempo absoluto. A partir de ahora haremos énfasis en las críticas que recaen sobre esta concepción y sus implicaciones, tanto en el plano ontológico, como en la concepción que se tenga de la ciencia y de objeto de estudio de ésta última.

En este orden de ideas, conviene analizar el pensamiento de George Berkeley, desde el cual se brinda una respuesta relacionista al problema de la inercia, se niega la realidad del espacio y tiempo absolutos, y aún la posibilidad de ser considerados correctamente como una idea. Pero, dado que el sistema filosófico desde el cual Berkeley enfrenta el problema, una epistemología que se funde con la ontología, debemos hacer numerosas precisiones sobre dicho sistema, asumiendo dicha postura con total convicción, como herramienta metodológica para una correcta exposición de la misma.

Sobre la epistemología de George Berkeley y sus implicaciones ontológicas, resumida en la fórmula "ser es ser percibido"<sup>14</sup>, la cual sólo presenta una excepción en el caso de los espíritus y fundamentalmente en el caso de Dios, es posible elaborar una crítica a lo que erradamente se considera como el fundamento de la ciencia natural. Se expone a continuación dicha crítica a las doctrinas materialistas y de las ideas abstractas, como parte de una argumentación que muestra la inutilidad de sus tesis para los propósitos de la ciencia, la cual puede ser comprendida sencillamente como la búsqueda de generalidades por medio de la

---

<sup>14</sup> BERKELEY, George. Tratado sobre los principios de conocimiento humano. Madrid: Alianza, 1992. p. 56.

inducción de casos particulares. Se muestra entonces que esta visión de la ciencia es perfectamente sostenible y que sus implicaciones son menos comprometedoras y contrarias a la razón que la pretendida búsqueda de causas esencialistas.

La conjunción de estas tesis hace que el pensamiento de George Berkeley resulte tan particular como interesante. Lo que en un primer momento puede parecer un conjunto de ideas sostenidas sobre una tesis tan extravagante y contraria al sentido que resultaría fácil de refutar, se convierte, por el contrario, en uno de los huesos más duros de roer para la crítica filosófica. Su empirismo, heredero y superación de las ideas de John Locke y precursor de diversos y eminentes pensadores, desde David Hume hasta Ernst Mach, se simboliza en la célebre frase "*ese est percipi*" (Ser es ser percibido), en la cual se reduce lo existente a aquello que es percibido por el sentido.<sup>15</sup>

Las consecuencias de esta afirmación y de la filosofía en la cual se enmarca son mucho más que amplias. En primer lugar, niega que los objetos tengan existencia con independencia de la mente que los percibe, rechazando con ello el concepto de materia sobre el que se sostenía la filosofía natural de su época, y con ello, la interpretación más aceptada de la física Newtoniana.<sup>16</sup>

En segundo lugar, y como consecuencia de lo que entiende por ideas y lo que implica la percepción de las mismas, niega la existencia en la mente humana de las llamadas ideas abstractas, sobre las cuales generalmente se acepta que descansan también las ciencias.<sup>17</sup> Un ataque tan fuerte a lo que muchos consideran el fundamento de una ciencia tan exacta e imponente, como es el caso de la física, no puede pasar inadvertido.

---

<sup>15</sup> Cfr: Ibid.

<sup>16</sup> Cfr: Ibid., p. 55-59

<sup>17</sup> Véase: Ibid., p. 35-53

Sin embargo, lejos de construir un simple y estéril rechazo a los supuestos fundamentos de la disciplina antes mencionada, el pensamiento del obispo de Cloyne constituye una alternativa seria a la forma en la que dichas materias pueden ser entendidas. Justificar la afirmación anterior constituye uno de los propósitos del presente apartado.

## **2.1. LAS IDEAS EN LA EPISTEMOLOGÍA DE GEORGE BERKELEY**

A diferencia de su predecesor, John Locke, Berkeley dedica un esfuerzo considerable a esclarecer lo que significa realmente la palabra idea, y sobre ello se puede decir que construye el resto de su filosofía. Mientras que Locke se conforma con decir que una idea es “el objeto del entendimiento cuando un hombre piensa”<sup>18</sup>, Berkeley se esmera por ofrecer una respuesta mucho menos ambigua. Con Locke estará de acuerdo al atribuir un carácter pasivo a las ideas, sin embargo, discrepa en que todos los objetos del pensamiento, es decir, todo aquello que puede ser pensado, deba ser considerado como una idea. Así, efectúa una distinción entre una idea propiamente dicha y lo que puede ser llamado una simple noción<sup>19</sup>. Aunque a lo largo del Tratado sobre los principios del conocimiento humano, el autor utiliza indistintamente en más de una ocasión las palabras idea y noción, hay algunos fragmentos en los que realiza la aclaración de lo que debe ser entendido por cada uno de estos términos.

Al referirse al conocimiento que pueda tenerse o no del espíritu afirma que "no puede decirse (...) que tenemos una idea de un ser activo o de una acción, aunque sí podría decirse que tenemos una noción de ellos. Yo tengo una noción o conocimiento (...) en cuanto que sé o comprendo lo que quiere decirse por esas

---

<sup>18</sup> LOCKE, John. Ensayo sobre el conocimiento humano. México: Fondo de Cultura Económica, 1999. p. 21

<sup>19</sup> BERKELEY. Opus cit., 145 – 148

palabras"<sup>20</sup>. En efecto, si para tener una noción de algo basta conocer el significado, o el uso, de aquella palabra con la que se designa, para tener una idea es necesario que ésta sea susceptible de ser imaginada. En un sentido poco riguroso podemos llamar entonces ideas u objetos de nuestro conocimiento a todas las sensaciones impresas en nuestros sentidos y a las que percibimos "cuando fijamos la atención en pasiones y operaciones de la mente"<sup>21</sup>, así como a las que formamos mediante la imaginación y la memoria a partir de estos dos primeros grupos.

Sin embargo, lo que en un sentido riguroso debe llamarse idea, aunque no lo diga Berkeley con estas palabras, son los conjuntos de sensaciones o haces perceptivos<sup>22</sup>, aquellas cualidades sensibles que se acompañan y son al mismo tiempo registradas con un solo nombre y consideradas como una sola cosa. Tal es el caso de una manzana, por ejemplo.<sup>23</sup> Volveremos sobre este punto en una parte posterior de nuestro análisis, por el momento nos interesa ahondar en la concepción de Berkeley sobre las ideas y por tal razón es necesario aclarar lo que se refiere a las ideas generales y a las ideas abstractas.

En la época en que vivió Berkeley, como se expresa claramente en el Ensayo de Locke, era aceptada la opinión, que probablemente se remonte hasta tiempos de Platón y se extienda hasta nuestros días, de que "la mente tiene el poder de formar ideas abstractas o nociones de cosas"<sup>24</sup>, la cual era vista por Berkeley como la causa de diversas confusiones y contradicciones en el ámbito académico, fundamentalmente en la lógica y en la metafísica, aunque, como lo veremos más

---

<sup>20</sup> Ibid., p. 147

<sup>21</sup> Ibid., p. 54

<sup>22</sup> Cfr: POPPER, Karl. Nota sobre Berkeley como precursor de Mach y Einstein. En: Conjeturas y refutaciones. Barcelona: Paidós, 1991. p. 216

<sup>23</sup> Cfr: BERKELEY. Opus cit., p. 55

<sup>24</sup> Ibid., p. 34

adelante, también en la filosofía natural, ciencia para la cual solían considerarse imprescindibles.

Generalmente se entiende una idea abstracta, o una idea general abstracta, como aquella que resulta de la construcción que hace la mente a partir de las características comunes en los diferentes objetos o individuos de una misma clase, o considerados bajo una misma cualidad o característica. Un ejemplo de ellos es la idea de extensión, la cual se dice que surge "cuando la mente ha observado que en las extensiones particulares percibidas por el sentido hay algo que es común y semejante a todas ellas (...), separa de lo demás aquello que es común, formando con ello la idea abstracta de extensión, la cual no es ni una línea, ni una superficie, (...) ni tienen una figura en particular, sino que ha prescindido por completo de todas estas particularidades"<sup>25</sup>. Así, por ejemplo, puede surgir la idea de hombre como abstracción de lo común a los individuos, y la idea de animal, como abstracción de las ideas de hombre y de los demás animales.

Sin embargo, Berkeley argumenta a favor de la imposibilidad de realizar tales operaciones, pues no parece posible asignar otra facultad a la mente que la de "imaginar o de (representar) las ideas de las cosas particulares que (ha) percibido, y de las otras varias que resultan de combinarlas y dividir las"<sup>26</sup>. Pues para formarse una idea abstracta hay que formarse una idea que no incluya ninguna particularidad, como por ejemplo una idea de manzana que no debe ser ni verde, ni roja, ni grande ni pequeña, etc.; algo que es imposible, ya que no podemos formarnos ninguna imagen de una manzana sin asignarle un determinado color o tamaño. Es imposible entonces que nos formemos ideas abstractas, pero eso no implica que no podamos hacer uso de ideas generales. La diferencia entre idea abstracta e idea general

---

<sup>25</sup> Ibid., p. 35

<sup>26</sup> Ibid., p. 37

radica en que esta última es en realidad una idea particular, que deja de considerarse en sí misma para pasar a representar o simbolizar todas las demás ideas particulares de la misma clase.<sup>27</sup>

Aun así, el uso de las palabras parece sugerir la existencia en los hombres de las ideas abstractas, pero en realidad solo hace referencia al empleo de signos generales. El error radica en creer que "cada nombre tiene, o debería tener un único, preciso y establecido significado, lo cual inclina a los hombres a pensar que hay ciertas ideas abstractas determinadas que constituyen el verdadero y único significado inmediato de cada nombre general."<sup>28</sup> Al parecer, contrario a lo que la tradición filosófica suele comentar, quien realmente nos engaña no son los sentidos sino el lenguaje, el cual, a medida que se afirma en nosotros mediante la costumbre, parece sugerirnos que existe lo que realmente es imposible y probablemente innecesario. Sobre esta última afirmación aún tenemos mucho que aclarar, pero antes de mostrar cómo el conocimiento puede salir indemne de un ataque contra las ideas abstractas, es necesario profundizar en otras cuestiones previas.

Retomando ahora la argumentación que comenzamos unos párrafos atrás, debemos justificar por qué, dentro de la filosofía de Berkeley, es perfectamente lícito hablar de un objeto, o cosa, de la misma manera en que nos referimos a una idea. Pero, ¿cómo ha de ser posible entonces que una idea y una cosa puedan ser consideradas como lo mismo? La razón es que la epistemología (y ontología) de Berkeley sólo plantea la existencia de dos tipos de entidades\*: las cosas o ideas, cuya naturaleza es esencialmente pasiva y consiste únicamente en ser percibidas,

---

<sup>27</sup> Cfr: Ibid., p.40

<sup>28</sup> Ibid., p. 47

\* La palabra entidad puede tener connotaciones ontológicas aunque no sea esa nuestra intención. No pretendemos sostener de ninguna manera que las ideas puedan considerarse como realidad existentes en sí mismas, ya que si seguimos a Berkeley debemos afirmar que la única clase de sustancias son los espíritus. La palabra entidad, que no es usada por Berkeley, tan sólo sirve acá para referirnos a ideas y a mentes por igual.

y los espíritus, de naturaleza activa y con capacidad para percibir, producir y operar las ideas. Conviene recordar ahora una especie de principio que atraviesa la obra de Berkeley según el cual una entidad no puede parecerse sino a otra entidad de su misma naturaleza. Es decir, una idea no puede parecerse más que a otra idea y no a un espíritu. Tal concepción nos lleva, como se ha visto ya, a negar que podamos formarnos ideas acerca de nuestra mente, pero tiene consecuencias aún mayores. Implica la negación de un ser fuera de los espíritus, cuya existencia no dependa en absoluto de ser percibido por éstos. Se trata del supuesto, que además de acompañar nuestra práctica vital, está presente en la filosofía natural, de que nuestras sensaciones son causadas por objetos materiales de los cuales nuestras ideas son copias o imágenes.

La idea de la materia como un objeto no-pensante, inerte, que actúa sobre un espíritu repugna a la epistemología de Berkeley. La creencia en tal cosa deriva de un mal ejercicio de abstracción. En efecto, no debemos afirmar la existencia de algo que no podemos siquiera llegar a concebir o imaginar, y tal parece que esto es lo que ocurre en el caso de la materia. Según Berkeley podemos hacer abstracción de algo cuando lo consideramos de forma separada a otras sensaciones que normalmente le acompañan, porque puede ser percibido de manera independiente, como el olor de una rosa que puede existir o ser percibido sin pensar de forma necesaria en los colores de ésta. Sin embargo, como lo apunta Berkeley, ese poder de concebir o imaginar no llega más allá de la real existencia o percepción, ya que es imposible pensar en algún objeto separándolo de las percepciones que de él hemos tenido y, por tal razón, se concluye que los objetos y las sensaciones son una y la misma cosa.<sup>29</sup>

---

<sup>29</sup> Cfr: Ibid., p. 77

Sin embargo, tal como lo hace la física y como lo escribe John Locke en su conocido Ensayo, aunque se reconozca la independencia de ciertas sensaciones en la mente que las percibe, tales como el olor, el sabor y el color, llamadas también cualidades secundarias, se dice que existen en los objetos unas cualidades primarias en virtud de las cuales actúan sobre nuestros órganos sensoriales y causan nuestras sensaciones. Tal es el caso de la extensión y el movimiento o reposo. Pero, siguiendo a Berkeley, debemos decir que tampoco es posible concebir la existencia de la materia, como algo que posea necesariamente esas cualidades, pues para imaginar algo como extenso o móvil es necesario asignarle algún color y por lo tanto queda claro que las llamadas cualidades primarias están en el mismo plano de las secundarias, las cuales todos aceptamos que dependen de la mente que las percibe.<sup>30</sup>

Por otra parte, haciendo referencia únicamente a nuestra mente y a las ideas que percibe, no estamos dando una explicación satisfactoria a la pregunta por el conocimiento humano. Cualquiera puede comprobar, sin duda, que sólo una parte de sus ideas depende de su voluntad, pero hay demasiadas ideas, aquellas impresas en el sentido, que son simplemente percibidas por el entendimiento, las cuales tienen un poder mucho mayor de agitar nuestras pasiones y una concatenación, orden o secuencia que no poseen las ideas producidas por la voluntad.<sup>31</sup> Allí es donde radica la distinción entre lo que se llama realidad y lo que se denomina comúnmente ficción. No es necesario recurrir a la existencia de objetos materiales como garantes de nuestro conocimiento o de la distinción entre lo que es y no es real. Sin embargo, descartada la hipótesis de la materia, es necesario buscar una causa para la regularidad y vivacidad de nuestras ideas. Berkeley la encuentra en Dios, a quien denomina como *el autor de la naturaleza*, del cual no

---

<sup>30</sup> Ibid., p.60

<sup>31</sup> Cfr: Ibid., p 32

podemos formarnos una idea pero sí una noción de un espíritu, de una naturaleza activa, en virtud de la cual puede imprimir sobre nosotros las ideas del sentido que son llamadas entonces *cosas reales*.<sup>32</sup>

Pero acá es cuando nuestras investigaciones comienzan realmente a dar frutos y a dejar de hablar sobre principios para tratar de importantes consecuencias. Recordemos, por una parte, la forma en que entendemos una idea u objeto, como un conjunto de haces perceptivos, y pensemos en un vidrio roto que vemos tras haber observado un vidrio similar siendo golpeado por un martillo. El vidrio roto y el vidrio entero son considerados generalmente como un mismo objeto pero, si nos apoyamos en la precisión de Berkeley, vemos que el conjunto de percepciones que se registran en uno y otro caso en nuestros sentidos son distintos y por tal razón no podemos decir que se trate del mismo vidrio. De la misma manera, podemos generalizar y afirmar que los objetos que conforman el mundo en el que creo moverme en un momento y aquellos que lo componen en un momento posterior en el cual recibo percepciones notoriamente distintas, son diferentes. En este sentido podemos hacer alusión al carácter esencialmente pasivo de las ideas, cuyo ser consistirá inevitablemente en ser percibidas, su ser es su percepción.

De esto inevitablemente se sigue que una idea no puede actuar sobre otra. Pero, para terminar esta argumentación, haremos notar que desde este contexto argumentativo las regularidades que observamos en los fenómenos naturales, y el orden innegable con el que se presentan a nuestros sentidos, no obedecen a ninguna necesidad. Al ser causadas por una voluntad o espíritu, como lo es Dios, del cual no podemos formarnos ninguna idea aunque podamos hacer referencia mediante una noción, estas regularidades parecen tener un carácter contingente,

---

<sup>32</sup> Cfr: Ibid., p. 72 -73

pues son el resultado de acciones libres "y cuya admirable concatenación da testimonio de la sabiduría y benevolencia de su autor"<sup>33</sup>,

Sin embargo, independientemente de que nos adscribamos o no a la fe de Berkeley, para quien la regularidad de los fenómenos constituye únicamente un bondadoso signo del que Dios provee al hombre para que pueda prever la forma en que serán impresadas ideas del sentido sobre él y a partir de lo cual pueda regular sus acciones (que realmente constituyen deseos imposibles de realizarse, como llenar un objeto material con otro objeto en estado líquido con la intención de que uno actúe sobre otro para que de esta manera calme nuestra sed) y así procurarse una vida feliz, es importante recalcar que las leyes de la naturaleza no tratan sobre realidades inmutables sino sobre secuencias de ideas contingentes, que son de determinada manera, pero que perfectamente pueden ocurrir de cualquier otra forma.

De lo dicho anteriormente podemos concluir que la noción de causalidad, tal como se entiende ingenuamente en la interpretación de las ciencias, es errada y que estamos equivocados autoengañándonos al creer que poseemos conocimiento real de la causa de algún fenómeno cuando lo relacionamos con otro. En este sentido Berkeley afirma, adelantándose a pensadores posteriores, que "la concatenación de ideas no implica una relación de causa y efecto sino únicamente una señal o signo de la cosa significada. El fuego que veo no es la causa del dolor que sufro al estar muy cerca de él, sino la señal que me advierte de dicho dolor"<sup>34</sup>.

Quizás pueda parecer excesiva la exposición que hemos realizado hasta acá sobre pensamiento de Berkeley, pero era necesario exponer y elucidar sus concepciones acerca de las ideas, su crítica a las ideas abstractas y su rechazo al concepto de

---

<sup>33</sup> Ibid., p. 72

<sup>34</sup> Ibid., p. 96

materia, así como las consecuencias que de este rechazo se derivan, para entrar de lleno a la crítica que sobre las ciencias tradicionales puede realizarse siguiendo la doctrina del obispo de Cloyne. Estamos ahora en capacidad de mostrar cómo es posible plantear el funcionamiento de la física dentro del pensamiento de Berkeley, sin hacer uso para ello de ideas abstractas.

## **2.2. RÉPLICA EMPIRISTA A LA CIENCIA TRADICIONAL EN GENERAL Y A LA FÍSICA DE NEWTON EN PARTICULAR**

La mecánica de Newton y los principios matemáticos que la sostienen y contra los que Berkeley se rebela, aunque llegaron a gozar de una gran aceptación, no contaron con demasiados defensores en un primer momento y sí, por el contrario, con múltiples opositores en la discusión filosófica. La causa de esta dificultad no radica en el presupuesto común a la filosofía natural de la época, la llamada hipótesis atómica, según la cual todos los fenómenos de la naturaleza podían ser explicados como resultado de interacciones o choques entre partículas puntuales en movimiento dentro de un medio<sup>35</sup>; ya que esta hipótesis, implícita en los planteamientos de Newton, no lo diferenciaba de los demás físicos de su época. El rechazo hacia la teoría de Newton venía de la mano con la forma en la que éste se refería al medio último en el que era posible el movimiento y el choque entre las partículas, el espacio absoluto como un contenedor independiente de la materia y que actuaba sobre ella, a través de su estructura dinámica, causando los efectos inerciales. Sin embargo, aunque la crítica hacia los conceptos de tiempo y espacio absolutos fue el principal adversario de la teoría de Newton, el rechazo de Berkeley hacia ésta última implica también el rechazo a la hipótesis atómica, la cual le permite ofrecer una respuesta al problema del movimiento, argumentativamente menos riesgosa, como veremos finalizando este apartado.

---

<sup>35</sup> Cfr: Ibid., p.60

Aunque suele decirse que la respuesta a este problema fue presentada finalmente por Ernst Mach alrededor de 200 años después, debido a que la argumentación de los primeros críticos de Newton, Leibniz incluido, no ofrecía una verdadera alternativa de solución al problema de la inercia, en honor a la verdad debemos reconocer que el espíritu de las ideas del filósofo austriaco ya estaba presente, de manera muy consistente, en el pensamiento de George Berkeley. En este sentido no resulta arriesgado afirmar, como lo hace Popper, que el empirista inglés fue un precursor del pensamiento de Mach.<sup>36</sup> Sin embargo, aunque la crítica planteada por ambos filósofos a Newton es en muchos sentidos similar, las premisas desde las cuales la formulan son muy distintas y repercuten de manera particular. Como veremos a continuación, las tesis epistemológicas y ontológicas de Berkeley le libran de la responsabilidad de construir una nueva ciencia, cosa que no ocurre en el caso de Mach, algo que hace aún más consistente su pensamiento.

La crítica empirista que Berkeley lanza contra Newton puede resumirse en tres puntos fundamentales. En primer lugar, se muestra la vacuidad de los conceptos absolutos de tiempo, espacio y movimiento. En segundo lugar, se ofrece una explicación en términos relativos al problema de la inercia, con el experimento del vaso en rotación como ejemplo, en el cual se muestra el error en la interpretación newtoniana de la cuestión. Finalmente, se niega que la física de Newton ofrezca una verdadera explicación causal de los fenómenos y se propone su interpretación como una hipótesis matemática o una útil herramienta de cálculo.

La primera parte de la crítica, dirigida contra los conceptos absolutos, está directamente relacionada con la forma en que entendemos las ideas y el significado de las palabras. Por una parte, al ser completamente imperceptible a nuestros

---

<sup>36</sup> Véase: POPPER. Opus cit., 208 – 218

sentidos, como el mismo Newton lo reconoce, resulta imposible que nos formemos una idea de lo que son el espacio o el tiempo absolutos, ya que nuestra forma de percibir el tiempo, el espacio y el movimiento está directamente relacionada con las experiencias particulares en cada uno de los casos. En este sentido Berkeley afirma: "El tiempo, el lugar y el movimiento, cuando son tomados en particular o en concreto, son lo que todo el mundo sabe; pero cuando pasa por las manos del metafísico, se convierten en algo demasiado abstracto y sutil como para ser aprehendidos por un hombre de sentido común"<sup>37</sup>.

En efecto, tal como dice San Agustín en sus Confesiones<sup>38</sup>, todos conocemos lo que es el tiempo hasta que intentamos definirlo o nos preguntan por él. Por ello, Berkeley recuerda que nadie tiene problemas en comprender lo que queremos decir cuando hacemos referencia a una hora o a algún intervalo de tiempo, con referencia a la sucesión de ideas o de objetos que percibimos. Pero "el tiempo (...) es nada si se le abstrae de la sucesión de ideas de nuestras mentes"<sup>39</sup>. Quedará claro entonces que nos resulta imposible formarnos una idea abstracta del tiempo, es decir, de tiempo absoluto. Sin embargo, podría argumentarse que podemos formarnos una noción del tiempo absoluto, de manera análoga a la forma en la que nos formamos una noción de espíritu. Pero, de acuerdo con la doctrina empirista de Berkeley, una palabra no debe mencionarse si no se le está dando ningún significado y el significado de una palabra se reduce a la idea o cualidad sensoria con la que está asociada. Por lo tanto, el tiempo puede estar asociado a ideas particulares, a determinadas sucesiones de ideas que hemos experimentado y que podemos evocar con la imaginación, pero si pretendemos hacer un uso en abstracto de la palabra tiempo, en realidad no estamos haciendo uso de dicha palabra.<sup>40</sup> Lo

---

<sup>37</sup> BERKELEY. Opus cit. p. 116

<sup>38</sup> Cfr: AGUSTÍN DE HIPONA. Las Confesiones. En: Obras completas, II. Madrid: Católica, 1974. p. 478-479

<sup>39</sup> BERKELEY. Opus cit. p. 116 – 117

<sup>40</sup> Cfr: BERKELEY, George. De Motu. Madrid: Universidad Complutense de Madrid, 1996. [ 29

mismo ocurre en el caso del espacio absoluto, que se apoya en la supuesta idea abstracta de extensión, pero, al igual que el tiempo, la extensión está relacionada con diferentes ideas o percepciones particulares y si usamos la palabra extensión en abstracto, pretendiendo hacer referencia a algo que en principio es imperceptible por los sentidos, no estamos haciendo más que jugar con las palabras.<sup>41</sup> Ideas análogas podrían esgrimirse para criticar el movimiento absoluto.

Pero en su argumentación Newton tiene presente que el espacio absoluto no es perceptible en sí mismo y que por lo tanto debe ser deducido de los efectos inerciales que imprime a la materia. El espacio absoluto sería una realidad si el movimiento absoluto se presentara, el cual parece inferirse necesariamente de que en los movimientos circulares, puramente relativos, como el caso del experimento del vaso en rotación, no existe una fuerza centrífuga o fuerza inercial y estas fuerzas se evidencian fácilmente en el experimento citado. Pero el agudo ojo crítico de Berkeley le permite ver una falla en el argumento de Newton que no será descubierta por la tradición científica y filosófica hasta los escritos de Ernst Mach. En efecto, Newton está presuponiendo la posibilidad de un experimento que es fácticamente imposible, es decir, está haciendo abstracción de los demás cuerpos que en realidad están presentes en el experimento.

En ese sentido afirma Berkeley que "no (puede) haber otro movimiento que no sea el relativo; de tal modo que, para concebir el movimiento deben concebirse por lo menos dos cuerpos, cuya distancia o posición del uno con respecto al otro pueda variar. De aquí que, si sólo existiera un único cuerpo, no podría moverse. Esto resulta evidente en tanto que la idea de movimiento incluye necesariamente una relación"<sup>42</sup>.

---

<sup>41</sup> Cfr: BERKELEY, George. Tratado sobre los principios de conocimiento humano. Madrid: Alianza, 1992. p. 116 – 117

<sup>42</sup> Ibid., p. 126

Así, el argumento del vaso en rotación no puede ser esgrimido como un caso de movimiento circular absoluto, pues, si consideramos únicamente los dos cuerpos, el agua y el vaso, cuando Newton afirma que el movimiento relativo del agua con respecto al vaso es mínimo y es máximo con respecto al espacio absoluto, en realidad no puede hablarse de que haya un movimiento, es decir que el agua "carece de movimiento en absoluto"<sup>43</sup>. Para sostener aún que el agua se está moviendo será necesario hacer referencia a otros cuerpos, diferentes de las paredes del vaso y por lo tanto los efectos inerciales que sufre pueden ser explicados mediante un movimiento relativo con respecto al sistema completo de cuerpos, que podría ser la tierra o el marco de las estrellas fijas.

Hasta aquí la crítica a las ideas abstractas de espacio y tiempo absolutos que, como se ha mostrado, ni son necesarias para la ciencia, ni son posibles de concebir para nuestra mente. Pero la crítica de Berkeley llega mucho más allá, negando que la filosofía natural tenga un conocimiento de las causas de las regularidades de los fenómenos. Se ha explicado por qué el carácter pasivo de un objeto o idea le impide actuar sobre otros. Considerar entonces un objeto como el agente que causa los diferentes efectos de los que se ocupa la ciencia natural no resulta consecuente. De tal manera que no podríamos considerar como verdadera una filosofía que atribuya a entidades imperceptibles el poder de actuar sobre los objetos, como es el caso del espacio absoluto y su presunta estructura inercial, o a un objeto actuar sobre otro mediante la gravitación universal. Al considerarse a Dios como el único causante de los objetos que percibimos por el sentido y de las regularidades que en estos se observan, queda claro desde esta perspectiva que lo que diferencia a los hombres comunes de los científicos con relación al conocimiento de los fenómenos "no consiste en un conocimiento más exacto de la causa eficiente que produce dichos fenómenos, (...) sino sólo en una mayor amplitud de comprensión, por la cual

---

<sup>43</sup> Ibid., p. 128

las analogías, las armonías y las concordancias son descubiertas en las obras de la naturaleza, y los efectos particulares son explicados, es decir, son reducidos a reglas generales"<sup>44</sup>.

Se entiende entonces que desde la perspectiva empirista de Berkeley y sus posibles partidarios no se sostiene algo parecido al realismo científico, la ciencia no brinda un relato verdadero que deba ser interpretado de forma literal y cuyas entidades postuladas realmente existen. Las entidades científicas como el espacio y el tiempo absoluto pueden considerarse ficciones útiles y el relato científico no debe considerarse como un relato verdadero. <sup>45</sup>

---

<sup>44</sup> Ibid., p. 127

<sup>45</sup> Véase: VAN FRAASSEN, BAS C. La imagen científica. México: Paidós, 1996. 21 – 29

### 3. ERNST MACH Y SU RESPUESTA RELACIONISTA AL PROBLEMA DE LA INERCIA

En el prefacio a la primera edición del *Desarrollo Histórico-Crítico de la Mecánica*<sup>46</sup>, el físico y filósofo austriaco Ernst Mach calificó las intenciones de su libro como explicativas o "antimetafísicas". La oposición entre el pensamiento de Mach y el manejo que se había dado a la ciencia en la edad media se hace manifiesto. Mach, como muchos de sus contemporáneos, rechaza la idea de dar explicaciones a fenómenos a través de causas que permanecen ocultas a cualquier observador. En lugar de hacer eso, Mach destaca la importancia del aspecto empírico-crítico en el desarrollo de la ciencia. Por eso considera necesario limpiar la ciencia de todo fantasma medieval que pueda acompañarle y de todo elemento innecesario o redundante. Su concepción de la ciencia como economía del pensamiento le impide buscar explicaciones ocultas o, por decirlo de otra manera, le obliga a dar explicaciones a los fenómenos partiendo de lo que es empíricamente observable.

Un salto de esa categoría ya había sido dado por Newton en sus Principios Matemáticos de Filosofía Natural, pero la física de Newton no cumplía del todo con la concepción que Mach tenía de ciencia. Sus leyes del movimiento funcionaban a la perfección en la realidad cercana y, sin embargo, en tan impresionante teoría aún quedaban conceptos que, a los ojos de Mach, podían considerarse como fantasmas de una época ya superada carentes de todo valor y aplicabilidad científica. Se trata de los conceptos de Espacio y Tiempo absolutos<sup>47</sup>.

Tales conceptos absolutos espacio temporales fueron calificados con dureza por el físico austriaco como metafísicos e incluso como patológicos<sup>48</sup>. Sin embargo, su

---

<sup>46</sup> MACH, Ernst. *Desarrollo histórico-crítico de la mecánica*. Buenos Aires: Espasa, 1964. 433 p.

<sup>47</sup> Cfr: *Ibid.*, p. 12

<sup>48</sup> *Ibid.*

importancia para la teoría newtoniana es fundamental y no pueden ser eliminados de ella sin que esto implique la construcción de una nueva teoría y de una reformulación casi completa de la ciencia física, ya que - a diferencia de Berkeley - Mach es un realista científico, considera que la ciencia ofrece un relato del mundo que debe ser interpretado literalmente y así interpretado el lenguaje es verdadero<sup>49</sup>. En este sentido, si una entidad, como el espacio absoluto, es postulada en una teoría verdadera, esta entidad debe existir. Si se rechaza la entidad, es necesario construir una teoría nueva en la cual no esté presente.

La crítica de Mach a las ideas de Newton respecto a la naturaleza del espacio y el tiempo y a las leyes del movimiento adquiere una gran importancia en el desarrollo de la física, no sólo porque contribuye a desmitificar la idea de la mecánica clásica como una ciencia completamente fundamentada en la que sólo resta continuar el desarrollo deductivo a partir de los axiomas y poco hay por discutirse, sino porque los planteamientos del físico austriaco tienen fuertes repercusiones en el posterior desarrollo de la ciencia.<sup>50</sup>

A pesar de la gran importancia que tuvieron los planteamientos de Newton para el desarrollo de la física, y aun cuando le atribuye al físico inglés el mérito de haber formulado los principios de la mecánica "en su forma definitiva"<sup>51</sup>, Mach no duda en cuestionar sus más importantes presupuestos en busca de un posterior perfeccionamiento de la mecánica. Los conceptos newtonianos de espacio y tiempo absoluto, presupuestos a la base de su teoría, eran vistos por Mach como "meras abstracciones sin manifestación posible en la experiencia"<sup>52</sup>, y a pesar de que la ciencia mecánica había avanzado enormemente después de Newton, dicha ciencia

---

<sup>49</sup> VAN FRAASSEN. Opus cit., p. 24

<sup>50</sup> Véase: EINSTEIN, Albert y otros. La teoría de la relatividad. Barcelona: Altaya, 1993. 273 p.

<sup>51</sup> MACH. Opus cit., p. 159

<sup>52</sup> Ibid., p. 194

podía según el pensador austriaco prescindir de los metafísicos y ociosos conceptos absolutos.<sup>53</sup>

A las abstracciones de espacio y tiempo absolutos se llega, según Mach, debido a que para hacer referencia a un objeto o a un intervalo de tiempo podemos elegir arbitrariamente uno u otro punto de referencia para situarlo en el espacio, o uno u otro movimiento con el cual compararlo y situarlo en el tiempo. Si se olvida esto se cae en la ilusión de que el espacio y el tiempo son independientes de la materia. Lo que realmente existe son fenómenos interconectados, que dependen unos de otros, algo mucho más real que los intangibles tiempos y espacios absolutos.

Pero, a pesar de no ser verificables empíricamente de manera directa, Newton logró validar por más de cien años el concepto de espacio absoluto, como condición de posibilidad del movimiento absoluto o verdadero, manifestado en la dinámica de los cuerpos y especialmente en la acción de las fuerzas centrífugas. Mach, en cambio, plantea sus nuevas ideas sosteniendo que los cuerpos no se encuentran, ni pueden encontrarse, aislados y situados en un fondo inmaterial. Lo expresa de la siguiente manera: "No debemos olvidar que todas las cosas están vinculadas entre sí y que nosotros mismos, con nuestros pensamientos, no somos sino una parte de la naturaleza"<sup>54</sup>. Por tal razón, los procedimientos de la mecánica de Newton, en los cuales se consideraba cada cuerpo aisladamente en el fondo inmaterial del espacio absoluto no son correctos. Pero, como ya se ha dicho, si la idea newtoniana de espacio (y de tiempo) absoluto es simplemente un ocioso concepto metafísico, debe mostrarse entonces cómo es posible la ciencia física sin recurrir a él, cómo ha de desarrollarse la mecánica prescindiendo de tales fantasmas inverificables.

---

<sup>53</sup> Cfr: Ibid., p. 190

<sup>54</sup> Ibid. p. 189

El experimento del vaso en rotación hacía creer que las rotaciones relativas no desencadenaban la acción y los efectos de las fuerzas centrífugas. En respuesta al famoso experimento, Mach señala que los movimientos relativos con respecto a un objeto no producen fuerzas, pero éstas sí se producen como consecuencia de los movimientos relativos con respecto a todo el sistema de cuerpos, que es en definitiva el único caso que se presenta en la realidad. Haciendo atenta referencia a las relaciones entre el sistema de cuerpos coexistentes y sus determinaciones mutuas, la no existencia de un fondo inmaterial no debería representar problema alguno para el desarrollo de la ciencia natural.

El gran salto que propone Mach es pasar de considerar los cuerpos de manera aislada, a la manera de Newton, a los cuerpos en sus relaciones y afecciones mutuas. Se muestra la posibilidad de formular tanto la primordial ley de la inercia, como las consecuencias que de ella se derivan, haciendo referencia no únicamente al objeto del interés en un momento dado sino a todo el conjunto de los cuerpos existentes que lo determina,

Sin embargo, Mach es consciente de la gran dimensión del espacio, de los innumerables cuerpos existentes y de la limitada capacidad humana para poner en relación todas las masas en un solo cálculo. Por tal razón es importante mostrar cómo puede hacerse una simplificación de los procedimientos, tomando como referencia un número finito de cuerpos cercanos al objeto particular de estudio. De igual manera, se pretende mostrar que la no existencia de un espacio absoluto no supone problemas para el estudio de los cuerpos y sus afecciones, y la utilidad de los sistemas relativos de referencia escogidos de manera correcta. El sistema de referencia adecuado sería el mismo que, según Mach, Newton podría haber utilizado, evitando hacer referencia al espacio absoluto. Se trata de un sistema que se encuentre en reposo con relación a las estrellas que consideramos fijas, o que

se halle en estado de movimiento rectilíneo uniforme con respecto a ellas, como ha quedado expresado en el Corolario V de los Principia newtonianos.

Para Mach, este sistema de referencia es de capital importancia pues, aún si existiera el metafísico espacio absoluto, de nada serviría si faltaran cuerpos fijos a los cuales hacer referencia. En suma, las estrellas fijas son mucho más útiles y menos problemáticas que el espacio absoluto.

### **3.1. EL PRINCIPIO DE MACH**

El principio de Mach, en el que se replantea la ley de la inercia, enunciada por Newton, es entonces el primer intento de reformular la mecánica clásica y, aunque este nombre fue utilizado por primera vez, no por Mach sino por Einstein, este no supone un inconveniente sino una prueba de la influencia de las ideas de Mach en pensadores posteriores.

Es importante resaltar que Newton toma en consideración, para definir la fuerza de inercia, un único objeto que la ejerce en cada caso y que refiere su movimiento no a los cuerpos móviles sino a las partes inmóviles e incorpóreas del espacio absoluto. Pero ya se ha dicho que Mach rechazó por completo la concepción newtoniana del espacio absoluto, inmaterial e independiente de los objetos. Para él, hablar del espacio no es otra cosa que hablar de manera abreviada del universo material entero. Las nociones de absoluto, tanto de tiempo como de espacio, deben ser desterradas de la física sin que por ello se vean disminuidos sus alcances y aplicaciones. La siguiente frase explica esto muy claramente, haciendo referencia al argumento newtoniano en pro de la existencia del espacio absoluto, el problema de la inercia y sus efectos: "los principios fundamentales de la mecánica, pueden ser concebidos también de manera tal que se manifiesten fuerzas centrífugas en las

rotaciones relativas"<sup>55</sup>. Entonces, la ley de la inercia como Newton la plantea, aquella tendencia de cada cuerpo de conservar su velocidad, ya sea en su estado de reposo, velocidad cero, o de movimiento rectilíneo uniforme, en el espacio absoluto y sin referencia a los demás cuerpos, debe ser replanteada. Con una nueva formulación de la ley de la inercia, Mach hace un primer intento de llevar a la realidad la reforma que ha propuesto tan enérgicamente.

Para Mach, en cualquier hecho que se analice desde el punto de vista físico, "no es posible prescindir del resto del universo"<sup>56</sup>. Su posición se hace muy clara con la frase siguiente: "no es la naturaleza sino nosotros los que necesitamos comenzar con elementos"<sup>57</sup>, manifestando la profunda conexión entre la totalidad de los objetos. El caso de la inercia no es diferente. No podemos considerar cada cuerpo de manera aislada en el fondo inmaterial del espacio absoluto manteniendo constante su velocidad. En primer lugar porque no existiendo un sistema de cuerpos fijos con los cuales comparar el movimiento del primero, no existe forma práctica alguna de constatar si dicho movimiento existe, conserva su dirección, etc.

En segundo lugar y fundamentalmente, habiendo dejado atrás las ficciones del espacio absoluto y situando el objeto en un caso determinado, esos mismo objetos reales A,B,C... de los cuales nos servimos para medir el desplazamiento del primero, no sólo sirven como punto de referencia para dicho movimiento, sino que además lo determinan.<sup>58</sup> En síntesis, decir que un objeto mantiene su velocidad en el espacio es decir que la suma de las fuerzas ejercidas en este cuerpo por todos los demás cuerpos es cero. No se refiere el movimiento de un cuerpo al espacio absoluto, se "considera directamente su relación con los cuerpos del universo"<sup>59</sup>. La

---

<sup>55</sup> Ibid., p. 196

<sup>56</sup> Ibid., p. 199

<sup>57</sup> Ibid.

<sup>58</sup> Cfr: Ibid., p. 195 – 196

<sup>59</sup> Ibid., p. 198

inercia total sobre un objeto dado, se debe a la acción de las restantes e innumerables masas del universo, en su totalidad.

Si la ley de la inercia indica, en su forma tradicional, que un cuerpo tiende a mantener su dirección y velocidad respecto de otros cuerpos fijos, esto traduce únicamente que la aceleración media de su masa respecto a las de las demás masas del universo es cero. La acción que puedan ejercer los planetas distantes a la derecha de un cuerpo sería entonces contrarrestada, si se nos permite plantearlo así, por la que ejercen los cuerpos distantes opuestos. Por esta razón, o una razón análoga, el cuerpo no sufre ninguna aceleración y su velocidad permanece constante.

El inconveniente principal que surge de la ley de la inercia reformulada por Mach es que no es posible realizar una sumatoria de la acción ejercida por cada masa del universo sobre un objeto de nuestro interés y nuestros cálculos sólo pueden ser en el mejor de los casos bastante aproximados. Otra duda que podría surgir al respecto es cómo pueden actuar las masas del universo, distantes a un objeto, sobre él. La respuesta dada por la posteridad implica la reconcepción de las fuerzas gravitacionales. La inercia de un cuerpo podría pensarse como el resultado de la fuerza de atracción gravitatoria que sobre él ejercen todos los demás cuerpos, principalmente aquellos cuya masa es más significativa.

Sin embargo, las teorías científicas inspiradas en las ideas de Mach no terminan de ajustarse del todo a lo que el físico y filósofo austriaco propuso. El mismo Einstein reconoció en sus *Notas Autobiográficas* la influencia ejercida por Mach en su pensamiento, pero, aunque se propuso plantear una nueva teoría física que cumpliera los requisitos presupuestos por Mach, la expresión más elevada de su producción intelectual, la *Teoría General de la Relatividad*, no es compatible del todo con las ideas de su antecesor, el gran físico austriaco.

#### 4. CONCLUSIONES

Antes de terminar nuestro trabajo y responder al interrogante que le da origen, conviene que hagamos varias precisiones. En primer lugar, somos conscientes de que hemos hecho énfasis apenas en la postura de tres filósofos, Newton, Berkeley y Mach, de los muchos que participan en el debate sobre la ontología del espacio y de aquellos que intentan dar una solución al problema de la inercia. También entendemos que en los últimos años la ciencia física ha avanzado mucho con respecto a la revolución científica que representaron Kepler, Galileo y Newton, siendo ahora una disciplina mucho más especializada y cuyo vínculo con la filosofía ha sido cada vez menos visible, salvo en los casos de nuevas teorías en gestación como la teoría de súper cuerdas.

Consideramos que el análisis de teorías como las de Einstein, teorías especial y general de la relatividad, son relevantes para el tema de nuestro estudio, la inercia y la ontología del espacio, más aún cuando el mismo Einstein continúa en cierto sentido el camino trazado por Newton, al devolver el carácter ontológico al conjunto espacio temporal, aunque ya no sólo capaz de afectar la materia, sino también susceptible de ser afectado o deformado por esta.

Sin embargo, creemos estar en capacidad ahora de dar una respuesta concluyente a nuestro interrogante: ¿Qué implicaciones teóricas y ontológicas tienen las diversas soluciones al problema de la inercia? Es así por la existencia de un rasgo común en todas las posturas sobre el problema mencionado, tanto en las analizadas en este texto, como en aquellas que no fueron incluidas y *es el hecho de que para resolver el problema de la inercia es necesario responder a la pregunta por la realidad ontológica del espacio*. Esto quiere decir que es imposible responder a la pregunta de por qué los cuerpos tienden a mantener su velocidad en el espacio sin una toma consciente de posición con respecto a la realidad del espacio. Para dar

razón de la ley de la inercia es necesario tomar partido o bien por la postura relacionista o bien por la postura substancialista respecto a la realidad del conjunto espacio y tiempo en general y del espacio en particular.

No es casualidad que Newton postule el espacio y tiempo absolutos como explicación a la estructura inercial de la que está provista la materia, ni que Mach y Berkeley hagan énfasis en la totalidad de los objetos para dar razón o explicación numérica de las fuerzas inerciales. En este sentido podemos afirmar que:

- ❖ *Responder al problema de la inercia implica afirmar o bien que el espacio existe en sí mismo o bien que es una abstracción.*

De igual modo, podemos concluir dos ideas derivadas de la argumentación que nos llevó a este punto:

- ❖ La afirmación de la realidad de espacio implica la creencia en la ciencia como un relato verdadero, que al serlo postula la existencia de entidades reales. Esto se ve en el caso de Newton y se vería en detalle en el caso de Einstein en un estudio dedicado para ese fin.
- ❖ La negación o el rechazo de la realidad del espacio como entidad física puede ser abordada desde dos puntos de vista: o bien la ciencia no constituye un relato verdadero sino útil, razón por la cual, aunque contenga falsedades, no necesita ser reformulada (como en el caso de Berkeley), o bien la ciencia constituye un relato verdadero y en consecuencia la ciencia debe ser reformulada para excluir de ella las ficciones (como en el caso de Mach).

## BIBLIOGRAFÍA

- AGUSTÍN DE HIPONA. Obras completas, II. Las confesiones. Madrid: Biblioteca de Autores Cristianos, 1979. 609 p.
- BERKELEY, George. De Motu. Madrid: Universidad Complutense de Madrid, 1996. 71 p.
- BERKELEY, George. Ensayo sobre una nueva teoría de la visión. Buenos Aires: Aguilar, 1973. 126 p.
- BERKELEY, George. Tratado sobre los principios de conocimiento humano. Madrid: Alianza, 1992. 160 p.
- EINSTEIN, Albert y otros. La teoría de la relatividad. Barcelona: Altaya, 1993. 175 p.
- HOYOS, Fabián. Sobre hombros de gigantes. La formación del concepto de inercia. Medellín: Hombre Nuevo, 2001. 207 p.
- KANT, Immanuel. Crítica de la razón pura. México: Taurus, 2006. 744 p.
- LEIBNIZ, Gottfried Wilhelm. La polémica Leibniz-Clarke. Madrid: Taurus, 1980. 176 p.
- LOCKE, John. Ensayo sobre el conocimiento humano. México: Fondo de Cultura Económica, 1999. 753 p.
- MACH, Ernst. Desarrollo histórico-crítico de la mecánica. Buenos Aires: Espasa, 1964. 433 p.
- NEWTON, Isaac. Principios matemáticos de filosofía natural. Barcelona: Altaya, 1993. 621 p.
- POPPER, Karl. Conjeturas y refutaciones. Barcelona: Paidós, 1991. 513 p.
- VAN FRAASSEN, BAS C. La imagen científica. México: Paidós, 1996. 273 p.