

Energy, Force and Matter

Luis Vicente H.

P. M. Harman, *Energy, Force and Matter. The Conceptual Development of Nineteenth-Century Physics*. Camb, Mass., Cambridge University Press, 1982, x + 182 pp.

El libro proporciona un relato preciso de la situación de la física del siglo XIX en una forma muy accesible al lector que no tenga un conocimiento especializado de física y matemáticas.

El autor divide al libro en los siguientes temas claves que definieron la estructura de la física en el siglo XIX.

A principios del siglo XIX se comienza a usar el término "física" en el sentido moderno, y más especializado para referirse ya no a la ciencia natural en general sino al estudio de la mecánica, la electricidad y la óptica, empleando una metodología matemática y experimental.

Se hace notar que en ese siglo la ciencia física se definió en términos del concepto unificador de energía y el programa de explicación mecánico, *i. e.* explicar los fenómenos físicos en términos de la estructura y leyes de movimientos de un sistema mecánicos. En efecto el mayor tema de desarrollo de la física en el siglo XIX es la manera en la cual las innovaciones teóricas —el concepto de campo, la teoría del luminífero y el éter electromagnético y los conceptos de conservación y disipación de energía— se formularon de acuerdo al punto de vista mecanicista de la naturaleza, que supone que la materia en movimiento es la base de todos los fenómenos físicos.

El autor hace notar que está profundamente enraizada la interpretación de la física de los siglos XVIII y XIX como monolítica y que poseía una estructura conceptual unificada, pero esta visión ignora los grandes desarrollos a veces contradictorios de la época. En efecto, tanto en estilo como en contenido, la física de 1850 muestra un marcado contraste con la prevaleciente en 1800.

Hacia 1850 algunos de los principales temas de la física del siglo XIX habían sido formulados como la matematización de los fenómenos físicos y el papel de la analogía matemática como una guía para la formulación de teorías físicas y el enunciado del principio de la conservación de la energía como una ley unificadora universal. La emergencia de estos temas unificadores contrasta con la discusión existente hacia 1800.

En el siglo XVIII el estudio de los fenómenos de calor, magnetismo y electricidad eran en gran parte cualitativos pero hacia el final de ese mismo siglo se les empezó a dar un tratamiento cuantitativo matemático, y tal desarrollo fue ayudado por mejoras en la precisión de los instrumentos científicos. Los trabajos de Joseph Black, Lavoisier y Laplace en calor, Mayer, Lambert y Coulomb en magnetismo y Volta, Cavendish y Coulomb en electrostática, emplearon las medidas precisas y la cuantificación como criterios para la construcción de una teoría física.

Al analizar las grandes escuelas europeas del siglo XIX, el autor discute las características de cada una de ellas y el contexto en que se situaban. Así es resaltado el énfasis de la escuela de Laplace (1749-1827) en Francia en la unificación que trataba de superar la disyuntiva prevaleciente entonces entre la mecánica y los fenómenos del calor, la luz y la electricidad. Junto con la teoría sistemática de la afinidad química de Berthollet (1748-1822), la física de Laplace ofrecía un programa de investigación coherente y unificado, aplicando fuerzas moleculares definidas matemáticamente a la mecánica, el calor, la luz y la química.

Hay que resaltar que a principios de siglo tenían gran aceptación las teorías de los "fluidos imponderables" que se empleaban para explicar la electricidad, el magnetismo, la luz y el calor. Se invocaban una multiplicidad de tales fluidos: uno para el calor, uno o dos para la electricidad, el flogisto como el principio imponderable de la combustión, etc. Algunos concebían a estos fluidos como diferentes modificaciones del éter; en esta visión del mundo las transformaciones de una sustancia etérea, activa y repelente balanceaba el poder atractivo de la materia ordinaria. El abandono de los fluidos imponderables constituye uno de los desarrollos más significativos en la transformación de la física del siglo XIX.

Fourier (1768-1830) realizó una contribución de importancia fundamental a la creación de una física unificada basada en prin-

cipios matemáticos, al formular su teoría del calor en la tradición de la mecánica, *i.e.* basándose en ecuaciones diferenciales que caracterizaban a la transmisión del calor, ecuaciones que eran independientes de las hipótesis físicas.

El autor dedica gran espacio al análisis de la influencia de esta teoría y al establecimiento de las leyes de la termodinámica por Helmholtz, Carnot, Clausius, resaltando que el trabajo realizado en la formulación de la conservación de la energía fue importante no sólo al proveer de una formulación matemática si no al resaltar el papel unificador del concepto de energía en relación a una antología de la materia en movimiento y el programa de la explicación mecánica.

Otro de los grandes temas analizados por Harman en su libro es el del éter y las llamadas teorías de campo. El término "campo magnético" fue introducido por Faraday en 1845 y adoptado enseguida por Thomson y Maxwell, siendo este último quien le dio un significado preciso. El concepto de campo fue contrastado con el de acción a distancia, esto es, la mediación de fuerzas por la mediación de elementos contiguos del campo existente en el espacio o entre cuerpos cargados separados había de distinguirse de la acción de fuerzas operando a través de distancias finitas directamente entre cuerpos cargados.

En esta parte concerniente a la electricidad y magnetismo, se analizan las dificultades fundamentales de formular un modelo mecánico del éter.

Hacia 1890 el concepto de campo físico fue sujeto de una diversidad de interpretaciones. Algunos físicos británicos trataron de integrar la teoría de Maxwell del campo electromagnético y el concepto de éter continuo de Thomson; algunos otros hicieron formulaciones que no se basaban en un modelo mecánico del éter, como Lorentz, quien propuso una física basada en conceptos puramente electromagnéticos. En su teoría, concluía la materia en términos de partículas cargadas (electrones) y la relación entre éter y materia se explicaba como la conexión entre electrones y campo electromagnético. Hacia 1900 todos estos desarrollos habían desafiado la hegemonía del punto de vista mecanicista de la naturaleza.

La última parte del libro está dedicada a la declinación del punto de vista mecánico a principios del siglo xx; debido a los pro-

fundos cambios conceptuales; el abandono de las doctrinas de espacio y tiempo absoluto en la teoría de la relatividad de Einstein y el abandono de la causalidad y el determinismo en la mecánica cuántica.

El autor hace notar finalmente que en realidad hay una continuidad de ideas que está presente aún en los episodios de cambios conceptuales sorprendentes, como sucede en el paso del siglo XIX al XX en la física. Es decir, las grandes innovaciones teóricas de principios del siglo, el desarrollo de la relatividad y la teoría cuántica no pueden entenderse adecuadamente desprendidos de su contexto intelectual, los grandes debates sobre el mundo de los años noventa del siglo anterior. Este estudio indica pues la continuidad y discontinuidad entre física clásica y moderna. Un libro muy valioso para todos los interesados en la historia de las ciencias y que quisiéramos existiera la versión en castellano.