EL CÓDIGO DE BARRAS DEL UNIVERSO. PARTE 2

Posted on 25 mayo, 2016 by Eugenia Corvera Poiré

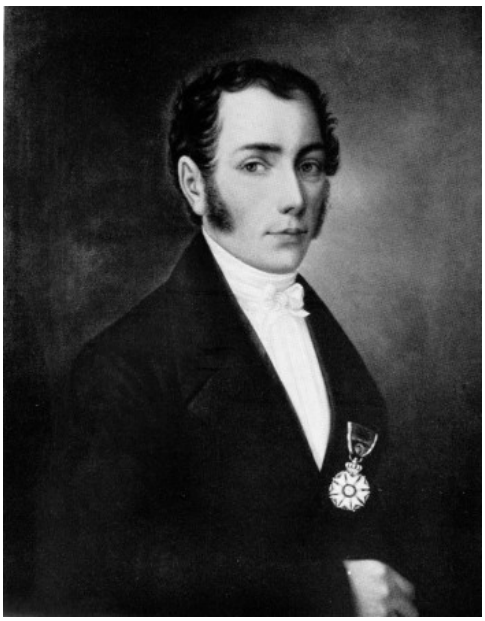


El código de barras de las estrellas poco masivas muestra no sólo líneas de absorción atómicas, sino bandas de absorción moleculares. Así, en estrellas de 2 mil grados Kelvin, se ha observado la presencia de óxido de titanio y de monóxido de carbono.

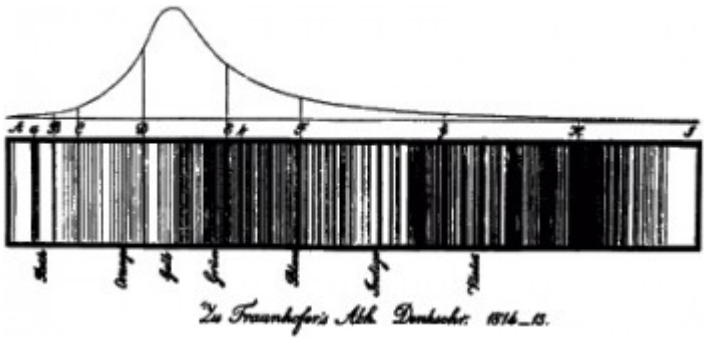
Category: Ciencia

Viene de la Parte 1

Es muy interesante la historia de Fraunhofer porque ilustra cómo los grandes descubrimientos científicos no sólo han venido de gente criada en la nobleza, sino de gente que en condiciones menos privilegiadas ha tenido, por una razón u otra, una oportunidad de que su vida dé un giro.



Fraunhofer era un aprendiz de artesano de una familia con varias generaciones de experiencia en hacer y cortar vidrio. Su madre venía de un linaje de vidrieros desde inicios del siglo XVII y su padre y abuelo paterno fueron maestros vidrieros de Bavaria. El niño Joseph quedó huérfano de madre a los diez años y huérfano de padre a los once. A los doce años, Joseph se mudó con su nuevo maestro, el vidriero de la corte, cuya casa, para fortuna de Fraunhofer, colapsó dos años más tarde. El príncipe elector de Bavaria, que más tarde se convertiría en el rey Maximiliano I, fue a la zona del desastre y se conmovió tanto con la historia del niño, que lo invitó a visitar su castillo y ordenó a su consejero privado que se ocupara personalmente de su bienestar. El príncipe elector dio un regalo económico a Fraunhofer. El vidriero de la corte, por otro lado, era un tirano que impedía que Joseph fuera a la escuela y no le permitía siquiera usar una lámpara para leer en las noches. Pasado algún tiempo, Fraunhofer, cansado de su situación, pidió ayuda al entonces ex-consejero privado del príncipe elector y éste le ofreció un puesto como ayudante de óptica en su instituto, para que ayudara, entre otras cosas, en la construcción de lentes para telescopios. Fraunhofer pudo liberarse del tirano comprando su propio contrato con el dinero que le había dado el príncipe elector. Se mudó al Instituto de Óptica de Utzschneider cerca de Munich. Ahí mejoró la fabricación de vidrio óptico a tal punto, que Bavaria desplazó a Inglaterra como líder de la industria óptica. Fabricó telescopios, inventó el espectroscopio y describió detalladamente las líneas oscuras de la luz del Sol. Fue el primero en darse cuenta de que los espectros de Sirio y de otras estrellas brillantes eran distintos a los del Sol, iniciando de ese modo la espectroscopía estelar.



Las líneas negras que descubrió Fraunhofer son un código de barras en donde está encriptada información de los elementos que encontró la luz en su camino. Los diferentes elementos tienen átomos con niveles electrónicos característicos. Las diferencias de energía entre esos niveles permitidos nos dan las longitudes de onda en que los átomos pueden absorber o emitir energía. El conjunto de estas longitudes de onda (o de colores) es como una huella digital característica de los elementos y constituye el espectro de emisión o de absorción de los mismos. Llamamos espectro de emisión de un elemento a los colores de la luz de ese conjunto y llamamos espectro de

absorción de un elemento a la ausencia de esos colores dentro de un espectro continuo. Se puede decir que el espectro de emisión es el negativo del espectro de absorción, de modo que los espectros sumados dan el espectro continuo de luz. En el laboratorio es posible obtener el espectro de emisión o el espectro de absorción de los elementos en diferentes experimentos diseñados ad hoc para que se vea uno u otro. Esto no es posible hacerlo en las estrellas.

Recapitulando, cuando recibimos luz de una estrella, lo que vemos es, a *grosso modo*, un espectro de luz continua dado por la radiación térmica, al que le faltan longitudes de onda que corresponden a líneas de absorción de diferentes elementos. Estas líneas de absorción son un código de barras que nos habla de la composición de la superficie de la estrella. En la figura 2, debajo del espectro de la estrella, se muestra el código de barras correspondiente a sus líneas de absorción. Cada estrella tiene un espectro único. Los astrónomos agrupan sus características principales con los de estrellas similares para hablar de tipos de espectros. Hay que ser un experto para poder descifrar ese código de barras en detalle, pero hay cosas que se pueden entender aún sin ser experto sabiendo cuál es la diferencia de energía entre los primeros niveles electrónicos de algunos elementos. El código de barras de las estrellas poco masivas muestra no sólo líneas de absorción atómicas, sino bandas de absorción moleculares. Así, en estrellas de 2 mil grados Kelvin, se ha observado la presencia de óxido de titanio y de monóxido de carbono.

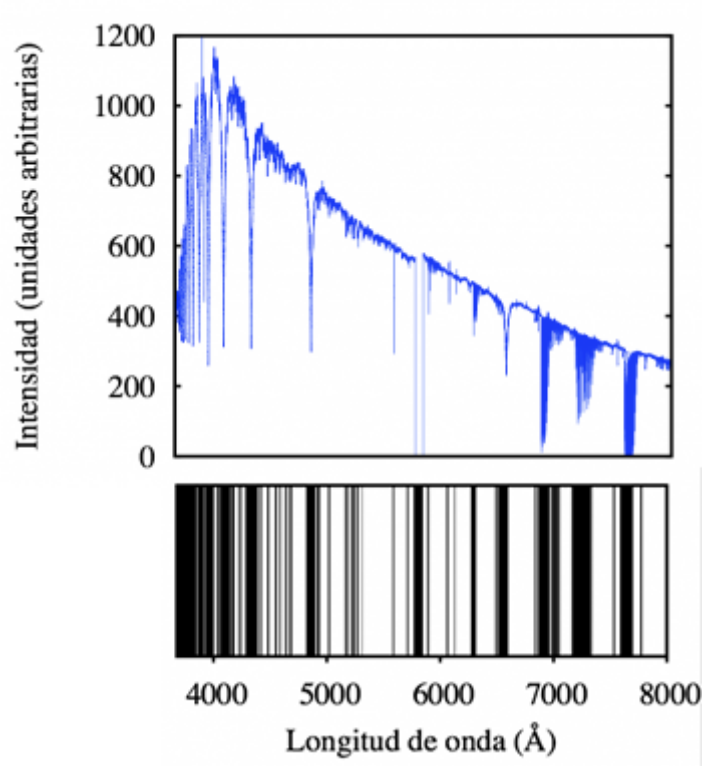


Figura 2. Espectro de una estrella real.

Y hay aún más información que podemos extraer del código de barras. Supongamos que reconocemos el espectro de absorción de diferentes elementos dentro del código de barras de la

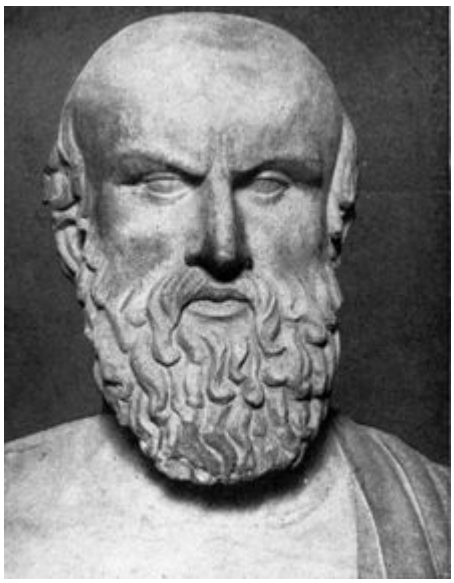
estrella, pero nos damos cuenta de que las líneas están ligeramente desplazadas a la izquierda o a la derecha en la escala de longitudes de onda. Eso nos habla de la velocidad de la estrella respecto a nosotros. Al igual que el sonido del metro en una estación es distinto cuando éste llega que cuando se aleja, las ondas de luz son distintas si la fuente de luz se acerca o se aleja de nosotros. Esto se debe a un fenómeno llamado *efecto Doppler*, percibido por una persona (o detector) cuando una fuente de ondas se acerca o se aleja. Cuando la fuente se acerca, cada cresta de la onda se emite a una distancia más cercana a la persona que la cresta anterior, lo que la persona (o el detector) percibe como una longitud de onda menor que la que percibiría si la fuente estuviera fija en la estación. Esto hace que el sonido sea más agudo en el caso del metro, o la luz sea de longitud de onda más corta en el caso de las estrellas. A esto se le llama corrimiento al azul. Cuando la fuente de ondas se está alejando, pasa lo opuesto, cada cresta de la onda se emite a una distancia más lejana del detector que la cresta anterior, lo que causa que éste perciba un sonido más grave en el caso del metro, o detecte luz con mayor longitud de onda en el caso de las estrellas. A esto se llama corrimiento al rojo. El corrimiento del espectro de la estrella, ya sea al azul o al rojo, nos dice si la estrella se está acercando a nosotros o si se está alejando. Más aún, si las líneas del espectro están duplicadas y las posiciones en el espectro de las líneas que forman los pares se intercambian conforme pasa el tiempo de forma periódica, los astrónomos concluyen que se trata de una estrella binaria. Si por otro lado las líneas no están duplicadas pero se mueven periódicamente hacia la derecha y hacia la izquierda, hay indicios de la presencia de un planeta masivo alrededor de la estrella.

> *Los espectros de las galaxias son mucho más complicados que los de las estrellas.*

Los espectros de las galaxias son mucho más complicados que los de las estrellas porque son producto de todas las estrellas que componen la galaxia. Para tener una idea, nuestra galaxia, la Vía Láctea, tiene cientos de miles de millones de estrellas y su espectro es la superposición de igual número de espectros estelares. Además, las galaxias contienen polvo que absorbe luz en ciertas frecuencias y emite luz en otras. Los astrónomos han encontrado correlaciones entre la morfología de las galaxias y sus espectros, y saben que las galaxias elípticas están compuestas sobre todo de estrellas viejas y las galaxias espirales, como la nuestra, tienen estrellas de todas las edades.

Nuestra atmósfera absorbe radiación en ciertas longitudes de onda, como en el infrarrojo, el ultravioleta, los rayos gamma y los rayos X; por lo que la luz proveniente de los objetos celestes, pierde información en estas longitudes de onda antes de llegar a la Tierra. Para resolver este problema, los astrónomos han puesto telescopios en el espacio. El observatorio espacial Herschel, que funcionó entre 2009 y 2013, llevó un potente telescopio para detectar radiación en el infrarrojo y tres instrumentos cuyos espectrómetros podían hacer un “zoom” de algunas regiones específicas del espectro. Estos instrumentos permitieron saber, por ejemplo, que en la Nebulosa de Orión hay muchas moléculas orgánicas, precursoras de la vida. En la actualidad hay muchos telescopios en el

espacio. Uno de los que han hecho descubrimientos más impresionantes en astronomía es el Telescopio Espacial Hubble, que además de observar en la zona visible del espectro, lo hace en el infrarrojo y el ultravioleta. Está situado a 600 km sobre la superficie terrestre y tiene una visión cinco veces más aguda que los mejores telescopios en la Tierra. Ha permitido a los astrónomos asomarse a los primeros momentos de la formación de galaxias hace diez mil millones de años y nos ha hecho disfrutar de imágenes maravillosas de las galaxias más lejanas jamás observadas; cuya luz comenzó su viaje mucho antes de que se formara nuestro Sol. El Hubble lleva un instrumento llamado *The Near Infrared Camera and Multi-Object Spectrometer* (NICMOS), que es sensible al infrarrojo y le permite observar objetos ocultos detrás del polvo interestelar y asomarse al espacio más profundo. Otro de sus instrumentos, el *Space Telescope Imaging Spectrograph* (STIS) actúa como un prisma que separa la luz en sus componentes. Esto le da una manera de tener una huella digital de las longitudes de onda de un objeto. Las observaciones espectrográficas del Hubble revelan que hay cambios en los objetos celestes conforme el universo evoluciona.



Desde que Hiparco de Nicea compilara un catálogo de más de 850 estrellas en el siglo II a.C., hasta las observaciones de objetos del universo temprano que el Telescopio Espacial Hubble nos permitió ver, como parte del proyecto de Cobertura en el Ultravioleta del Campo Ultra Profundo, han pasado aproximadamente dos mil 150 años. Esto es tan sólo un parpadeo comparado con los 200 mil años que han pasado desde que los Sapiens evolucionaron en el Este de África. Más aún, desde que comenzó la Revolución Científica hace 500 años, la ciencia y la tecnología avanzan a una velocidad vertiginosa. El Hubble y sus sucesores, seguirán ahí, a la caza de agujeros negros, de moléculas precursoras de la vida y de vida inteligente. Muchas sorpresas esperan a las generaciones por venir. C^2

El lector interesado puede consultar las excelentes páginas de los proyectos astronómicos:

- Sloan Digital Sky Survey http://skyserver.sdss.org/dr1/en/

- Herschel Space Observatory http://herschel.cf.ac.uk

- Hubble Space Telescope https://www.spacetelescope.org, http://hubblesite.org, y obtener espectros de estrellas de la página del European Southern Observatory: http://www.eso.org/sci/observing/tools/uvespop/field_stars_uptonow.html