



Agustín Udías Vallina

Historia de la Física

De Arquímedes a Einstein

FÍSICA

EDITORIAL
SÍNTESIS

Éxito, razón
y cambio ANDRÉS RIVADULLA

Un enfoque instrumental en física de la ciencia
en teoría de la ciencia

PRESENTACIÓN

Historia de la Física
Madrid: Síntesis, 2004

de

AGUSTÍN UDÍAS VALLINA

Aunque se trata de un libro de texto, orientado en primer lugar a alumnos que ya han cursado algunos años de la carrera de ciencias físicas, el texto puede ser una lectura provechosa para cualquiera que esté interesado en el desarrollo histórico de esta ciencia. No se trata de un tratado o un libro de investigación, sino que tiene un fin más modesto, el de proporcionar de forma breve y concisa una visión general de la historia de la física. Los límites impuestos a la extensión de la obra han motivado que a veces la información presentada puede ser un tanto esquemática. El campo de la física es tan amplio, que realmente no ha sido fácil reducirlo, sin dejar científicos y temas importantes sin mencionar. El plan propuesto es ambicioso pues se trata de seguir el desarrollo de esta ciencia, desde lo que podemos llamar su prehistoria en la antigüedad, hasta los últimos descubrimientos de nuestros días.

Existe, a veces, el peligro de comenzar la historia de la ciencia con la ciencia moderna del renacimiento, ignorando todo lo anterior. Creo que esto es un error, pues la ciencia moderna no se puede comprender sin conocer los estadios anteriores, sobre los que en muchos aspectos se fundamenta. Aunque muchos no estén de acuerdo, la física nace ya con los mitos más antiguos, con los que el hombre, en culturas muy remotas de la nuestra, trata de dar una respuesta a las preguntas sobre el mundo. Desde esos orígenes remotos, el hombre ha ido clarificando sus perspectivas, buscando encontrar un camino que le lleve a comprensión racional de la naturaleza. Poco a poco, a lo largo del tiempo, esa búsqueda ha dado origen a lo que la física es hoy. En este texto se ha adoptado esta concepción y se trata de encontrar aún en las culturas más antiguas como las de Egipto y Mesopotamia, vestigios de unos primeros orígenes de la física y las

matemáticas. Sobre esos primeros intentos se fundamenta el sorprendente impulso dado por los autores griegos, en los que ya se encuentran muchos elementos de la ciencia actual. El legado griego, enriquecido por los árabes, llega al occidente medieval y de él nace la ciencia moderna del Renacimiento. De ahí a nuestros días, el camino es ya más conocido con el desarrollo de la física clásica y la introducción de la teoría de la relatividad y la física cuántica.

A lo largo de la historia de la física se dan ciertos momentos en los que se producen verdaderos saltos, revoluciones o cambios de paradigma, como los ha llamado Thomas Kuhn, como, por ejemplo, la revolución copernicana o la física cuántica. Sin embargo hay una continuidad, que como un río subterráneo conecta, de alguna manera, las nuevas ideas con las antiguas. Esta visión que podemos llamar continuista es la que hemos adoptado aquí. Muchos planteamientos, considerados como revolucionarios, tienen en el pasado precursores que muchas veces olvidamos. También hay el peligro de reducir la historia de la física a unos cuantos nombres claves, como, por ejemplo, Arquímedes, Galileo, Newton, Maxwell y Einstein, olvidando los nombres de los que preparan y continúan la obra de estos grandes genios. El carácter de manual de esta obra impide el desarrollar convenientemente estos personajes de segunda fila, pero se ha tratado de no olvidarlos completamente.

La historia la hacen los hombres y esto se aplica también a la de la física. Por esta razón hemos tratado de dar siempre una pequeña nota biográfica, que nos sitúe cada personaje. La información depende de la importancia del autor, aunque es necesariamente muy concisa. El país y alguna característica de su vida queda generalmente reflejada. El carácter marcadamente académico de la física, sobre todo en la edad moderna, queda reflejado en la información, que menciona las universidades donde los principales científicos estudiaron y en las que fueron profesores. La relación maestro-discípulo, que se encuentra ya en los autores de la antigüedad griega, es puesta a menudo de manifiesto, pues es un dato importante a tener en cuenta. Otra información importante es la de las obras escritas más importantes con el año de su publicación. Las matemáticas son la lengua en la que se expresa la física y su historia está entrelazada con la de la física. Por esta razón, se ha querido dejar constancia de cuando y por quien se introdujeron por primera vez algunas de las ecuaciones más importantes. Finalmente se han introducido citas cortas de algunos textos de los principales científicos. Estos textos nos ponen en contacto directo con el lenguaje de algunos de los grandes físicos y nos acercan un poco a ellos. Se trata de por un momento oírlos hablar a ellos mismos.

La ciencia no se crea en un vacío cultural y aislada de los demás acontecimientos de la historia, sino que es parte de esa historia más amplia de los hombres. Aunque el carácter de manual de este texto no nos permite extendernos mucho en este aspecto, no se ha prescindido del todo de él. Para encuadrar algunos momentos claves de la historia, se han puesto unas introducciones cortas en algunos capítulos, que nos los sitúan en su contexto histórico y cultural más amplio. No deben olvidarse los cambios importantes, que se producen a lo largo de la historia en el contexto político, social, económico, filosófico y religioso, y que forman como el telón de fondo sobre el que se desarrolla la física.

PRESENTACIÓN

Éxito, Razón y Cambio en Física. Un enfoque instrumental en teoría de la ciencia.

Editorial Trotta, Madrid, 2004. ISBN: 84-8164-700-4

de

ANDRÉS RIVADULLA

La filosofía actual de la ciencia es una disciplina empírica. Se construye a partir de la historia de la ciencia, y la ciencia misma, cristalizada en sus libros de texto, así como sobre las ideas pulsantes y pujantes de las revistas científicas especializadas. Los tiempos en que la filosofía de la ciencia delataba un claro alejamiento de la historia, o consideraba que su objeto consistía en prescribir normas a la ciencia misma, o incluso adolecía de tomar como referente una ciencia ficticia, están ya ampliamente superados. Por ello, aunque mi condición es la de profesor de filosofía, pretendo que este libro esté escrito desde el punto del vista del físico que se enfrenta a algunos de los problemas filosóficos y metodológicos de su disciplina.

Los epistemólogos, o teóricos del conocimiento científico, entendemos que la filosofía general de la ciencia ha prestado, y aún lo hace,

un servicio inestimable a la reflexión filosófica sobre la ciencia y la metodología y teoría de las ciencias particulares. Ésta ha acumulado un rico elenco de problemas sobre los que reflexionar y discutir. De ellos se hace eco esta obra, que, orientada hacia la filosofía y metodología de la física, incluye varios tópicos de la filosofía actual de la ciencia, tales como: inducción y probabilidad de teorías, explicaciones teóricas, refutaciones empíricas y experimentos cruciales, límites clásicos e inconmensurabilidad, modelos teóricos, y aspectos filosóficos de la mecánica cuántica. Aunque estos temas afectan más bien a la metodología de la física, este libro pretende también contribuir al debate realismo-instrumentalismo en física, argumentando que el objetivo principal de la física es el éxito en nuestro manejo con la Naturaleza, en lugar de la verdad. Toda la filosofía de la ciencia de occidente se ha debatido, desde sus orígenes, en esta disyuntiva, que también ha alcanzado de lleno a la propia física. Se trata pues de una polémica filosófica, ante la que nadie se siente ajeno.

Así, tras un capítulo introductorio en el que presento de forma muy resumida el debate, más que bimilenario, entre las concepciones realista e instrumentalista en la ciencia occidental, ofrezco en el Capítulo I mi solución del problema de la probabilidad inductiva, consistente en que, en contra de las expectativas despertadas en ámbitos de la filosofía actual de la ciencia, el Teorema de Bayes no constituye una herramienta apropiada para evaluar la probabilidad de las teorías, con lo que haríamos bien en desterrar la pregunta acerca de qué probabilidad de ser verdadera tiene determinada teoría científica, o en qué medida una teoría es más probablemente verdadera que otra. En el Capítulo II propongo un concepto de *explicación teórica* amplio, cuyas raíces están en Albert Einstein, susceptible de ser aplicado a hechos, leyes y teorías, en el marco de un análisis general sobre el papel de la matemática en física, y el método hipotético-deductivo de que ésta se sirve. Ilustro con ejemplos de la historia de la física moderna tal concepto de explicación, desvinculado de cualquier compromiso metafísico. En el Capítulo III desarrollo la idea, más latente que explícita en Popper, acerca del papel importante que juegan las refutaciones empíricas en física, en su doble faceta de abrir las puertas a revoluciones científicas, así como consolidar revoluciones científicas en marcha. Apoyo mi punto de vista en numerosos ejemplos relevantes de la historia de la física, y hago una interpretación no realista del término *refutación*. El Capítulo IV trata de recuperar la cordura en las relaciones entre física y filosofía, ampliamente amenazada desde que Thomas Kuhn en 1962 afirmase la existencia de *inconmensurabilidad* entre teorías separadas por una revolución científica. Contra cualquier tentación relativista, destaco el consenso entre los físicos acerca de la existencia de casos límite en física teórica, detallando en qué circunstancias la mecánica newtoniana

constituye un caso límite, tanto de la teoría de la relatividad como de la mecánica cuántica; presento un resultado incontrovertible de la relatividad matemática, a saber, que la masa de un objeto es una magnitud invariante, con lo que privo a la doctrina de la inconmensurabilidad de su *ejemplo estrella*; y doy argumentos que ponen de manifiesto la debilidad intrínseca de la doctrina de la inconmensurabilidad de Kuhn y Feyerabend. Gana, naturalmente, la racionalidad de la ciencia. En el Capítulo V analizo el papel que juegan en la metodología de la física los modelos teóricos; tras rechazar que el éxito empírico sea un indicador de verdad o verosimilitud, una idea que reitero a lo largo de todo el libro, sostengo que el uso de modelos teóricos ofrece un buen contraejemplo para una interpretación realista de la física; apoyo mi planteamiento en ejemplos de la física clásica, así como de la física nuclear. El estudio del papel de los modelos teóricos en física permite encauzar el debate realismo-instrumentalismo hacia un territorio aún poco explorado de la filosofía de la física. Finalmente, en el Capítulo VI ofrezco un panorama de la polémica actual en torno a la teoría de variables ocultas y el problema del realismo en mecánica cuántica; esta polémica constituye un excelente ejemplo de cómo cuestiones filosóficas se introducen en los intersticios de la física teórica, y cómo ésta contribuye a arrojar luz sobre temas ‘genuinamente filosóficos’. Estos capítulos se desarrollan de forma autónoma, de manera que su lectura no depende básicamente de la de otros.

El libro está dirigido tanto a físicos preocupados por aspectos filosóficos de su disciplina, como a filósofos interesados por la metodología de la ciencia, y, naturalmente, a todos los que se sienten atraídos por la teoría de la ciencia. No puedo dejar de mencionar que el apoyo económico prestado a mi proyecto de investigación sobre *Modelos Teóricos en Física*, de referencia BFF2002-01244, del Ministerio de Ciencia y Tecnología, durante cuyo disfrute he concluido este libro, me ha permitido hacer llegar a, y discutir mis ideas con, más especialistas y una audiencia más amplia y variada, de lo que me hubiera sido posible, sin contar con él.