

*Capturando la Esencia del Universo*

# Espectros ¡Uy, qué miedo!

Raúl Mújica  
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

Cuenta la leyenda que, por ahí de los años 50, en una de las varias ocasiones en las que Guillermo Haro recibió a políticos en la ya entonces famosa Cámara Schmidt de Tonantzintla, al estar explicándoles los diferentes tipos de placas que se obtenían, tuvo que mencionar a los espectros, con lo cual uno de los visitantes exclamó “uy, ¡qué miedo!”.

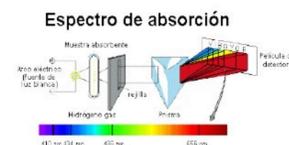
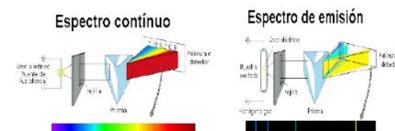
Últimamente, como en los últimos cientos de años, los políticos nos han generado innumerables anécdotas como ésta, así que no es de sorprenderse, aunque espectro, en varias referencias, se menciona que proviene del latín “aparición” o también “imagen”.

Resulta que un espectro se forma cuando descomponemos o dividimos la luz en sus colores constituyentes, el caso más conocido es el de luz blanca que cuando pasa por un prisma, genera el “colorido” arcoíris.

Isaac Newton observó el espectro solar en 1666. Quizá la imagen más famosa de Newton es justamente donde aparece sosteniendo con la mano un prisma sobre el que está incidiendo un haz de luz solar y formando un arcoíris. Mucho después, en 1802, William Wollaston notó en el espectro del Sol una serie de líneas oscuras superpuestas a la distribución de colores del continuo. Wollaston atribuyó estas líneas a las fronteras naturales entre los diferentes colores.

En 1814, Joseph Fraunhofer realizó observaciones más detalladas del espectro solar, encontró alrededor de 600 líneas oscuras y midió la longitud de onda de

324 de ellas. Muchas de las notaciones que utilizó Fraunhofer para estas líneas se mantienen en la actualidad. Cincuenta años después, Sir William Huggins identificó que varias de las líneas obtenidas en los espectros de las estrellas correspondían con elementos terrestres, demostrando que las estrellas están formadas de los mismos materiales que la Tierra.



Leyes de Kirchhoff

En otro escenario, un poco lejos de Tonantzintla y como 100 años antes de Guillermo Haro, en una casa en la Hauptstrasse (Calle Principal) de Heidelberg, en Alemania, Gustav Kirchhoff (con Robert Bunsen) llevaba a cabo experimentos sobre espectroscopía, encontrando tres leyes que describen la emisión de luz por objetos incandescentes: 1) una fuente caliente produce un espectro continuo, como el del arcoíris; 2) un gas caliente produce luz sólo en ciertas longitudes de onda (colores), que se ven como líneas espectrales

brillantes (en emisión) cuya posición depende de la composición química del gas; y 3) una fuente a alta temperatura rodeada de un gas más frío, produce un espectro continuo con huecos o líneas oscuras (en absorción) sólo en ciertas longitudes de onda, que dependen también de la composición química del gas, es decir, generan un espectro en absorción como el que observó Fraunhofer.

Entonces, si las líneas en los espectros dependen de la composición química, cada elemento de la tabla periódica debe producir líneas exclusivas que identifiquen a ese elemento. El hidrógeno tendrá líneas diferentes a las del helio, y ninguna será como las del carbono, ni tampoco como las del hierro, y así sucesivamente. De esta manera, los astrónomos podemos identificar qué tipo de elementos hay en las estrellas, analizando e identificando las líneas de sus espectros. A esto se le llama espectroscopía.

Esta técnica, la espectroscopía, es muy importante, ya que del estudio de las imágenes directas (fotometría)

de los objetos celestes, por ejemplo, las estrellas (en las que nos concentraremos en este texto), podemos determinar sus magnitudes, la medida de su brillo, pero eso sólo nos da información parcial sobre ellas. Para estudiar la naturaleza de las estrellas, es necesario obtener los espectros de las mismas.

Casi toda la información sobre las propiedades físicas de las estrellas se obtiene del estudio de sus espectros. En particular, estudiando la intensidad de algunas líneas de absorción se pueden deducir parámetros estelares como la masa, la temperatura y la composición química.

Desde el comienzo de la espectroscopía, los astrónomos han tratado de crear un sistema para clasificar los espectros estelares, a partir del hecho de que un gran número de estrellas presentan patrones similares que se pueden identificar en sus espectros. Actualmente, éstos son clasificados con base en las intensidades de las líneas espectrales. Las líneas más utilizadas son las de la serie de Balmer (producidas por el hidrógeno), líneas del helio neutro y una vez ionizado, líneas de Fe, las líneas H

K del doblete (dos líneas cercanas) del calcio (Ca) ionizado a 396.8 y 393.3 nm, la banda G de la molécula de CH, la línea a 422.7 nm del Ca neutro, varias líneas de metales alrededor de 422.7 nm y las líneas del TiO.

La clasificación actual se desarrolló en el observatorio de Harvard a principios del siglo XX. Este trabajo lo inició Henry Draper, quien fotografió por primera vez el espectro de la estrella Vega. A partir de 1880 lo continuó Edward C. Pickering y fue completado por Annie J. Cannon de 1918 a 1924. Mencionando nuevamente a Tonantzintla, no podemos dejar de decir que la calle que pasa frente al Observatorio lleva el nombre de esta laboriosa astrónoma. Este trabajo fue publicado en el Catálogo

de Henry Draper (HD) y en su Extensión (HDE) y contiene espectros de 225 320 estrellas. Este catálogo se ha convertido en la base de la espectroscopía moderna.

La clasificación sufrió muchos cambios a lo largo del tiempo. El esquema original utilizaba letras mayúsculas

ordenadas alfabéticamente. Trabajos posteriores demostraron que las clases espectrales deben ser arregladas de manera tal que tengan un significado físico, basado en una escala de temperaturas. La secuencia final adoptada va desde las estrellas O muy calientes hasta las estrellas M muy frías (O-B-A-F-G-K-M). La mayoría de los espectros estelares (alrededor del 98%) se pueden agrupar en estas siete clases espectrales. El Sol, con las líneas H y K del calcio muy intensas y con líneas del hidrógeno relativamente débiles pertenece a la clase espectral G.

Varios factores, además de la abundancia relativa de los elementos químicos influyen en que líneas particulares estén presentes o ausentes, o sean débiles o fuertes en los espectros de las estrellas. La temperatura es el factor más importante.

Queda mucho por decir del uso de la espectroscopía en la astronomía, por ejemplo, cómo determinamos la composición química en objetos que no son estelares como las nebulosas o en las galaxias que contienen cientos de miles de millones de estrellas, así como gas y polvo. Seguiremos informando.

