

# Física cuántica: qué es la dualidad partícula-onda de la luz

Albert Einstein puede ser famoso por su teoría de la relatividad general, pero no fue esta la que le dio el único Premio Nobel de su carrera. Crédito: BBCNews

El físico obtuvo el galardón por un descubrimiento que hizo cuando tenía tan solo 26 años. Se trata de la ley del efecto fotoeléctrico que publicó en 1905 y que planteaba que la luz tenía una propiedad tan contraintuitiva que llevaría a cuestionar la propia noción de la realidad.

No en vano terminó dando origen a la física o mecánica cuántica, una rama que estudia la naturaleza a escala atómica y subatómica, o sea, el mundo de lo ultrapequeño y sus leyes, que son muy distintas a aquellas que gobiernan al mundo que podemos ver.



También la energía interna de los átomos está cuantizada. Para una determinada clase de átomo individual, la energía no puede tener un valor cualquiera; sólo son posibles valores discretos, llamados niveles de energía.

Las ideas básicas de fotones y de niveles de energía nos ahorran un buen camino hacia la comprensión de una gran variedad de observaciones que de otra forma serían enigmáticas.

Entre ellas están los conjuntos únicos de longitudes de onda que emiten y absorben los elementos en estado gaseoso, la emisión de electrones desde una superficie iluminada, el funcionamiento de los láseres y la producción y dispersión de los rayos x.

**Nuestros estudios de fotones y de niveles de energía nos llevarán al umbral de la mecánica cuántica, que implica tener algunos cambios radicales en nuestras ideas sobre la naturaleza de la radiación electromagnética y de la materia misma.**

**“La mecánica cuántica marcó una ruptura entre la física clásica y la moderna”,** explicó a BBC Mundo la física colombiana Nelly Yolanda Céspedes Guevara. **“Fue toda una revolución”,** agregó la también doctora en educación y docente de la Fundación Universitaria del Área Andina, de Colombia.

Para Einstein fue un placer romper con ideas preestablecidas: **“No podemos solucionar nuestros problemas con las mismas líneas de pensamiento que usamos cuando los creamos”,** dijo el físico alguna vez.

## **¿Partícula u onda?**

En la física, **las ondas y las partículas son tan distintas** que cada una obedece a sus propias reglas matemáticas. **“La partícula es todo aquello que tú puedes cuantificar y que en teoría puedes agarrar o tocar”,** dice Céspedes.

Según la ley del efecto fotoeléctrico de Einstein, la luz podría generar electricidad solo si, bajo determinadas circunstancias, **se comportaba como una suerte de partícula.** En otras palabras, planteó que **“la luz no podía ser solo una onda”,** explica Céspedes.

Para llegar a esa conclusión, agrega, Einstein se basó en ideas previas de físicos como el alemán **Max Planck.**

## **El “revolucionario renuente”**

En el año 1900, Planck ya había descubierto que había un problema con la luz como onda. Lejos de ser un flujo constante, afirmó, **la luz viajaba en “paquetes” de una gran “cuantía” de energía,** concepto de donde luego derivaría el nombre de física cuántica.



Max Planck

“El concepto de Planck de cuantos energéticos”, explica la Enciclopedia Británica, **“entraba en conflicto con toda la esencia de la física teórica pasada”**.

[youtube

[https://www.youtube.com/watch?v=8urGTdEio0Q&w=560&h=315\]](https://www.youtube.com/watch?v=8urGTdEio0Q&w=560&h=315)

Y si bien sus investigaciones no le dejaban otra opción más que derribar el conocimiento previo establecido y hasta ganó un Nobel por “descubrir la energía cuanta”, Planck fue un “revolucionario renuente”, afirma la enciclopedia. Tal es así que distintos historiadores de la ciencia como el famoso Thomas Kuhn se han negado a darle el título de padre de la física cuántica.

Según argumentan, a partir de sus trabajos, Planck podría haber inferido que la luz se comportaba como una partícula, sin embargo, **no lo vio o no se atrevió a afirmarlo y provocar un cambio de paradigma**. Para eso tendría que llegar Einstein.

## **Ni una cosa ni la otra**

En 1905, Einstein había argumentado que, a veces, la luz parecía consistir en “cuantos” (lo que hoy son los fotones) y, cuatro años más tarde, introdujo la dualidad onda-partícula en la física.

Es decir que **la luz no era una onda o una partícula: era ambas cosas**. Einstein estaba pensando lo impensable. **“La hipótesis de Einstein de los cuantos de luz no fue tomada en serio** por los físicos adeptos a las matemáticas durante poco más de 15 años”, escribió el historiador de la ciencia Bruce R. Wheaton.

“Incluso (el físico estadounidense) **R. A. Millikan**, quien en 1914-16 proporcionó la primera evidencia inequívoca de la sorprendente ley de emisión fotoeléctrica de Einstein, siguió

también inequívocamente desdeñando la hipótesis de la partícula de luz de la cual se había derivado esa ley", agregó.

[youtube

[https://www.youtube.com/watch?v=oFbgfkh4cj8&w=560&h=315\]](https://www.youtube.com/watch?v=oFbgfkh4cj8&w=560&h=315)

Es más: Millikan, quien fue discípulo de Planck, terminaría ganando un Nobel "por su trabajo en la carga elemental de la electricidad y en el efecto fotoeléctrico". Para desdén de muchos de estos físicos, **la dualidad onda-partícula no se quedó en la luz, sino que se amplió a la materia a escala atómica.**

Hoy comprendemos que todos esos fenómenos se deben a la naturaleza cuántica de la radiación. La radiación electromagnética, junto con su naturaleza ondulatoria, tiene propiedades que se asemejan a las de las partículas. En especial, la energía de una onda electromagnética siempre se emite y se absorbe en forma de paquetes llamados fotones o cuantos, cuya energía es proporcional a la frecuencia de la radiación.