

DE ARISTÓTELES A EINSTEIN

Posted on 16 noviembre, 2017 by Rosa María Herrera



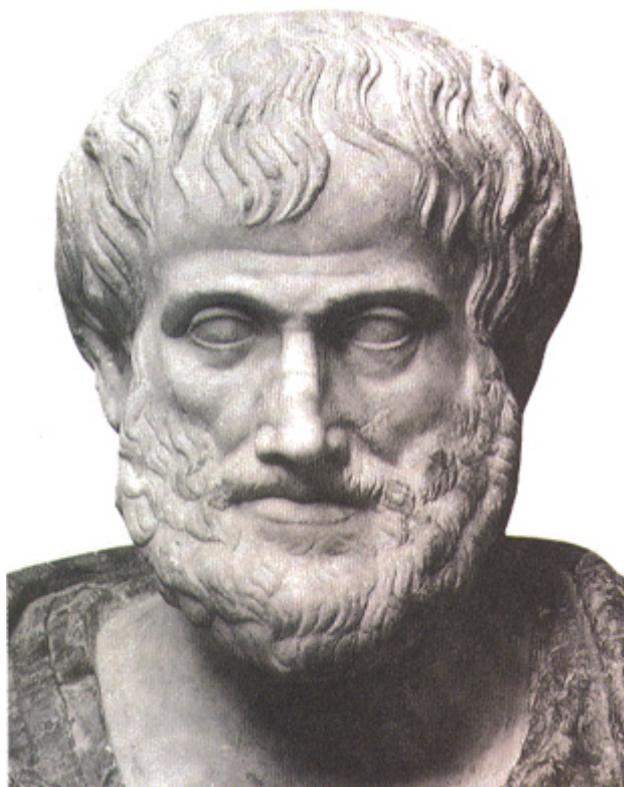
Los debates sobre el espacio no se pueden disociar del asunto de los constituyentes íntimos de la materia, primero con la teoría atómica, y después con la teoría cuántica.

Category: [Ciencia](#)

Tag: [Ciencias Exactas](#)



1. La diferencia entre el movimiento y el reposo: Aristóteles



En la concepción del mundo de la física aristotélica se establece claramente una diferencia intrínseca entre reposo y movimiento asociada al orden cósmico. Esto significa que cada objeto tiene un lugar en el universo, un sitio que le es propio, determinado por su propia naturaleza, hacia el cual tiende a volver si se separa y donde permanece inmóvil si nada lo perturba.

Según esta visión cosmogónica la tendencia al reposo es una propiedad estructural de la materia.

Así, Aristóteles (384 a. C.- 322 a. C.) describe dos tipos de movimientos:

- El movimiento "natural" que consiste en un retorno al orden, si previamente se produce una ruptura contra natura del mismo, debido a que cada cuerpo sigue su tendencia al reposo en su lugar natural.
- El movimiento "violento" que sólo puede ocurrir sostenido externamente, es decir, que precisa de un motor para originarse y mantenerse vivo.

En este ambiente reposo y movimiento se conciben como nociones contrarias y excluyentes, un cuerpo cualquiera puede estar en reposo o en movimiento, pero si está en reposo, lo está

absolutamente.

En esta manera de mirar, se reconoce una relación entre el movimiento de un cuerpo y su constitución interna. Dicho de otro modo, el movimiento es una transformación que afecta a la naturaleza íntima del cuerpo.

Así, el movimiento aristotélico es comparable a aquello que en física actualmente se denomina cambio de estado.

Por ejemplo: el paso del estado líquido al gaseoso en el caso de la vaporización produce un cambio de un estado físico a otro. De manera análoga (en la concepción aristotélica), el movimiento supone un cambio así descrito: el paso de un estado de reposo en un lugar a un estado de reposo en otro lugar supone un cambio físico, en ambos casos hay una "modificación de la estructura interna" del cuerpo provocada por un agente externo.

Veamos el paralelismo entre las formas de cambio aristotélicas que siempre precisan un agente externo y un cambio de estado:

En el caso de la conversión líquido-vapor, el agente o motor de la transformación es una fuente de calor externa, que incrementa la agitación de las partículas que constituyen el cuerpo y rompe así sus enlaces; de una estructura interna ordenada del líquido se pasa a una desordenada del gas.

El movimiento que es una forma de cambio aristotélico no se puede concebir sin agente generatriz.

El movimiento que es una forma de cambio aristotélico no se puede concebir sin agente generatriz. En el caso del movimiento natural, este motor es la propia naturaleza del cuerpo que tiende a situarlo en su lugar natural; en el caso del movimiento violento, el motor es externo, y ejerce una acción continua por contacto –presión o tracción.

El análisis aristotélico del cambio de posición explica que el movimiento depende de la composición del objeto, que a su vez viene determinada por uno de los cuatro elementos constitutivos de todas las entidades materiales: agua, tierra, fuego y aire. Así, se establece una correspondencia entre los elementos y los movimientos (Aristóteles: Tratado del Cielo cap. 1).

2. La razón y la observación usadas para la conceptualización: Galileo



Galileo (1564 - 1642) simbolizó la capacidad de sintetizar y mostrar el pensamiento que ya estaba bastante consolidado de alguna manera en su tiempo, y presentó una cuidadosa contra-argumentación a la percepción que emana de la cosmovisión tradicional aristotélica... Veamos el hilo argumentativo; sostiene el pisano:

Y de ahí es fácil encontrar los indicios que sirven para dar contenido a la idea de equivalencia entre movimiento y reposo, de este modo ambos conceptos se funden en uno único cuando se empiezan a entender como el índice de la evolución de las relaciones entre los cuerpos.

El movimiento de un cuerpo no es indicativo de una estructura interna determinada.

Veamos la diferencia argumentativa con el razonamiento aristotélico: El movimiento de un cuerpo no es indicativo de una estructura interna determinada. Además, en realidad nunca concierne a un sólo cuerpo aislado, mientras que un cambio de estado como transformación afecta a un sólo cuerpo.

Con esta visión, el reposo, explicaba Galileo, es un movimiento compartido, porque entre cuerpos que participan en el mismo movimiento nada cambia "niente si muta". El movimiento no existe más que en relación con otro cuerpo que no lo comparte. En otras palabras, el reposo es un movimiento que se comparte y por eso se torna nulo. En definitiva, el movimiento y el reposo tienen la misma categoría ontológica.

En consecuencia, reposo y movimiento son relativos en doble sentido, de una parte en tanto que relación entre cuerpos, de otra, debido a que son equivalentes, esto es, ontológicamente son lo mismo, y se expresan matemáticamente de modo similar.

No hay cuerpos privados absolutamente de todo movimiento, sólo hay cuerpos privados de cierto movimiento.

Para un análisis exhaustivo se puede leer sobre mecánica como una de las dos nuevas ciencias que

Galileo presenta en sus "Discorsi..." que, atención, no es mecánica celeste, porque Galileo no era astrónomo y no analizaba el movimiento de los planetas, sino la caída de los cuerpos, el lanzamiento de proyectiles, etc.

3. La construcción del mundo sobre "hombros de gigantes"



Newton organizó el conocimiento. La conceptualización que Newton (1643-1727) propuso es el correlato de la maduración de los conocimientos previamente construidos y una consecuencia del paso de la geometrización del mundo físico a su concepción dinámica. Para ello es inestimable la contribución de Leibniz y el origen de algunos conceptos como el de energía, la adquisición de un estatus relevante de las nociones de tiempo absoluto y de espacio absoluto; y en general el uso en sentido amplio de la poderosa capacidad explicativa de los conceptos absoluto y relativo, de las relaciones geométricas cartesianas y de la idea de estudio local y global así como la noción de simultaneidad

asociada a la medición del tiempo que surge como una necesidad lógica de la idea de tiempo absoluto.

Newton es una figura crucial en la configuración del pensamiento científico.

Newton es una figura crucial en la configuración del pensamiento científico y de la investigación en el mundo occidental. Además de ser quien compendió todos los conocimientos de su tiempo, proporcionó una capacidad explicativa impresionante también para los nuevos saberes al dotarlos de herramientas muy poderosas para la demostración y al elaborar el método científico que seguimos tanto en física como en matemáticas.

Es un personaje especial porque vivió en una época de concreción de conocimientos y de maduración intelectual en el desarrollo de la humanidad. Así es que no sólo es un maestro de primera línea como otros, sino que es un símbolo.

Ordenó y encajó todo el material que componía los saberes sobre el mundo físico, construyendo un corpus de conocimiento donde existía una enorme colección de datos empíricos que supo unir en

una explicación causal del mundo creando un sistema completo de conocimiento.

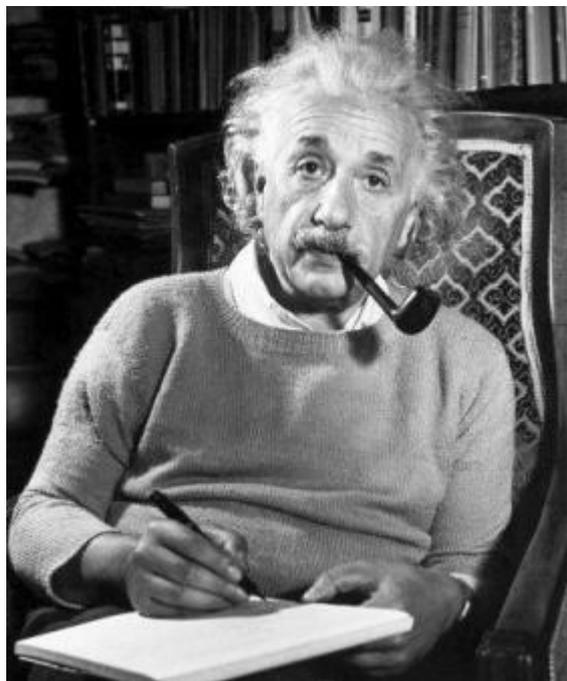
Newton asumió formalmente la idea de que las leyes del cielo y la Tierra son las mismas.

Newton tuvo la audacia y la perspectiva suficientes para comprender la compatibilidad de los resultados de Galileo (y sus afines) y las descripciones geométricas de Kepler. En el ambiente y en la época newtonianos un problema importante era hacer encajar el rompecabezas de los conocimientos existentes y desarrollar la descripción de las normas del movimiento en la Tierra, con él se asumió formalmente la idea de que las leyes del cielo y la Tierra son las mismas.

El concepto dinámico fundamental que aparece para interpretar la interacción entre los cuerpos materiales, la fuerza, está asociado con la aceleración y esta magnitud tiene sentido en un espacio absoluto no en uno relativo; o viceversa, el espacio absoluto de Newton alcanza realidad física debido a que está asociado a fuerzas físicas reales, lo que no sucede en el espacio relativo.

El gran éxito de esta estructuración conceptual fue que permitió avanzar en el conocimiento del funcionamiento del mundo físico, se desarrollaron paralelamente en ocasiones y en franca colaboración las matemáticas adecuadas para los avances y desarrollos que en el curso posterior de los siglos se produjeron.

4. Einstein



El conocimiento mejorado de la naturaleza de la luz ejerció un papel de valor incalculable en el origen de las teorías físicas actuales, junto con el nacimiento de nuevas técnicas y algunas mejoras, el cambio de mentalidad en la sociedad culta que comienza a entretenerse en juegos científicos y tecnológicos propició un ambiente que contribuyó a los cambios de cosmovisión.

Einstein (1929) en un artículo semi divulgativo que escribió para la Enciclopedia Británica señaló «El tiempo interviene explícitamente en nuestra discusión. El espacio (el emplazamiento, la ubicación o la posición en un lugar perfectamente determinado) y el tiempo participan siempre juntos».

La exposición continúa explicando que un suceso cualquiera viene siempre especificado o definido por cuatro coordenadas (x, y, z, t) las tres primeras de espacio (tridimensional) y la última de tiempo, t. Estas son las cuatro dimensiones que se observan, o en que se describen, los sucesos físicos. Pero parece que este continuo se puede separar en dos continuos: el tridimensional o espacio, y el unidimensional, el tiempo.

Esta separación aparente no es más que una ilusión...

«Esta separación aparente no es más que una ilusión, debido a que el hecho de la idea de "simultaneidad" parece incuestionable y esto se debe a que a través de la luz recibimos de manera casi instantánea información proveniente de objetos vecinos. El "dogma" según el cual la simultaneidad tiene un carácter absoluto ha sido socavado por el descubrimiento de la ley que gobierna la propagación de la luz».

La física clásica reposa enteramente sobre la idea de un reloj absoluto y un tiempo absoluto, que es otra manera de explicar la idea de simultaneidad.

Parece ser que en realidad Einstein había pretendido –aunque demasiado tarde– bautizar como "teoría del punto de vista" al nuevo marco teórico en el que habría encajado las ideas que iban poco a poco emergiendo y desarrollando a raíz de la mejora del conocimiento de la naturaleza de la luz y de los desarrollos técnicos asociados que tuvieron lugar en el siglo XIX. En realidad, seguramente pretendía de modo más preciso encajar una "teoría de los puntos de vista equivalentes", así cabría explicar las ideas que Einstein encontró arropado por el ambiente propicio.

Dicho de otra manera más científica, el espacio designa una cualidad topológica del mundo de los objetos materiales (que pasan a ser campos en esta nueva concepción) y en consecuencia no se puede entender espacio sin objeto material.

La diferencia entre las dos concepciones estriba en las relaciones que se entretienen entre el espacio y la materia, o lo que viene a ser lo mismo, el de la existencia del espacio absoluto (volvemos a él). Con el añadido de que en este marco conceptual el espacio absoluto inmóvil es superfluo e innecesario: «Nuestra concepción no hace ningún uso de un espacio absoluto».

«Nuestra concepción no hace ningún uso de un espacio absoluto»

Sin embargo, los debates sobre el espacio no se pueden disociar del asunto de los constituyentes

íntimos de la materia, primero con la teoría atómica, y después con la teoría cuántica.

En este sentido, Einstein contribuyó por un lado a la construcción de la teoría de la relatividad (la restringida y la general) y por otro a la elaboración de la teoría cuántica. C²

Referencias

Balibar, F.: *Galilée, Newton lus par Einstein (Espace et relativité)*. Philosophies puf, 2008, París.

Crombie, A.C.: *Historia de la ciencia: de San Agustín a Galileo (2 tomos)*. Alianza Editorial, 1979, Madrid.

Galilei, G.: *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno à due nuove scienze*, 1638, Leyden.

Newton, I.: *Philosophia Naturalis Principia Mathematica*, 1686, Londini.

Toncelli, R.: *Le rôle des principes dans la construction des théories relativistes de Poincaré et Einstein*, 2013, París.

Notas

de hecho, posiblemente no leyó los trabajos que Kepler le hacía llegar, y no consideró el movimiento elíptico de los planetas, sino que pensaba en términos filosóficamente copernicanos de movimiento en círculos, el "único perfecto".

F. Balibar: Galilée, Newton lus par Einstein. Espace et relativité (mi selección y traducción)

texto dirigido a Solovine (en Balibar citado, mi versión)