



# ALTERNATIVA DIDÁCTICA PARA LA CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE LAS LINEAS ESPECTRALES DEL SOL.

## ALTERNATIVE LEARNING FOR THE PHYSICAL-CHEMICAL CHARACTERIZATION OF SPECTRAL LINES OF THE SUN.

Malory Johana Sánchez<sup>1</sup>  
Andres Fernando Pedraza<sup>2</sup>

### Resumen

En este artículo se busca brindar una herramienta para que el docente en clase sea participe de la elaboración de un espectroscopio casero y de esta forma pueda caracterizar con sus estudiantes las líneas de emisión del espectro electromagnético producido por el sol intentando determinar su composición química. A su vez se expone la forma en que se construyó un dispositivo espectroscópico para poder observar dicho fenómeno y finalmente las mediciones obtenidas por parte de estudiantes del curso de Astronomía de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

**Palabras clave:** Espectroscopio, líneas de emisión, espectro.

### Abstract

This article aims to provide a tool for the teacher in class is part of the development of a spectroscope home and so students can characterize the emission lines of the electromagnetic spectrum from the sun trying to determine its chemical composition. At the same time set out how we built a spectroscopic device to observe this phenomenon and finally the measurements obtained by students in the course of astronomy at the District University Francisco José de Caldas.

**Keywords:** Spectroscopy, emission lines, spectrum.

### Actividad propuesta

El análisis de Las líneas claras y oscuras que se forman cuando se dispersa la luz a través de un prisma o de una rejilla de difracción es el campo de estudio de la Espectroscopia. El instrumento que permite realizar estos análisis se llama Espectroscopio (Hewitt. P. (1999)

---

<sup>1</sup> Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Facultad de ciencias y educación, Proyecto curricular de licenciatura en física Grupo de investigación FISINFOR Semillero de investigación SILABafpedrazah@correo.udistrital.edu.co

<sup>2</sup> Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Facultad de ciencias y educación, Proyecto curricular de licenciatura en física Grupo de investigación FISINFOR Semillero de investigación SILABmjsanchezb@correo.udistrital.edu.co



este además, permite el registro del resultado de la dispersión de la luz en un sensor digital, una placa fotográfica, en una tira de papel o en una memoria digital al que se le llama espectrograma, este patrón de difracción es una de las herramientas más importantes que tienen los astrónomos para estudiar los fenómenos físicos, dinámicos, cinemáticos y químicos que ocurren en el universo.

El espectroscopio nos permite determinar la temperatura, la composición química y el movimiento de una estrella (velocidad y dirección); a partir de allí, en forma indirecta, su edad, su estado evolutivo, su masa, su luminosidad y su distancia; además de su posición con respecto a una nube de gas cercana (Karttunen. H. Coger. P. (2007)

Por medio de la construcción de un espectroscopio casero lo que se pretende es que el estudiante por medio del docente evidencie qué son, cómo se obtienen y qué información nos dan los espectros, pues se considera que la motivación es el primer paso a seguir en la enseñanza. De ella se aprovecha al momento de planificar una clase, ya que el aprendizaje será productivo solamente cuando el joven tenga la intención y la necesidad de aprender, (Albuja, 2002) resaltando la intencionalidad de un equipo aficionado en el aula.

### **Elaboración del espectroscopio casero**

Se elaboro una caja de dimensiones 22x12x11, provista de un agujero en su parte frontal sobre la cual se monto un tubo aferrado a una superficie colimadora; el diámetro del tubo fue de 6 cm y el agujero de la superficie colimadora fue de 5mm. Se utilizo una lupa casera biconvexa de aproximadamente 7 cm de distancia focal. De la misma manera dentro de la caja se creó un sistema de soportes que sostenían dentro de la caja la rejilla de difracción de aproximadamente 800 franjas por milímetro. De la misma manera para que se pudiera evidenciar mejor el fenómeno en la pared interior- posterior de la caja se pinto de blanco para que el patrón esperado por el espectro de emisión pudiese ser observado con mayor facilidad. A su vez el sistema de soportes puede ser manipulado sin necesidad de abrir la caja para que la caja sea completamente oscura lo que permite obtener con mayor nitidez el espectro cuando se le tome una fotografía por otro agujero dispuesto es un sitio estratégico en la cara frontal de la caja. La rejilla bien puede ser reemplazada por una sección de un cd ya que este también cumpliría la labor de rejilla de difracción de más o menos 600 franjas por milímetro.



Figura 1. Espectroscopio realizado.



En la práctica se apuntaron diferentes haces de luz hacia el orificio del colimador, procurándolos enfocar efectivamente por medio de la lupa, para que atravesaran la rejilla de difracción y que de esta manera se pueda evidenciar el espectro. En primera instancia se tomo la luz proveniente del sol, en la cual se pudo observar claramente las líneas divisorias del espectro de la luz; los tres colores resultantes como el rojo,

Después el verde y luego el azul dieron una idea de los resultados tentativos que se deberían tener sobre los demás espectros a nivel cualitativo ya que no se pudo de definir una escala para cada longitud de onda, pero de gran importancia puesto que inculca el aprendizaje por descubrimiento (Roy. A. Clarke., 2003) para los alumnos participantes en la práctica.



Fig. 3: Observaciones de los espectros en Guamal (meta).

Aquí podemos observar (aunque no es muy claro) que las líneas más notables son de color verde, amarillo, violeta y rojo, esto podría entonces indicar que para este caso las líneas de emisión del sol son similares a las del hidrogeno, (esto por el color violeta, el turquesa y el rojo). Sin embargo también podemos observar algunas de las franjas de emisión del helio (por los colores amarillo y verde) Aunque si se hubiera podido hallar un espectro en el cual se tuvieran líneas más definidas y separaciones más notables, se hubieran considerado mejores los resultados experimentales.

Como segunda experiencia se usaron los tubos de descarga proporcionados por la universidad para comparar los diferentes espectros de cada gas como el mercurio en el cual se observaron líneas espectrales de emisión bastante marcadas a comparación de las líneas de emisión presentadas por el hidrógeno.

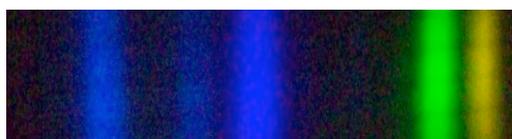


Fig. 2: Resultado espectro mercurio.

Lo observado dio una idea de la superposición de los espectros ya que comparando con los del sol de una manera intuitiva se veían similitudes en las mediciones realizadas. El equipo fotográfico usado para este experimento fue una cámara digital común que en lo oscuro complicaba un poco el registro ya que la programación digital del dispositivo activaba automáticamente el flash sin tomar una imagen clara del experimento.

### **Planteamiento teórico del problema**

Para empezar, pensemos en qué es lo que provoca que la luz tenga una determinada longitud de onda u otra. Es la energía de un fotón (partícula mediadora de la radiación electromagnética) la que determina su frecuencia o longitud de onda, tal como viene dado por la expresión:



$$E = h \nu = h \frac{c}{\lambda} \quad (1)$$

Donde  $h$  es la constante de Planck,  $c$  es la velocidad de la luz,  $\nu$  es la frecuencia y  $\lambda$  la longitud de onda. Cuando un fotón impacta sobre un electrón, éste último absorbe

Toda su energía, de modo que saltará a un nivel orbital superior. Este hecho provoca que el espectro de la luz producida por un cuerpo no sea continuo, es decir, que no tenga la misma intensidad en todas las frecuencias, sino que se observen bandas de

Emisión o de absorción para unas frecuencias determinadas: las correspondientes a la energía intercambiada en las interacciones que esa luz ha sufrido con la materia. De este modo, dado que la estructura de los niveles electrónicos de cada sustancia o elemento químico es distinta, cada una de ellas vendrá caracterizada por unas longitudes de onda determinadas (Hewitt. P, 1999)

A modo de ejemplo, relacionado con el patrón de difracción presentado por el sol, veamos la estructura electrónica de un átomo de hidrógeno y las frecuencias que a éste van asociadas Para el átomo de hidrógeno. Existe una serie que nos permite calcular las longitudes de onda correspondientes a los posibles saltos electrónicos:

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad (2)$$

Donde  $R_H$  es la constante de Rydberg con un valor de: ( $R_H = 1.0973712 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$ ) respectivamente. Los valores  $m$  y  $n$  corresponden a los dos niveles entre los cuales tiene lugar el salto electrónico. Concretamente, para la serie de Lyman  $m = 1$  y  $n > 1$ , para la de Balmer  $m = 2$  y  $n > 2$ , y para la de Paschen  $m = 3$  y  $n > 3$ . Para la serie de Balmer ( $m > 2$ ) la fórmula recibe el nombre de fórmula de Balmer:

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{4^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad (3)$$

A partir de ella, dando diversos valores enteros de  $n$ , obtenemos las longitudes de onda de la serie de Balmer para el hidrógeno:

| Línea          | $\lambda(\text{Å})$ |
|----------------|---------------------|
| H <sub>α</sub> | 6562.85             |
| H <sub>β</sub> | 4861.33             |
| H <sub>γ</sub> | 4340.47             |
| H <sub>δ</sub> | 4101.74             |

Tabla 1: Longitudes de onda de los espectros de la serie de Balmer

Observemos que todas ellas se encuentran dentro de la parte del espectro visible para el ojo humano (y para la mayoría de las cámaras fotográficas), que va aproximadamente



desde los 4000 hasta los 7000  $\text{\AA}$ ngstrom. El ejemplo del átomo de hidrógeno será de vital importancia en la espectroscopia astronómica, puesto que no hay que olvidar que el hidrógeno constituye alrededor del 75% de la materia visible (Hewitt. P, 1999)

## **Conclusiones**

Se puede caracterizar al espectroscopio como una herramienta fundamental para caracterizar los astros pues al observar las franjas espectrales y sus separaciones pueden determinar la composición química estelar.

Por medio de esta herramienta casera se puede evidenciar como el estudiante, puede cualitativamente distinguir por medio del espectro las diferentes características físico-químicas de un elemento; de la misma manera puede utilizarse tanto a modo de introducción para buscar una problemática en clase, como a manera de experimento Cuantitativo dependiendo del nivel educativo al que se quiera mostrar dicho espectroscopio.

Es necesario poner a punto el equipo espectroscópico construido para lograr mayor definición en las franjas y de la misma manera se puedan realizar mediciones de la separación entre las diferentes longitudes de onda.

## **Referencias Bibliográficas**

Hewitt. P. (1999) Física Conceptual. 3. Ed. México: Addison-Wesley Publishing Co. P 439-440.

Karttunen. H. Coger. P. (2007) Fundamental Astronomy. 4. ED. New York: Springer, P 207-220.

Albuja. M. (2002) La enseñanza de las Ciencias Naturales. 2002. Metodología de las Ciencias Naturales (PAD: Programa de Atención a Docentes). Santillana. Quito, Ecuador.

ROY. A. CLARKE. D. (2003) Astronomy: Principles and practice.4. Ed. London: IOP, P 209-230.

Sears. W, Zemanski M. (2005) V.1, Física. 3. Ed Madrid: Addison-Wesley Publishing Co. P. 929-936.

Lemonié. J. (2009) Aportes para la enseñanza de las Ciencias Naturales. Cartilla de la UNESCO. Santiago, Chile.

Eisberg. R. (1961) Fundamentals of Modern Physics. 1. Ed. New York: John Wiley & Sons Inc. P 110-120.

Campanario. J. (1999) ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. Madrid.