

De qué están compuestas las estrellas? (1860)

P. Cobelli

Fecha de última actualización: 1 de Noviembre de 2015

En 1820, el filósofo Augusto Comte escribe, en su *Curso de Filosofía positiva* que permanecerá siempre fuera del alcance del hombre conocer la naturaleza físico-química de las estrellas. Su afirmación, que es ampliamente aceptada en la época, podría haber sido desmentida ya desde 1820, año en el cuál el astrónomo inglés William Wollaston dispersó los rayos del Sol a través de un prisma, siguiendo la técnica puesta a punto por Isaac Newton en 1669. Wollaston observó una serie de rayas oscuras en el espectro solar. Sin embargo, Comte ignoraba este resultado y el mismo Wollaston no tenía conciencia de la importancia de su descubrimiento.

En 1814, el experto en óptica Joseph Fraunhofer (a quién ya mencionamos en el curso) inventa un nuevo instrumento, el espectroscopio, con el cual se propone determinar los índices de refracción de diversos cristales. Se trata concretamente de un teodolito -instrumento que hasta el momento se había utilizado para relevamientos geofísicos- sobre cuya plataforma Fraunhofer instala un prisma de vidrio flint de alta pureza, que le permite obtener un alto grado de dispersión (separación en colores) de un haz de luz que él mismo hace pasar por una rendija de ancho variable ubicada a una distancia de 8 metros.

Observando la dispersión de la luz solar con su espectroscopio, Fraunhofer descubre 476 rayas oscuras en el espectro solar y mide con precisión sus posiciones respectivas. Él cree poder atribuir la existencia de estas rayas a las interferencias destructivas de la luz que vimos en clase. Extendiendo sus investigaciones a la luz emitida por los planetas y las estrellas, Fraunhofer constata que los *espectros* (patrones de rayas) planetarios son idénticos al espectro solar, de lo que concluye que los planetas reflejan la luz solar. Sin embargo, el espectro de la estrella Sirio posee tres anchas rayas oscuras que *‘por su apariencia no tienen ninguna coincidencia con aquellas de la luz solar’*. Asimismo, Fraunhofer nota que *‘es posible observar rayas oscuras en los espectros de otras estrellas, pero todas ellas parecen tener espectros diferentes’*.

Las consecuencias teóricas de los descubrimientos de Fraunhofer son consideradas en 1834 por el químico inglés Henry Fox Talbot, quién sugiere que es posible distinguir a las sustancias químicas simplemente mediante el estudio de sus espectros respectivos: *‘Podría decirse, -escribe- que cuando el prisma muestra que una raya homogénea de un color cualquiera es producida por una llama, esta raya indica la formación o la presencia de un determinado compuesto químico’*.

Experiencias posteriores muestran efectivamente que dos llamas que contienen sustancias químicas distintas presentan espectros diferentes. Una relación directa parece existir, entonces, entre el espectro óptico y la composición química de un cuerpo luminoso.

Esta relación es finalmente puesta en evidencia en 1860 por Gustav Kirchhoff (ya mencionado en la primera parte de la materia por sus aportes al electromagnetismo) y Robert Bunsen. Ambos científicos se interesan por un par particular de rayas oscuras presentes en el espectro solar, descubiertas por Fraunhofer y bautizadas 'rayas D'. Kirchhoff y Bunsen, luego de una serie de experiencias, observan que las rayas D de Fraunhofer coinciden con el doblete (las dos rayas cercanas) del espectro del sodio (Na). Ambos deciden verificar si son idénticas las unas y las otras, ubicando a la entrada de su equipo -por donde ingresa la luz solar- una llama que contiene sodio, convencidos de que la doble raya brillante del espectro del sodio hará más brillantes a las del espectro solar, por simple adición de las intensidades. Sin embargo, sucede *lo contrario*: las rayas del espectro solar devienen más oscuras!

Kirchhoff sugiere una explicación: el sodio de la llama ha absorbido una emisión de sodio proveniente de la radiación solar, lo que explica que ésta haya oscurecido el espectro solar en dichas posiciones espectrales (las rayas D). Si se relevase correcta, la hipótesis de Kirchhoff tendría consecuencias revolucionarias: significaría que sería posible identificar los elementos químicos en la superficie de los astros sólo con la ayuda de técnicas espectroscópicas.

Continuando su análisis, Kirchhoff concluye que es necesario distinguir, para una sustancia dada, entre espectros de emisión y de absorción, y que las rayas oscuras en los espectros de todos los astros (observados desde la Tierra) debidas -como lo mostró la experiencia con la llama de sodio- a la absorción selectiva de la luz por la atmósfera terrestre. Estas rayas (y, en algunos casos, bandas) llamadas 'telúricas', pueden identificarse gracias al conocimiento de la composición de la atmósfera terrestre. Ellas permiten dar cuenta de las rayas oscuras descubiertas por Wollaston y Fraunhofer en el espectro solar: son debidas a la absorción, por un elemento químico de nuestra atmósfera, del mismo elemento emitido por el Sol.

Kirchhoff confirma luego la validez de su hipótesis identificando cada uno de los elementos constitutivos del Sol. A este fin, compara el espectro solar con el espectro de emisión de los diferentes elementos que existen sobre la Tierra (aquellos de los que se tenía conocimiento entonces). Muestra así que, con alta probabilidad, el sodio, el calcio, el bario, el níquel, el magnesio, el zinc, el cobre y el hierro son constituyentes de la atmósfera solar. Identifica, de esta forma, 463 rayas de un total de 476 observadas. Las 13 no identificadas por Kirchhoff corresponden a un elemento no conocido entonces: el helio, que será descubriendo de forma independiente en 1868 por los astrónomos Jules Janssen y Joseph Lockyer.

De esta manera, Kirchhoff funda la astrofísica -el estudio de la composición físico-química de los cuerpos celestes- y revoluciona la astronomía gracias al instrumento de Fraunhofer.

La explicación acerca del origen físico de las rayas espectrales deberá, no

obstante, esperar unos años más. Niels Bohr será el encargado de explicarlas (y predecirlas) por medio de su modelo cuántico del átomo, en 1913.