



Los ladrillos del Universo

Materia, electricidad y luz (I): el átomo de Thomson

Mi corazón se sobresalta cuando veo un arco iris en el cielo.
Wordsworth

A comienzos del XX el desarrollo de diferentes ramas de la ciencia había alcanzado el grado de madurez suficiente para abordar asuntos que hasta entonces aparecían sumidos en las brumas del misterio. Uno de esos asuntos tenía que ver con la emisión, absorción y dispersión de la luz por las sustancias. La importancia y el interés de estos fenómenos se entenderá fácilmente si decimos que de ellos depende la variedad multicolor de nuestro mundo, sin ellos el cromatismo que lo hace tan bello no existiría.

La raíz de la comprensión de los mismos se hunde en la naturaleza compleja de los átomos, una idea que multitud de hechos, observaciones y reflexiones habían colocado, ya a finales del XIX, en el primer plano de la investigación científica y hacia la que convergían numerosas y dispersas teorías, articuladas en fase de articulación, y de las que ya hemos escrito en artículos precedentes.

Hagamos un breve recuento de las mismas:

• La síntesis de Maxwell y las experiencias de Hertz habían permitido concluir que la luz no era otra cosa que una onda electromagnética cuya frecuencia - asociada al color con el que la percibimos - está comprendida en cierto rango al que se denomina espectro visible.

• Las ondas electromagnéticas podían producirse mediante cargas aceleradas.

• Los átomos, corpúsculos esenciales para entender el comportamiento químico de las sustancias, habían dejado entrever su naturaleza eléctrica y parecían estar constituidos por cargas.

Resultaba evidente, pues, la necesidad de "construir" un modelo para el átomo que yendo más allá de los rudimentarios, aunque útiles, átomos sin estructura de Dalton fuera susceptible de explicar la emisión y absorción de luz. No es extraño, pues, que pronto aparecieran en

el mercado de la ciencia varios de estos productos. Nosotros vamos a detenernos en dos de ellos, construidos con los materiales que suministraba la ciencia clásica de finales del XIX, y, a fin de hacer comprensible su mecanismo de funcionamiento, simplificaremos el modelo al máximo.

En 1904 J. J. Thomson (descubridor, por otra parte, del electrón en 1896) propuso uno de los primeros átomos con estructura. Podemos imaginarlo como una esfera de carga positiva, distribuida en todo el volumen del átomo, en la que aparecen incrustadas, a modo de ciruelas en un pudding, bolitas cargadas negativamente -los electrones-.

A fin de comprender de qué modo puede este átomo emitir y absorber luz imaginemos que el más sencillo de estos átomos constara de un único electrón ubicado, si el átomo se encuentra en equilibrio, en el centro de la esfera. Si por cualquier causa esta carga negativa se viera momentáneamente desplazada del centro - esto es, el átomo se encontrara en un estado de excitación - tendería a recuperar su posición original bajo la acción de una fuerza recuperadora eléctrica, de un modo que resulta ser idéntico a lo que le sucede a una masa que sujeta a un resorte se viera momentáneamente apartada de su posición de equilibrio. Masa y electrón oscilarán rítmicamente a un lado y a otro de la posición de equilibrio con una frecuencia que depende de las características del sistema - intensidad de la fuerza recuperadora y masa del objeto oscilante -. El electrón se convierte, así, en una carga acelerada y como Maxwell nos enseñó emite radiación, ondas electromagnéticas, que a una frecuencia adecuada observaremos como luz. La pérdida de energía subsiguiente devuelve al sistema, el átomo, a su estado de equilibrio y la radiación cesa. ¿Nuestro átomo emite luz!

En la explicación anterior hemos puesto en juego un recurso ampliamente utilizado por la ciencia: la explicación por analogía. Nuestra referencia, siguiendo la máxima de lord Kelvin (sólo entiendo un fenómeno si soy capaz de imaginarme un modelo mecánico del mismo!), ha sido un sistema - la masa sujeta al resorte - del que tenemos intuiciones direc-

tas. Volveremos a usarlo a continuación para tratar de comprender el proceso de absorción de la luz por las sustancias y, en último término, por los átomos, por nuestro modelo de átomo.

Pero, ¿cuál es la importancia de la absorción? Para responder a esta pregunta retórica baste decir que ella es responsable de los colores con los que percibimos la mayoría de los objetos que se encuentran a nuestro alrededor, sin su acción el mundo andaría escaso de belleza.

Quizás el lector haya oído en alguna ocasión el término resonancia y pueda tener alguna intuición sobre su significado; de todas formas, acudiremos al precepto de lord Kelvin y trataremos de relacionarlo primero con alguna experiencia propia y luego con el modelo mecánico - la masa sujeta al resorte - que nos ha servido como analogía para entender el comportamiento del átomo de J. J. Thomson. Como veremos a continuación la experiencia de balancear a un niño o a una persona amada en un columpio requiere hacer uso de la resonancia; en efecto, el columpio es otro sistema que oscila periódicamente, es decir, su vaivén se repite a intervalos de tiempo regulares, de forma que si, ante los insistentes requerimientos del balanceado, queremos aumentar la amplitud de la oscilación, nuestros impulsos, que pueden ser pequeños, deben adaptarse a ese mismo ritmo - de otro modo la oscilación se atenúa - decimos entonces que el columpio ha entrado en resonancia con nuestra acción periódica exterior. Sabemos, también por propia experiencia, que el resultado final puede ser catastrófico si el sistema adquiere una amplitud de oscilación excesiva. Todo sistema oscilante -columpio, masa sujeta al resorte, átomo de Thomson- tiene una frecuencia de oscilación característica, de tal forma que activado por una fuerza exterior entra en resonancia, incorporando la acción de la misma a su propia oscilación, cuando la frecuencia del estímulo coincide con ese valor característico del sistema oscilante. Así, al iluminar un objeto con luz blanca - compuesta de ondas de múltiples frecuencias - aquel sólo absorbe las frecuencias a las que sus sistemas atómicos resuenan y refleja el resto: son estas últimas las que alcanzan nuestros ojos y, por tanto, las que dotan de color al objeto.