

La Física y sus Libros

José L. Sánchez Gómez

Ha aparecido hace unas semanas la versión española del último libro de Steven Weinberg, ya citado en esta sección a raíz de su publicación en inglés. Se trata de *Plantar cara. La ciencia y sus adversarios culturales* (Paidós, Barcelona, 2003). Como ya se dijo entonces, se trata de una colección de variados artículos y ensayos entre cuyos objetivos hay dos bastante persistentes: combatir la seudociencia (así como cierto postmodernismo que trata no ya de relativizar sino más bien de desvirtuar la ciencia) y defender el reduccionismo a ultranza. Parece claro que el primero de ellos es compartido por la mayoría de los científicos, mientras que el segundo es bastante más discutible. En cualquier caso, es un libro altamente recomendable, incluso a pesar de varios errores manifiestos en la traducción, sobre todo en lo referente a ciertos términos de física (¿cuándo se decidirán las editoriales –alguna lo hace ya– a hacer revisar las traducciones por expertos en los campos correspondientes?). Otra edición reciente es la de *El expediente Einstein* (Planeta, Barcelona, 2003), libro asimismo comentado aquí cuando apareció en versión original.

Sobre la teoría de la relatividad se han escrito libros excelentes en todos los niveles, desde el puramente técnico al de divulgación popular. Un libro reciente de calidad apreciable, a un nivel divulgativo o, más apropiadamente, didáctico es *Construyendo la Relatividad*, de Manuel F. Alonso y Vicente F. Soler (Equipo Sirius, Madrid 2002), una obra para introducirse en esta teoría y también, en el caso de enseñantes, para introducirla en clase al nivel del bachillerato o primer curso de carrera. Y para escribir bien en español, no sólo sobre relatividad sino sobre temas científicos en general, no hay duda de que ayudará tener a mano el *Diccionario de las ciencias*, de la Real Academia de Ciencias, editado como casi todas las publicaciones de esa docta corporación por Espasa (Madrid, 2002). Se incorporan en esta edición neologismos ya imprescindibles, pero sigue habiendo otros que aún se ignoran, como, por ejemplo "gauge", que en, mi opinión, no sería necesario ni conveniente traducir.

Muchos de los estudios publicados sobre la naturaleza de la ciencia se deben a filósofos y sociólogos, en bastantes

ocasiones carentes de una formación científica apropiada, lo que en general se traduce en obras de escaso interés para los científicos. Por eso hay que saludar efusivamente la aparición en castellano de la última –creo– obra de John Ziman, prestigioso investigador y profesor de física británico, que desde hace años se dedica seriamente al estudio de aspectos epistemológicos y sociológicos de la ciencia. Se trata de *¿Qué es la ciencia?* (Cambridge University Press, Madrid, 2003), una lúcida y profunda reflexión sobre la naturaleza del hecho científico cuya lectura no dudo en recomendar.

También de algún modo relacionado con la sociología de la ciencia puede considerarse el libro que bajo el título *The Next Fifty Years: Science in the First Half of the Twenty-First Century*, reúne una colección de ensayos de científicos de primera fila recopilados por el conocido editor científico-literario John Brockman (Weidenfeld and Nicholson, 2002), en los que se especula, por supuesto sobre bases serias, acerca del previsible desarrollo e impacto de diversas ramas científicas en las próximas décadas. Tal desarrollo ha sido en gran parte posible gracias a la labor de eminentes científicos a lo largo de la historia. En el campo de la física, uno de ellos fue sin duda Wolfgang Pauli, biografiado –haciendo énfasis en el aspecto científico– por Charles Enz en *No Time To be Brief. A Scientific Biography of Wolfgang Pauli* (Oxford University Press, 2002), una obra impresionantemente documentada en ese aspecto (el científico). Se echa tal vez de menos un tratamiento igualmente documentado sobre los aspectos humanos de este interesante personaje. En este sentido, cabe recordar el libro de Carl A. Meier titulado *Wolfgang Pauli y Carl G. Jung. Un intercambio epistolar 1932-58* (Alianza Universidad, Madrid, 1996), que presenta diversas facetas de la humanidad de Pauli a través de su correspondencia con Jung, de quien recibió asistencia psicológica durante varios años, pero que ciertamente no es una biografía.

Acabaré citando un libro que apareció hace casi un año y que se está convirtiendo en todo un best-seller en Gran Bretaña y en los EE.UU. Se trata de *It Must Be Beautiful: Great Equations of Modern Science* (Granta Books, 2002), una colección de ensayos de conocidos

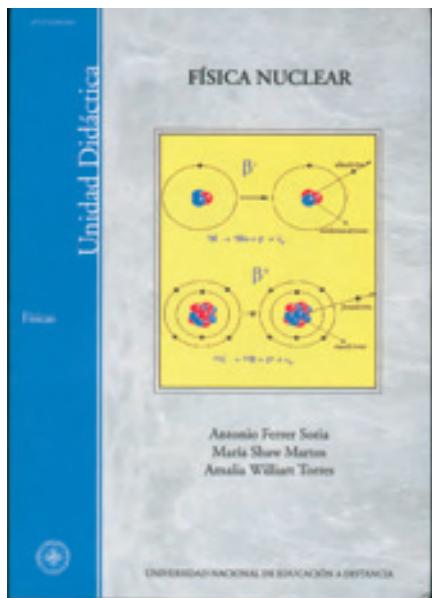


científicos sobre las ecuaciones que, según su editor (compilador), Graham Farmelo, han desempeñado un papel decisivo en la ciencia moderna. Entre ellas se encuentran la conocida $E = mc^2$, la quizás no tan popular, pero igualmente fundamental, $E = hv$, ambas debidas a Einstein, la ecuación de Schrödinger, la de Dirac, y así hasta once que cubren no sólo la física, sino también la química, la biología y hasta la teoría de la información (Shannon). Entre los autores de los ensayos, además del propio editor que se encarga de la citada $E = hv$, se encuentran prestigiosos físicos, como Frank Wilczek, que trata de la ecuación de Dirac, Roger Penrose (éste más bien matemático), que lo hace sobre la Relatividad General y Steven Weinberg, a quien se debe el epílogo; historiadores de la ciencia, como Arthur I. Miller, que escribe sobre la ecuación de Schrödinger y Peter Gallison, que trata de la famosa relación einsteniana $E = mc^2$; biólogos, como John Maynard Smith (teoría de juegos y comportamiento animal), Robert May (poblaciones biológicas), etc. Sin duda, casi todas las ecuaciones elegidas son fundamentales en el dominio científico al que cada una de ellas pertenece (la excepción, en mi opinión, sería la ecuación de Drake sobre el número de civilizaciones extraterrestres, que considero bastante superficial), pero resulta casi inevitable preguntarse si no se ha dejado en el tintero alguna más fundamental que varias de las incluidas, por ejemplo, la ley de la radiación de Planck. En cualquier caso, el libro es muy interesante y su nivel "técnico" lo hace accesible a una amplia gama de lectores. Es de suponer que no tarde en aparecer su traducción a nuestra lengua.

Reseñas

Física Nuclear

Antonio Ferrer Soria, María Shaw Martos y Amalia Williart Torres
Universidad Nacional de Educación a Distancia



El número de manuales y libros de texto de Física que se editan en España es escaso si se tiene en cuenta la excelencia y madurez que ha alcanzado esta ciencia en cuanto a profesores y la amplitud de la comunidad de estudiantes universitarios. Así pues, aunque en la introducción se advierta que el texto objeto de esta reseña es una "unidad didáctica" de la UNED basada en los apuntes de clase del curso impartido por el profesor Ferrer en la Universidad de Valencia, nos llena de alborozo la aparición de un libro de Física Nuclear bien escrito y bien editado.

A diferencia de otras materias, cuya secuencia de exposición es casi obligatoria, los índices de los libros de física nuclear pueden ser extraordinariamente variados en orden y contenido. El elegido por los autores es uno de los clásicos: propiedades generales de los núcleos, la fuerza nuclear, los modelos nucleares, las tres desintegraciones, las reacciones nucleares, la interacción de la radiación con la materia y la detección de las radiaciones. Como técnica relacionada con la física nuclear, el principal (casi único) énfasis se pone en la protección radiológica. La primera duda que nos asalta en

este sentido es a quién va dirigido el texto como tal, teniendo en cuenta que la física nuclear como materia troncal está imbricada en los nuevos planes de estudio con la física de partículas. Esto exige una presentación del campo distinta de la tradicional en dos sentidos: la incorporación de aspectos esenciales de la física de altas energías y (lamentablemente) la selección drástica de los contenidos de física nuclear que difícilmente favorecerá un libro de 480 páginas.

En cuanto al desarrollo y forma expositiva, el texto es más, digamos, descriptivo que fundamentado, queriendo decir con esto que el lector se habrá de conformar con aprender más que comprender. Es una opción de los autores que además se ve positivamente reforzada por un conjunto de ejercicios resueltos que siempre agradecerá el estudiante.

En resumen, nos encontramos con un manual que desempeñará un buen papel en la biblioteca básica que todo estudiante de física e ingeniería debería tener.

Manuel Lozano Leyva

Historia de la Física Cuántica: I. El periodo fundacional (1860-1926)

José Manuel Sanchez Ron
Editorial Crítica, Colección Drakontos
Barcelona, 2001, 526 págs de texto más
32 de fotografías.



La historia de la Mecánica Cuántica es un tema fascinante: no en vano "Nunca ha existido una teoría con un impacto tan profundo en el pensamiento humano... ni con un éxito tan espectacular en la predicción de una gama tan

enorme de fenómenos...", en palabras de Max Jammer.

Existen en inglés diversas obras dedicadas al nacimiento y evolución de la teoría, entre ellas las del citado Jammer, *The Conceptual Development of Quantum Mechanics* y *The Philosophy of Quantum Mechanics*, con mayor énfasis en la historia la primera y en la física y filosofía la segunda (desgraciadamente agotadas ambas) y la enciclopédica *The Historical Development of Quantum Theory* de J. Mehra y H. Rechenberg, reeditada en 2002 por Springer Verlag en 6 partes con más de 4000 páginas. Pero el acceso a la mayoría de ellas requiere un esfuerzo no trivial por parte del lector interesado.

Se echaba de menos pues una obra en español dedicada a este tema y J. L. Sanchez Ron ha aceptado el reto con un primer volumen dedicado a los años fundacionales, eligiendo como tales el periodo ampliado 1860-1926 que incluye la prehistoria cuántica (1860-1900) previa a la ley de Planck para la radiación del cuerpo negro (1900) y los años 1925, 1926 que la mayoría de los historiadores asignan ya al segundo periodo, el de la Mecánica Cuántica propiamente dicha (por oposición a la Vieja Teoría Cuántica que culmina en los trabajos de Wilson, Sommerfeld e Ishiara)

La obra contiene una abundante bibliografía (34 pág.) e índices (16 pág.) y numerosas citas originales intercaladas en el texto que ilustran las posiciones concretas de los protagonistas de la revolución cuántica mientras ésta se estaba produciendo. Estas opiniones no siempre coinciden con las de los mismos autores en otros momentos o con los consensos más o menos estables a los que ha llegado finalmente la comunidad física, lo que probablemente hace aún más interesante el encontrarlas así recogidas. En mi opinión este es uno de los aspectos más atractivos del libro y en el que se advierte el gran trabajo personal de investigación histórica que Sanchez Ron ha efectuado.

El autor advierte que una obra de este tipo no puede prescindir por completo de algunas fórmulas matemáticas escogidas. Ésta presencia, que en ningún caso es excesiva, no restringe el público al que va dirigido el libro a los físicos u otros científicos; las fórmulas concretan y precisan algunas discusiones pero la mayoría de los argumentos pueden seguirse sin ellas, aunque sea de una forma menos completa, por lo que esta obra será de gran utilidad también para filósofos, historiadores y en general para cualquiera que esté interesado en la evolución de la

concepción del mundo que nos rodea, donde las ideas cuánticas juegan hoy un papel tan importante.

Junto con la descripción de experimentos, modelos y teorías físicas y sus filosofías subyacentes, esta obra contiene abundante información sobre las circunstancias personales y sociales de los autores y su época, que lejos de ser de carácter púramente anecdótico contribuye a dar profundidad y riqueza al tema. Se ha especulado sobre si la Mecánica Cuántica pudo desarrollarse de otras maneras (J. T. Cushing, *Historical Contingency and the Copenhagen Hegemony*, Univ. of Chicago Press, 1994); en cualquier caso el libro de Sanchez Ron ayuda a comprender cómo se produjo la evolución de la teoría tal como la conocemos.

Sin renunciar al rigor histórico o a resaltar las ideas físicas subyacentes, la obra es de lectura fácil y amena. Resulta pues claramente recomendable para un amplio espectro de lectores. Solo me queda desear que los volúmenes siguientes no se hagan esperar demasiado y que a ser posible se extiendan hasta el presente, ya que el estudio de los fundamentos y de las nuevas aplicaciones de la Mecánica Cuántica ha experimentado recientemente un renacimiento tan fascinante y provocador en mi opinión como el de la etapa fundacional, que merecería ser recogido en un libro como el que aquí se está comentando.

Guillermo García Alcaine

Óptica Avanzada

María Luisa Calvo Padilla, coordinadora
Ariel Ciencia, Barcelona 2002
697 pp. ISBN: 84-344-8052-2



Este texto se presenta como una exposición de temas específicos de Óptica, centrados todos ellos en aplicaciones del láser. Nace, como se declara en la introducción, con la intención de acercar al lector las distintas aplicaciones que los medios láser tienen en la actualidad, desde el procesado óptico de la información hasta el estado de la investigación en materiales de almacenamiento holográfico de información. Además, el libro incluye temas de ámbito más básico, como la teoría electromagnética de la difracción, propagación, esparcimiento y coherencia de la luz, o el estudio de la evolución histórica de las lentes. En total se compone de once capítulos autocontenidos escritos por autores independientes, de unas 60 páginas cada uno.

La coordinadora del texto, M^a Luisa Calvo, ha cuidado la elección de los autores y de los temas, de forma que en cada capítulo nos encontramos con unas páginas escritas por profesionales de reconocido prestigio. Todos ellos están ligados a la Universidad o a centros de investigación españoles. Su experiencia docente se pone de manifiesto en la claridad en la exposición de temas avanzados que consiguen en un número corto de páginas, y en el conjunto de problemas que acompaña a cada uno de ellos. A veces, la presentación de los autores resulta novedosa, quizás debido a los condicionantes de la edición. Éstas son las características que lo hace más útil, puesto que ofrece una visión escueta, rigurosa, clara y actual de temas que, de otra manera, encontraríamos dispersos en la literatura.

El libro se inicia con un delicioso capítulo de Jay M. Enoch, dedicado al estudio histórico de las lentes y correcciones visuales desde una perspectiva fundamentalmente iberoamericana. El capítulo siguiente, de M. Nieto-Vesperinas, expone la teoría vectorial de la propagación de ondas, así como la teoría del esparcimiento (*scattering*) de onda luminosas. El capítulo 3, de M.L. Calvo, trata de la coherencia óptica, su descripción matemática desde el punto de vista de la teoría de sistemas lineales, y los métodos experimentales para su estudio tanto espacial como temporal.

En el capítulo 4 J. Campos y M.J. Yzuel abordan el procesado óptico de la información, iniciándose el tema con nociones básicas y completándose con exposiciones sobre filtrado coherente, correlación y reconocimiento de imágenes y holografía generada por ordenador. C. Gómez-Reino y M.V. Pérez introdu-

cen en el capítulo 5 la óptica de medios guiados desde una perspectiva puramente geométrica, tratando los aspectos clave de propagación, atenuación y dispersión tanto en guías de onda como en fibras ópticas. El siguiente capítulo, de G. Fernández Calvo, está dedicado a la óptica no lineal, conteniendo tanto la teoría microscópica clásica descrita por el modelo de Lorentz como el estudio de los distintos procesos no lineales de segundo y tercer orden y una introducción a la propagación de solitones.

El capítulo 7 es una introducción a la óptica cuántica. En él, R.F. Álvarez-Estrada presenta la cuantización del campo electromagnético, los fotones, sus fuentes y sus estados coherentes, la teoría cuántica de la interacción radiación-materia, y la detección de fotones, cerrándose con la presentación breve de otros temas más avanzados. En el capítulo 8 Rosa Weigand trata la teoría del láser: descripción básica de los procesos de absorción y emisión de radiación, teoría de resonadores y amplificadores, estudio de materiales activos y su dinámica, concluyendo con un breve elenco de aplicaciones y medidas de seguridad.

En el capítulo 9, sobre metroología óptica, S. Millán aborda los aspectos básicos de las técnicas de *moiré* y de *speckle*, interferometría holográfica, y métodos de sondeo y reconstrucción de frente de onda. El capítulo 10 de P. Cheben, presenta una exposición del estado actual de los materiales holográficos para el almacenamiento masivo de información, tratando por una parte los componentes básicos de un sistema de este tipo y sus técnicas de multiplexado, y, por otra, las distintas alternativas existentes: materiales fotorrefractivos, fotopolímeros, materiales híbridos orgánicos-inorgánicos y materiales biológicos. El último capítulo, de R.F. Álvarez-Estrada y M.L. Calvo, es una introducción a la óptica de neutrones, con apartados referentes a su descripción cuántica, su generación y detección, los procesos físicos que permiten su aplicación práctica y sus aplicaciones en estado sólido. Finalmente, el libro se cierra con un extenso índice analítico que facilita su empleo como elemento de consulta.

Debido a la vocación con la que nace, y a pesar de su indudable valor pedagógico, el libro no debe considerarse un texto básico de Óptica. Resulta, no obstante, una excelente obra de referencia, y como texto de complemento y actualización en temas concretos. Por esta causa el texto posee un notable interés en cursos

de especialidad o de tercer ciclo, donde la concreción de las exposiciones y su abundante bibliografía hacen de él un buen libro para el estudio y puesta al día de los temas abordados.

C. R. Fernández-Pousa y F. Mateos

Mecánica Cuántica

Guillermo Velarde

McGraw-Hill/Interamericana de España, S. A. U. (Madrid, 2002)



La bibliografía sobre Mecánica Cuántica en castellano contiene diversas y valiosas aportaciones, que han contribuido y continúan contribuyendo a formar a sucesivas generaciones en la comprensión de los fenómenos microfísicos. Las primeras, cada una en su contexto y con sus propios propósitos y méritos, han ido apareciendo publicadas en nuestro país a lo largo de varias décadas, y creamos muy necesario que esa producción científica continúe.

El libro del Prof. Velarde, de reciente aparición, presenta una exposición clara y detallada de los principios básicos y de las aplicaciones más habituales de la Mecánica Cuántica (No-Relativista).

El libro resume una parte importante de la larga experiencia docente del autor,

que ha impartido la materia durante unos 35 años. A lo largo de ese periodo, debe de haber comprobado las vicisitudes de sus estudiantes al penetrar y adentrarse en los vericuetos del mundo microscópico. Ello habría motivado el exhaustivo análisis, presentado en su libro, de diversos casos y ejemplos, en los que las dificultades se plantean y se resuelven de forma minuciosa y cuidada, lo cual es de gran ayuda para el lector.

Es habitual y aconsejable que los estudiantes tengan un primer contacto con la microfísica mediante cursos de Física Cuántica, en los que se traten diversos fenómenos utilizando un bagaje matemático más bien reducido, dejando para cursos posteriores la Mecánica Cuántica propiamente dicha, que requiere un nivel más alto. En este contexto, para dichos estudiantes el libro de Mecánica Cuántica que reseñamos constituye una posibilidad atractiva y accesible, por su nivel y su metodología. La transición entre un texto de Física Cuántica y el actual se facilita gracias al capítulo 1 de éste último: diversos ejemplos (como, en particular, los de las subsecciones 1.3.1 y 1.3.2, acerca de la difracción por una y dos rendijas) y estimaciones numéricas serán ciertamente útiles, por su detalle y claridad, al estudiante.

El estilo es directo, lo que facilita considerablemente su lectura. A ello contribuye también notablemente la estructura del libro: una parte apreciable de los desarrollos y cálculos ha sido omitida del texto principal y ubicada en Apéndices.

De manera no infrecuente, un estudiante de Mecánica Cuántica puede echar en falta un libro de apoyo que exponga diversos desarrollos, diferenciando claramente entre unos y otros, o que aclare conceptos que pueden aparecer más sucintamente en otros libros. Este es, precisamente, el carácter de diversas secciones y subsecciones del actual. Una lista, no exhaustiva, de estas incluye las 4.6.2, 4.7.3, 8.3, 8.4,... El Prof. Velarde dedica especial atención, a lo largo del libro, a que los conceptos y los cálculos aparezcan de manera sistemática.

El libro ofrece (en el capítulo 11) una introducción interesante y accesible a aspectos importantes, en distintas épocas y etapas, en la fundamentación de la Mecánica Cuántica: determinismo (según diversos enfoques), realismo, localidad, variables ocultas, interpretación de Copenhague, teorema de von Neumann, argumento Einstein-Podolsky-Rosen, desigualdades de Bell (de una de las cuales se da una demostración, lo que puede ser útil a diversos estudiosos)... Clara y sencilla resulta también, en este contexto, la sección 3.8, acerca de indecibilidad ó incompletitud (teorema de Gödel). Durante bastantes décadas, estos temas parecieron de índole más bien filosófica y con un interés físico bastante limitado para buena parte (por no decir la gran mayoría) de la comunidad científica. Una serie de importantes experimentos realizados (sin prisa, pero sin pausa) en las últimas décadas ha permitido poner de manifiesto violaciones de las desigualdades de Bell, desacuerdos con las teorías locales de variables ocultas y, a la vez, plenas concordancias con las predicciones de la Mecánica Cuántica, la cual sale, así, aún más reforzada. Por tanto, queda confirmada, a posteriori, la importancia de haber dedicado esfuerzo investigador a comprender su fundamentación y esfuerzo docente a exponerla. Dicho capítulo 11 resume también, aunque con mayor brevedad, estas recientes confirmaciones de la Mecánica Cuántica. En apoyo de la inclusión de una introducción a estos temas en un libro actualizado, debe mencionarse también que, al menos en cierto sentido, aquellos experimentos han motivado una parte nada desdenable del desarrollo reciente de la Óptica Cuántica.

En resumen, este libro constituye una nueva e interesante aportación a la docencia de la Mecánica Cuántica. Estudiantes y estudiosos sacarán provecho de los conocimientos y la experiencia docente que este libro condensa, y de su sistemática exposición.

Ramón Fernández Alvarez-Estrada