

El tamaño útil

The useful size

Por Eric Rosas

Resumen: Cuando se pensaba que la teoría clásica había logrado describir todos los fenómenos físicos, Max Planck propuso el “tamaño útil” para explicar la radiación térmica y solucionar la “catástrofe ultravioleta”, develando así la cuantización de la energía y modificando para siempre nuestra concepción del microcosmos.

Palabras clave: radiación térmica, catástrofe ultravioleta, física cuántica.

Abstract: When it was thought that classical theory had managed to complete the description of all the physical phenomena, Max Planck proposed the “useful size” to explain the thermal radiation and solve the “ultraviolet catastrophe”, thus revealing the energy quantization and forever modifying our conception of the microcosmos.

Keywords: thermal radiation, ultraviolet catastrophe, quantum physics.

James Clerk Maxwell (1873) unificó la electricidad, el magnetismo y la óptica y este hito infundió en los filósofos naturales de la época la sensación de que, junto con la descripción de la mecánica y la gravitación hechas por Isaac Newton, habían quedado explicados todos los fenómenos físicos. Albert Abraham Michelson incluso llegó a expresar que se habían descubierto todas las leyes y hechos fundamentales más importantes de la física, pues estaban tan firmemente establecidos que la posibilidad de que algún día fueran suplantados como consecuencia de nuevos descubri-



mientos era extremadamente remota (1894). No obstante, la explicación de la radiación térmica –intercambio de energía entre objetos con temperaturas diferentes y entre aquéllos y sus alrededores– pronto originaría una teoría física radicalmente novedosa.

Los objetos irradian luz a consecuencia de la energía que reciben de su entorno. Por ejemplo, a medida que la temperatura del filamento de una lámpara incandescente aumenta, comienza a iluminar con un color naranja que va tornándose rojizo y luego brilla con luz blanca, hasta que incluso puede emanar destellos azulados; es



Ciencias

Fotos: Eric Rosas, vistas de la estatua de Max Planck, Universidad Humboldt, Berlín, Alemania



decir, a mayor energía absorbida, más alta también es la frecuencia de la radiación emitida. Este incremento en la energía absorbida y el consecuente aumento en la frecuencia dominante de la luz emitida había sido estudiado durante mucho tiempo, pero las leyes físicas (clásicas) con las que contaban entonces predecían la absorción de una cantidad infinita de energía conforme la luz irradiada se desplazaba hacia el ultravioleta, algo que resulta imposible.

La solución a esta “catástrofe ultravioleta” fue propuesta por Max Karl Ernst Ludwig Planck (1901) el 14 de diciembre de 1900 ante la Real Academia Prusiana de Ciencias. A diferencia de John William Strutt – mejor conocido como Lord Rayleigh–, James Hopwood Jeans o Wilhelm Carl Werner Otto Fritz Franz Wien, Planck usó un artilugio matemático para derivar la fórmula con la que finalmente pudo explicar la radiación térmica. Dicho truco consistió en suponer que la energía no puede emitirse de manera continua, sino en porciones discretas dadas por los múltiplos enteros de una cantidad a la que Planck expresó con la letra h , de *hilfsgrösse*, término alemán para “tamaño útil”.

Muchos de sus colegas comprendieron pronto el significado físico de este tamaño útil –luego denominado “cuanto”–, entre ellos Niels Henrik David Bohr, quien así pudo explicar la estabilidad electromagnética del modelo planetario del átomo propuesto por Ernest Rutherford, y Albert

Einstein, quien gracias al cuanto logró describir el efecto fotoeléctrico, fenómeno que permite que funcionen las celdas solares.

El “tamaño útil” de Planck dio luz a la física cuántica, que a partir de 1925 fue formulada matricial y probabilísticamente por Werner Karl Heisenberg (1925) y Erwin Rudolf Josef Alexander Schrödinger (1926), respectivamente. Por este motivo es que las Naciones Unidas han proclamado al 2025 como el “Año Internacional de la Ciencia y la Tecnología Cuántica”.¹⁰

Referencias

- Heisenberg, W. (1925). “Über quantentheoretische Umdeutung kinematischer und mechanischer Beziehungen”, en *Zeitschrift für Physik*, vol 33, pp. 879-893.
- Maxwell, J. C. (1873). *A Treatise on Electricity and Magnetism*, Clarendon Press, vol. I y II. Oxford.
- Michelson, A. A. (1894). “Annual Register”, *University of Chicago*, vol. 1894, pp. 159.
- Planck, M. (1901). “Ueber das Gesetz der Energieverteilung im Normalspectrum”, en *Annalen der Physik*, vol. 4, pp. 553-564.
- Schrödinger, E. (1926). “Quantisierung als Eigenwertproblem”, en *Annalen der Physik*, no. 79, pp. 361-376.



Eric Rosas es físico por la UAEMEX y doctor en ciencias por la Universidad de Guanajuato. Director ejecutivo de Bright Science Mexico y presidente de la International Commission for Optics. Cofundador del Clúster Mexicano de Fotónica, el Comité Territorial de Óptica de México, la Red Iberoamericana de Óptica y Fotónica, y la Sociedad Científica “Antonio Alzate”. Senior Member de Optica y de The International Society for Optics and Photonics, y expresidente la Academia Mexicana de Óptica y de la División de Óptica de la Sociedad Mexicana de Física.