

YO, FOTÓN



«¿Es una partícula? ¿Es una onda? ¡No, es un fotón!», grita la gente cuando me ve pasar por la calle corriendo a casi trescientos mil kilómetros por segundo (¡chúpate esa, Bolt!). A decir verdad no les culpo, es normal que me confundan. Soy un poco las dos cosas. Onda, partícula, onda, partícula... Llevo volviendo locos a los físicos desde hace más de cuatrocientos años. Ahora parece que, por fin, tienen un poquito más claro qué soy pero aún sigo confundiéndoles de vez en cuando.

Escrito por **Fernando Gomollón-Bel** / Ilustrado por **Ana Alonso**

Lo dicho, yo soy un fotón. En concreto, un fotón de longitud de onda visible, de color azul. Por eso me podéis ver y leer mi historia. Técnicamente, los fotones somos «las partículas elementales responsables de las manifestaciones cuánticas del fenómeno electromagnético». No os preocupéis si no entendéis esto último, a decir verdad yo tampoco. De toda la vida en mi casa hemos dicho que somos *los portadores de luz*. Mucho más fácil ¿verdad? Nosotros nos levantamos por la mañana, cargamos nuestra mochila de luz y nos vamos a repartirla por el mundo. Yo, como soy un fotón azul, me considero especialmente afortunado. Ese pequeño punto azul pálido que llamáis hogar sería una peli en blanco y negro sin nosotros.

Quizás os preguntéis si hay fotones de más colores o si sois capaces de verlos todos. No sois los primeros. Ya en el siglo XVII, el famoso científico sir Isaac Newton descompuso la luz blanca en un precioso arcoíris gracias a su célebre prisma (los que lleváis gafas sabéis de qué hablo). Isaac (permitidme que le tutee, nos llevábamos muy bien) defendía por aquella época que la luz estaba compuesta por pequeñas partículas o corpúsculos. Algunos le tachaban de loco porque contradecía el modelo del físico holandés Christian Huygens, sin embargo, el joven Newton no andaba tan desencaminado. Gracias a su experimento, descubrió que la luz blanca escondía al menos otros siete colores. Esto se debe a que los fotones no somos tan rápidos por el aire como al atravesar el prisma de cristal (bueno, no me miréis así que vosotros tampoco sois igual de rápidos corriendo por el parque que nadando en una piscina ¿verdad?). Al ir más lentos, unos más que otros, nos despistamos un poco y acabamos desviándonos de nuestro camino original (rojo, el tío, no se desvía casi nada, es todo un Ironman) y esto provoca que la luz se disperse.

Una vez dispersos, aunque todos cojamos la misma velocidad después de atravesar el prisma, unos damos zancadas más grandes y otros más pequeñas. Es lo que los físicos llaman longitud de onda. Ahora volvemos a ser una onda ¿veis cómo es un cacao? En el arcoíris que mencionaba antes, los fotones rojos son los que dan las zancadas más largas y los fotones violetas los que dan pasitos más cortos. La longitud de onda está relacionada con la energía mediante una preciosa ecuación. Y tiene mucha lógica, ya veréis. Los fotones con poca energía dan zancadas largas, van con más calma. Sin embargo, los fotones muy energéticos son como chiquillos hiperactivos y tienen una longitud de onda mucho más corta.



Pero ¿qué hay de los fotones que no podéis ver? Seguro que habéis oído hablar de los rayos ultravioleta (esos que os tuestan en verano y de los que os tenéis que proteger), de los infrarrojos (intentad encender la tele sin ellos), de los rayos X (¿nunca os han hecho una radiografía?)... Todo eso también son radiaciones electromagnéticas y, por lo tanto, es tarea de algún fotón llevarlas de aquí para allá. Aunque claro, no podéis verlas. Superman tal vez, pero vosotros *nasti de plasti*. Las radiaciones *invisibles* se descubrieron por primera vez en el siglo XVIII gracias a unos experimentos que llevó a cabo el prestigioso físico y astrónomo William Herschel. Este hombre era un fenómeno a la hora de localizar cosas invisibles: también fue el primero en avistar Urano, un planeta que había permanecido escondido hasta entonces. Pero nada podía escapar a la perspicacia de William. Él creía que había alguna relación entre los colores en los que se descomponía la luz y la temperatura. Esto que nos explican en el cole de colores fríos y colores cálidos tenía que tener alguna explicación física. Para comprobarlo preparó un sencillo experimento. Situó un prisma (como el de Newton) en su ventana y proyectó el arcoíris que producía sobre una mesa. En esa misma mesa apoyó varios termómetros, uno para cada color. Como buen científico sabía que eso no era suficiente: había que tener un termómetro control, que no formara parte del experimento para registrar la temperatura de la habitación. Lo apoyó también en la mesa, al lado del rojo. A las pocas horas comprobó que efectivamente los termómetros del azul y el violeta estaban más fríos que los del naranja y el rojo. Pero ¡oh, sorpresa! El termómetro control marcaba una temperatura aún más alta. Al principio, creyó estar volviéndose loco, pero luego repitió el experimento y comprobó que el control solo aumentaba su temperatura si se situaba justo al lado del rojo. Pero... ¡ahí no había ningún color! ¡No había luz! Algo calentaba ese termómetro. ¿Podía ser un tipo de radiación invisible? Herschel bautizó este fenómeno como rayos caloríficos. Más adelante, esta radiación que aparecía justo debajo del rojo pasó a llamarse radiación infrarroja, por motivos obvios. En verdad, los infrarrojos son fotones que dan calorito. Son los responsables de que vuestro amado planeta se mantenga tan calentito.

Y también los responsables de que os estéis cociendo. Liberando tanta cantidad de CO₂ y metano a la atmósfera no dejáis que los infrarrojos se escapen sino que se acumulan, y eso provoca que estéis convirtiendo la Tierra en un invernadero.

Pero ¿quién soy yo, un simple fotón azul, para juzgar a toda la especie humana? Yo solo he venido a contaros mi historia... Así que... ¿por dónde iba? ¡Ah, así! lo de las radiaciones invisibles. Una vez que se descubrieron los infrarrojos empezaron a localizarse muchas más zonas del espectro electromagnético: las ondas de radio, las microondas, los rayos ultravioleta, los rayos X... Los científicos han aprendido a ver casi todo el espectro electromagnético, y también han estudiado cómo generar todos estos tipos de ondas. Los fotones de radio van de aquí para allá transmitiendo noticias, acontecimientos deportivos, música... De vez en cuando me dan envidia porque eso es mucho más divertido que llevar luz azul. Las microondas tienen un poquito más de energía y son capaces de jugar con las moléculas de agua y hacerlas bailar para que el café de las mañanas esté bien calentito. Los rayos ultravioleta son aún más energéticos y pueden llegar a ser peligrosos. Si nos exponemos a ellos durante mucho tiempo pueden causar mutaciones en nuestro ADN. Por eso es importantísimo que siempre vayáis a la playa con protector solar. Los rayos X son aún más bestias. A nosotros, los fotones visibles, nos frena un miserable prisma, no digamos ya un cuerpo humano (¿cuántas veces oís eso de que la carne de burro no es transparente? ¡Es cierto!). Pues los fotones de rayos X os atraviesan como si nada. ¡Y menos mal! Son una herramienta de diagnóstico estupenda. La historia de su descubrimiento también es una valiosa lección de cómo aplicar el método científico. Y es que muchos habían visto e incluso descrito los rayos X, pero hizo falta que otro Guillermo, Wilhelm Röntgen, estudiara el fenómeno de manera sistemática durante meses. Lo que observaba en su laboratorio le parecía tan increíble que decidió repetir el experimento cientos de veces para estar completamente seguro. **Según cuentan, en alguna ocasión invitó a su mujer a verlo que estaba ocurriendo en sus experimentos y esta huyó presa del pánico que le produjo ver a través de su piel.** La fotografía que Röntgen tomó de la mano de su esposa con el anillo de boda pasaría a conocerse como la primera radiografía de la historia.

Como veis, los fotones tenemos muchos trabajos. Y luego está el rollo este de comportarnos como ondas o como partículas según toque, que no es nada fácil. Tampoco es sencillo de explicar y, como os he dicho antes, esto trajo a los físicos de cabeza durante varios siglos. **Newton creía que la luz estaba compuesta de partículas, pero su teoría quedó algo olvidada cuando su archienemigo Hooke, junto con otros físicos como Descartes, Huygens y Young, observaron que me comportaba como una onda.** Newton y Huygens se enzarzaron en una polémica discusión partícula vs. onda sin saber que ambos tenían parte de razón. En ciertos fenómenos macroscópicos se puede apreciar mi comportamiento ondulatorio, pero esta teoría tenía sus lagunas y no todos los experimentos encajaban.

Hubo que esperar a que llegara al mundo una mente tan preclara como la de Newton para poder resolver el problema. Efectivamente, estoy hablando de Albert Einstein. Este físico ha pasado a la historia por hacer burla a los periodistas, por cientos de citas que tal vez jamás pronunció y por estudios sobre el espacio-tiempo que, en realidad, casi nadie comprende. Pero no todo el mundo sabe que el Premio Nobel que recibió fue gracias a los fotones y no por formular su archiconocida teoría de la relatividad especial. Albert Einstein fue el primero en explicar qué narices pasaba para que se produjera el efecto fotoeléctrico. Este fenómeno, descubierto por otro gran estudioso de las ondas electromagnéticas, Hertz, consiste en la emisión de electrones por un material cuando inciden los fotones sobre él. Vamos, que a veces cuando los fotones nos chocamos con algunos materiales, hacemos que estos den electricidad. Esto era muy complicado de explicar si uno pensaba en la luz como una onda. Pero Einstein conocía los trabajos de Newton y también era un experto en física cuántica, tan de moda por aquel entonces. La mecánica cuántica no es nada místico, ni mágico. Es una rama de la física que simplemente dice que a escalas microscópicas ciertas cosas parecen agruparse en pequeños paquetitos de información llamados cuantos. Para que os hagáis una idea, podríamos comparar esto con los emails (que serían la física clásica) y los *whatsapp* (que equivaldría a la física cuántica). Los primeros, más antiguos, más ceremoniosos, mandan la información en un mensaje continuo de varios párrafos, que uno lee sin parar de principio a fin. Los segundos, más modernos ellos (como la física cuántica), mandan la

información en pequeños mensajitos cuantizados, tanto que muchas veces llegan cientos para decir media frase. En fin, que Einstein se sentó un día, juntó un par de ecuaciones de cuántica por aquí, un poco de física de partículas por allá, y, ni corto ni perezoso, explicó el efecto fotoeléctrico. Y de algún modo, para que funcionara, los portadores de luz teníamos que ser partículas sin masa (no veas lo bien que viene esto para la operación bikini porque nos ahorramos una pasta en gimnasios). Hoy en día, gracias al efecto fotoeléctrico funcionan un montón de cacharritos digitales de esos que tanto os gustan. Sin él no existirían, por ejemplo, las cámaras digitales ya que los chips CCD, el corazón de estas cámaras, capturan la luz y la convierten en diferentes señales eléctricas para guardar las fotografías en forma de unos y ceros. Las celdas solares también basan su funcionamiento en este efecto. Así que recordadlo: la clave de la energía limpia está en los fotones y en cómo aprovecháis nuestras propiedades.

Podría estar hablando de la luz durante páginas y páginas, como podéis ver. Y es que los fotones somos la leche. Albert Einstein no es ni mucho menos el único que debe su Premio Nobel a los fotones. Röntgen, primer Nobel de Física, se lo debe a los rayos X. Arthur Compton también lo ganó en 1927 por demostrar definitivamente la naturaleza cuántica de la luz. George Wald recibió el Nobel en Fisiología y Medicina en 1967 por explicar por qué los fotones somos clave para que funcione vuestro sentido de la vista. Nosotros, los fotones visibles, tenemos suficiente energía como para modificar la estructura del retinal, una molécula que tenéis en los ojos, y provocar las diferentes señales eléctricas que vuestro cerebro interpreta como luz y color.

En resumen, espero que la próxima vez que digáis «¡Ey, menudo fotón!», lo hagáis pensando no solo en quienes salen en la imagen sino en partículas como yo. Al fin y al cabo tenemos la culpa de *capturar* la foto y de que la veáis (sí, también de las de vuestros amigos cuando vuelven del viaje de novios). Así como también somos los responsables de que leáis esto, así que: ¡vivan los fotones!

