



## Portada de la Monografía

Los alumnos deben llenar esta hoja y entregarla al supervisor junto con la versión final de su monografía.

Número de convocatoria del alumno			
Nombre y apellido(s) del alumno			
Nombre del colegio			
Convocatoria de exámenes (mayo o noviembre)	MAYO	Año	2015

Asignatura del Programa del Diploma en la que se ha inscrito la monografía: QUÍMICA

(En el caso de una monografía en lenguas, señale si se trata del Grupo 1 o el Grupo 2.)

Título de la monografía: APLICACIÓN DE LA ASTROQUÍMICA MEDIANTE  
LA IDENTIFICACIÓN DE SUSTANCIAS A PARTIR DE SUS  
ESPECTROS DE EMISIÓN

### Declaración del alumno

El alumno debe firmar esta declaración; de lo contrario, la calificación asignada será cero.

Confirmando que soy el autor de este trabajo y que no he recibido más ayuda que la permitida por el Bachillerato Internacional.

He citado debidamente las palabras, ideas o gráficos de otra persona, se hayan expresado estos de forma escrita, oral o visual.

Sé que el máximo de palabras permitido para las monografías es 4.000, y que a los examinadores no se les pide que lean monografías que superen ese límite.

Esta es la versión final de mi monografía.

Firma del alumno: \_\_\_\_\_ Fecha: 25-2-2015

## Informe y declaración del supervisor

El supervisor debe completar este informe, firmar la declaración y luego entregar esta portada junto con la versión final de la monografía al coordinador del Programa del Diploma.

Nombre y apellido(s) del supervisor [MAYÚSCULAS]

Si lo considera adecuado, escriba algunos comentarios sobre el contexto en que el alumno desarrolló la investigación, las dificultades que encontró y cómo las ha superado (ver página 13 de la guía para la monografía). La entrevista final con el alumno puede ofrecer información útil. Estos comentarios pueden ayudar al examinador a conceder un nivel de logro para el criterio K (valoración global). No escriba comentarios sobre circunstancias adversas personales que puedan haber afectado al alumno. En el caso en que el número de horas dedicadas a la discusión de la monografía con el alumno sea cero, debe explicarse este hecho indicando cómo se ha podido garantizar la autoría original del alumno. Puede adjuntar una hoja adicional si necesita más espacio para escribir sus comentarios.

La realización de esta monografía por parte de la alumna ha sido ejemplar. Desde el primer momento se dedicó a pensar y estructurar su trabajo, cumpliendo todos los plazos ordenadamente. A la hora de la realización de su trabajo médico fue minuciosa y perseverante haciendo una gran labor investigadora a pesar de los medios con los que contaba, cámara de fotos y espectroscopio casero hecho por ella misma.

El supervisor debe firmar esta declaración; de lo contrario, la calificación asignada será cero.

He leído la versión final de la monografía, la cual será entregada al examinador.

A mi leal saber y entender, la monografía es el trabajo auténtico del alumno.

Como se indica en la sección "Responsabilidades del supervisor" de la guía de la Monografía, se recomienda dedicar entre tres y cinco horas a cada alumno. Se contactará a los colegios cuando el número de horas dedicadas se deje en blanco, o cuando se indiquen cero horas y no se incluya una justificación. También se contactará a los colegios en caso de que el número de horas dedicadas sea excesivo en comparación con la cantidad de tiempo recomendada.

He dedicado  horas a discutir con el alumno su progreso en la realización de la monografía.

Firma del supervisor: \_\_\_\_\_

Fecha: 27-02-2015

## Formulario de evaluación (para uso exclusivo del examinador)

Número de convocatoria del alumno		
-----------------------------------	--	--

Criterios de evaluación	Nivel de logro				
	Examinador 1	Máximo	Examinador 2	Máximo	Examinador 3
A Formulación del problema de investigación	<input type="text" value="0"/>	2	<input type="text"/>	2	<input type="text"/>
B Introducción	<input type="text" value="1"/>	2	<input type="text"/>	2	<input type="text"/>
C Investigación	<input type="text" value="2"/>	4	<input type="text"/>	4	<input type="text"/>
D Conocimiento y comprensión del tema	<input type="text" value="3"/>	4	<input type="text"/>	4	<input type="text"/>
E Argumento razonado	<input type="text" value="2"/>	4	<input type="text"/>	4	<input type="text"/>
F Aplicación de habilidades de análisis y evaluación apropiadas para la asignatura	<input type="text" value="1"/>	4	<input type="text"/>	4	<input type="text"/>
G Uso de un lenguaje apropiado para la asignatura	<input type="text" value="3"/>	4	<input type="text"/>	4	<input type="text"/>
H Conclusión	<input type="text" value="1"/>	2	<input type="text"/>	2	<input type="text"/>
I Presentación formal	<input type="text" value="2"/>	4	<input type="text"/>	4	<input type="text"/>
J Resumen	<input type="text" value="0"/>	2	<input type="text"/>	2	<input type="text"/>
K Valoración global	<input type="text" value="2"/>	4	<input type="text"/>	4	<input type="text"/>
Total (máximo 36)	<input type="text" value="17"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>

Nombre del examinador 1: \_\_\_\_\_  
[MAYÚSCULAS]

Número de examinador: \_\_\_\_\_

Nombre del examinador 2: \_\_\_\_\_  
[MAYÚSCULAS]

Número de examinador: \_\_\_\_\_

Nombre del examinador 3: \_\_\_\_\_  
[MAYÚSCULAS]

Número de examinador: \_\_\_\_\_

Para uso exclusivo del centro de evaluación del IB: B: \_\_\_\_\_

Para uso exclusivo del centro de evaluación del IB: A: \_\_\_\_\_

# **APLICACIÓN DE LA ASTROQUÍMICA MEDIANTE LA IDENTIFICACIÓN DE SUSTANCIAS A PARTIR DE SUS ESPECTROS DE EMISIÓN**



**Número de palabras: 3403**

**Monografía: Química**

---

Aplicación de la Astroquímica mediante la identificación de elementos a partir de sus espectros de emisión.

## Resumen.

En este trabajo he estudiado el espectro de emisión de diferentes elementos como son el calcio (Ca), cobre (Cu), hierro (Fe), mercurio (Hg), litio (Li), potasio (K) y sodio (Na). Para ello, he hecho uso de compuestos iónicos de los que estos elementos formaban parte, que eran respectivamente: carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), cloruro de cobre ( $\text{CuCl}_2$ ), cloruro de hierro ( $\text{FeCl}_2$ ), cloruro de mercurio ( $\text{HgCl}_2$ ), cloruro de litio (LiCl), cloruro de potasio (KCl), así como cloruro de sodio (NaCl).

Para la obtención del espectro de emisión he proporcionado la energía suficiente a los electrones de cada uno de los átomos del elemento, mediante el calor de una llama, y a partir de un espectroscopio que he construido (instrumento para poder visualizar dichos espectros) junto con una cámara fotográfica, he realizado una fotografía de cada uno de ellos, para posteriormente compararlos con el modelo teórico y ver su coincidencia estableciendo así una relación, y determinando que era posible identificar cada elemento a partir de su espectro de emisión.

Por último, también he realizado una pequeña valoración acerca del conocimiento de ámbitos relacionados con la Astroquímica, mediante una encuesta de diez preguntas en la que distinguí entre tres grupos de edad que mostraban la franja de menores de 18 años, entre 18 y 35 años y mayores de 35 años.

Por otra parte, también hice una diferencia entre el sexo de cada uno de los encuestados y su nivel de estudios, siendo anónima, para que los encuestados no estuvieran condicionados y fueran así más sinceros en sus respuestas.

En conclusión, llegué a la idea que existía un gran desconocimiento por parte de la población acerca de esta ciencia.

Número de palabras: 275

Los resultados de mi conclusión  
Ant  $\infty = 0$

Aplicación de la Astroquímica mediante la identificación de elementos a partir de sus espectros de emisión.

## **Agradecimientos.**

---

En primer lugar, me gustaría agradecer a mi profesora de química Amparo Abellaneda Abellaneda, por su gran ayuda con este trabajo como tutora y su labor en estos casi dos años de clase.

Por otra parte, también me gustaría agradecerle a la coordinadora del Bachillerato Internacional Margarita Martínez Lorca, por estar siempre disponible para aclarar cualquier duda con respecto a la elaboración de este proyecto y su apoyo constante.



## Índice:

---

<b>RESUMEN</b> .....	<b>1</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>2</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>4</b>
1.1. Objetivo.....	4
1.2. Base teórica. Historia de la astronomía, teoría cuántica, astroquímica y espectroscopía. ....	4
1.3. Hipótesis.....	9
<b>2. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL</b> .....	<b>10</b>
2.1. Metodología.....	10
2.1.1. Ensayos a la llama con espectroscopio.....	12
2.1.2. Ensayos a la llama sin espectroscopio.....	22
2.2. Realización de la encuesta sobre Astroquímica.....	26
2.2.1. Registro de datos.....	30
<b>3. RESULTADOS</b> .....	<b>32</b>
3.1. Análisis de los resultados y representación gráfica. ....	32
3.2. Valoración de los resultados obtenidos en los espectros de emisión.....	34
<b>4. CONCLUSIÓN</b> .....	<b>35</b>
<b>5. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>36</b>

---

no queda claro el propósito de investigación.

## 1. Introducción.

---

### 1.1. Objetivo.

muy amplio y no corresponde a la asignatura

En este trabajo mediante una encuesta pretendo valorar el grado de conocimiento de la sociedad acerca de la ciencia de la Astroquímica, además de realizar una práctica utilizando un espectroscopio casero y una cámara fotográfica para llevar este amplio campo a una práctica experimental donde identificaré calcio (Ca), cobre (Cu), hierro (Fe), mercurio (Hg), litio (Li), potasio (K) y sodio (Na), a partir de los siguientes compuestos: carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), cloruro de cobre ( $\text{CuCl}_2$ ), cloruro de hierro ( $\text{FeCl}_2$ ), cloruro de mercurio ( $\text{HgCl}_2$ ), cloruro de litio ( $\text{LiCl}$ ), cloruro de potasio (KCl), así como cloruro de sodio ( $\text{NaCl}$ ), a través de su espectro de emisión.

4

Por otra parte, el objetivo de este trabajo también está basado en ampliar mi conocimiento personal, ya que éste es un ámbito poco conocido, al cual he mostrado un gran interés desde mis inicios en el estudio de la ciencia.

---

### 1.2. Base teórica. Historia de la astronomía, teoría cuántica, astroquímica y espectroscopía.

fuente ↗  
La primera persona que observó Venus al telescopio fue Galileo Galilei ('Bonajuati), el cual, era el hijo mayor de Vincenzo de Galilei, Florentino y Giulia Ammannati, nacido el 18 de febrero de 1564, en Pisa (Italia), lugar que fue la cuna del Renacimiento.

Uno de sus grandes descubrimientos fue en 1609, un anteojo para beneficio militar y pura distracción. Sin embargo, cuando dirigió este artilugio por primera

---

Aplicación de la Astroquímica mediante la identificación de elementos a partir de sus espectros de emisión.

vez hacia el cielo nocturno quedó extasiado por la gran cantidad de cuerpos celestes, así como la cercanía que le ofrecía este instrumento a estos astros, pero aunque esto propició numerosos de sus estudios acerca de este ámbito de la ciencia, fue incapaz de contemplar Venus más allá de un disco desprovisto de detalles, lo que hacía que aun así siguiera en desconocimiento la composición de este planeta.

Más tarde, a lo largo de los años se habría de especular acerca de la composición de la superficie de este astro, ya que la densa capa de nubes en su atmósfera no dejaba ver su superficie. Por consecuencia, surgieron algunas teorías que hablaban de la existencia de vegetación e incluso dinosaurios por la presencia de nubes, que según los científicos de la época era símbolo de humedad y, por consiguiente, debía de residir vida alguna en Venus.

Después de la imposibilidad de llegar a ver la superficie de Venus mediante el telescopio, el siguiente trabajo fue basado en la teoría cuántica, que decía que los cuerpos en estado sólido calientes emiten una radiación condicionada por la temperatura a la que se encuentran. Este estudio, gracias al físico alemán M. Planck (1858-1947) en 1900 de la radiación emitida por el cuerpo negro, el cual, es una superficie ideal, en la que la radiación incidente sobre ella no es reflejada, se dedujo que la energía emitida por un cuerpo a través de la radiación de una frecuencia determinada era "múltiplo de una cantidad de energía elemental", a la que denominó "cuanto" y era independiente de la temperatura.

Por otra parte, se llevó a cabo la teoría corpuscular de la luz de Einstein, en la que el alemán H. Hertz (1857-1894) en el año 1887 descubrió el llamado efecto fotoeléctrico que consistía en que determinados metales pueden emitir electrones cuando son expuestos a la luz. Todo esto llevó a la aparición el modelo atómico de Bohr. Este modelo fue realizado por N. Bohr (1885-1962) un físico danés que en el año 1913 propició una explicación novedosa acerca del espectro de emisión de los gases, más concretamente centrándose en el del hidrógeno.

Por último, las limitaciones de este modelo llevaron al modelo actual, que es el mecano-cuántico, que está basado en el Principio de Dualidad de onda-corpúsculo de Louis de Broglie (1892-1977) y en el Principio de incertidumbre de W. Heisenberg (1901-1976).

una fundado a nivel de desarrollo

Aplicación de la Astroquímica mediante la identificación de elementos a partir de sus espectros de emisión.

El Principio de Dualidad de onda- corpúsculo se basa en que "cualquier partícula de masa  $m$  y velocidad  $v$  debe considerarse asociada a una onda cuya longitud de onda  $\lambda$  (distancia entre dos puntos análogos consecutivos, cuya unidad en el Sistema Internacional es el metro) viene condicionada por la ecuación":

Siendo  $h$ , la constante de Planck ( $6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ ).

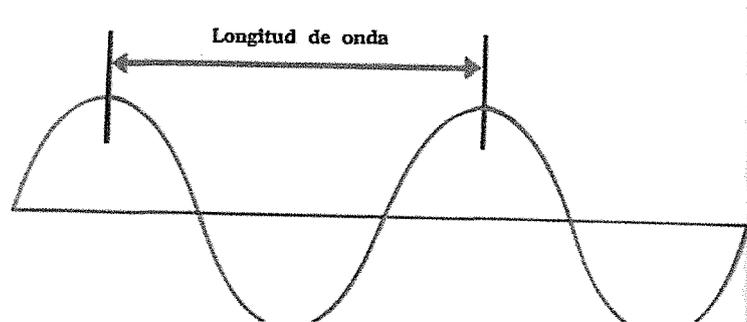


Ilustración 1.

NICOLSON, Iain. *Astronomía*. Editorial Bruguera, S.A. 2ª Edición, octubre de 1980. Traducción de Juan Godó Costa.

$$\lambda = h/(mv)$$

Por otra parte, el Principio de incertidumbre establece que es imposible conocer de forma conceptual y simultánea con exactitud, el momento lineal ( $p=mv$ ) y la posición ( $x$ ) de una partícula que se encuentra en movimiento.

$$\Delta X \cdot \Delta p \geq h/4\pi$$

Siendo  $\Delta x$  la incertidumbre acerca de la determinación de la posición,  $\Delta p$  la incertidumbre acerca del momento lineal y  $h$  la constante de Planck ( $6.63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ ).

Aplicación de la Astroquímica mediante la identificación de elementos a partir de sus espectros de emisión.

A partir de esta base la experimentación se basó en hacer incidir la luz ordinaria por medio de una estrecha abertura y luego a través del prisma que descomponía la luz blanca en los colores del arcoíris, a lo que llamaron espectro. Este espectro iba desde del violeta, pasando por el azul, el verde, el amarillo y el naranja, hasta llegar al rojo. Estos colores formaban el espectro de la luz visible, descubierto por el físico J.J. Balmer (1825-1898), quien obtuvo una fórmula para calcular numéricamente la longitud de onda de las radiaciones que observaba.

Sin embargo aparte del espectro visible de la luz, existen otras radiaciones, como son los Rayos  $\gamma$ , los Rayos X, el espectro de la luz ultravioleta, del infrarrojo, de los microondas, las ondas de radio cortas, las ondas de TV y FM, las ondas de radio AM, y las ondas de radio largas.

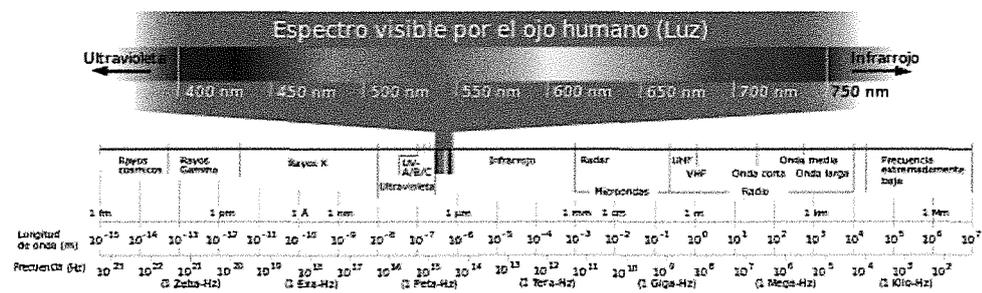


Ilustración 2.

Este nuevo descubrimiento empezó a ser utilizado para la astronomía, inventándose así el espectroscopio, un instrumento con el que los astrónomos son capaces de analizar los espectros de emisión de los astros, como el Sol y las estrellas y así averiguar su composición química.

Este artilugio consta de una ranura que atraviesa la luz procedente de una estrella, un colimador (*lente que condensa la luz en un rayo paralelo*), un prisma (*el cual, refracta la luz que proviene de la estrella*), y un reducido telescopio que forma una imagen a partir del espectro obtenido. La mayoría de los casos el telescopio centra el espectro sobre una placa fotográfica, en estos casos, el instrumento pasa a denominarse espectrógrafo.

Aplicación de la Astroquímica mediante la identificación de elementos a partir de sus espectros de emisión.

En ocasiones, el prisma se sustituye por una red de difracción, es decir, una placa con multitud de líneas de espacios muy aproximados. Esta red tiene la misma funcionalidad que el prisma anterior.

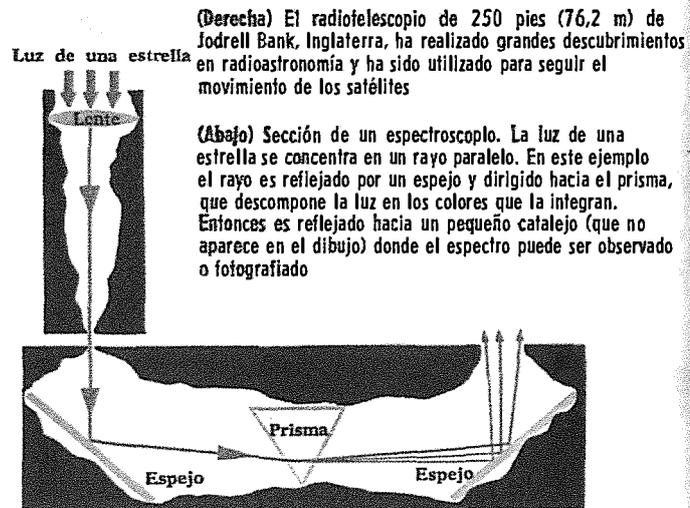


Ilustración 3.

NICOLSON, Iain. *Astronomía*. Editorial Bruguera, S.A. 2ª Edición, octubre de 1980. Traducción de Juan Godó Costa.

Este instrumento permite observar a la llama una serie de compuestos iónicos, ya que al calentar un metal o un compuesto a una elevada temperatura, dicha llama adquiere el color característico del metal, debiéndose a que los electrones del metal pasan a distintos estados excitados absorbiendo la energía propia de la llama y al perder el exceso de energía, producen una emisión de luz con una longitud de onda característica de cada elemento metálico.

Estos compuestos, al ser iónicos, están formados por un catión, que es el átomo que cede los electrones, siendo el metal, y por un anión, átomo que acepta los electrones, que es el no metal. Estos enlaces generalmente forman redes cristalinas, siendo sólidos, pero cuando se exponen a la llama, los elementos que los componen se subliman (pasan de estado sólido a gaseoso) dando lugar a

Aplicación de la Astroquímica mediante la identificación de elementos a partir de sus espectros de emisión.

átomos gaseosos, no iones. Como resultado de esto, la llama adquiere el color propio del metal, que puede ser analizada a través del instrumento antes citado.

En 1752, un físico de procedencia escocesa llamado Thomas Melvill, utilizó este proceso descubriendo que los espectros de los gases presentaban intervalos ausentes de color. Lo que sirvió para poder identificar cada elemento de la tabla periódica por su espectro de emisión, constituyendo así la "huella dactilar" de cada uno.

### 1.3. Hipótesis.

Mi primera hipótesis es que las líneas del espectro de emisión de los elementos muestreados coincidirán con los modelos teóricos.

Por otra parte, mi segunda hipótesis es que el grado de desconocimiento de la sociedad acerca de la Astroquímica y espectrografía será muy alto, ya que es una ciencia poco popular entre la sociedad actual.

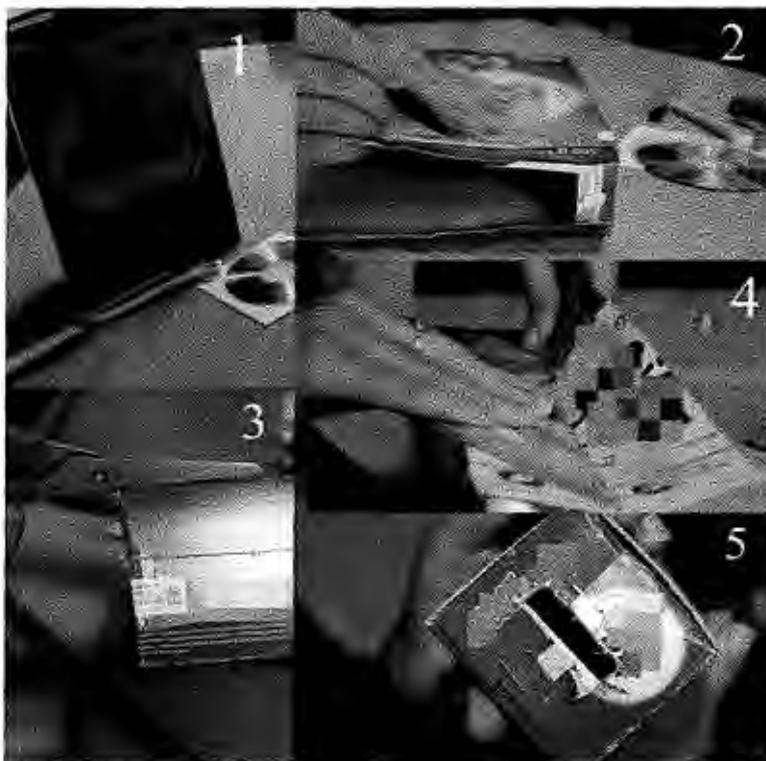
## 2. Procedimiento experimental.

---

### 2.1. Metodología.

En primer lugar, procedemos a construir el espectroscopio a partir del que nos será posible realizar la observación de los espectros de emisión a la llama. Para ello, es necesaria tan sólo una caja de cartón y un CD, el cual, debido a que posee una gran cantidad de diminutas ranuras, puede ser utilizado como red de difracción, ya que estos surcos reflejan la luz descomponiéndola en cada uno de los colores que la integran en ángulos distintos, lo que crea el espectro de emisión.

La construcción de este instrumento se basó en cortar la caja dándole una forma de prisma rectangular (*ver ilustración 4 y 5*), colocando en su interior un fragmento del disco con un ángulo de inclinación, de manera que a través de dos orificios, uno más delgado, situado en la parte opuesta de donde se encuentra el trozo de CD, y otro de mayor tamaño, encima de disco, la luz incidente del orificio más pequeño sobre este último lograra mostrar los colores del arcoíris.

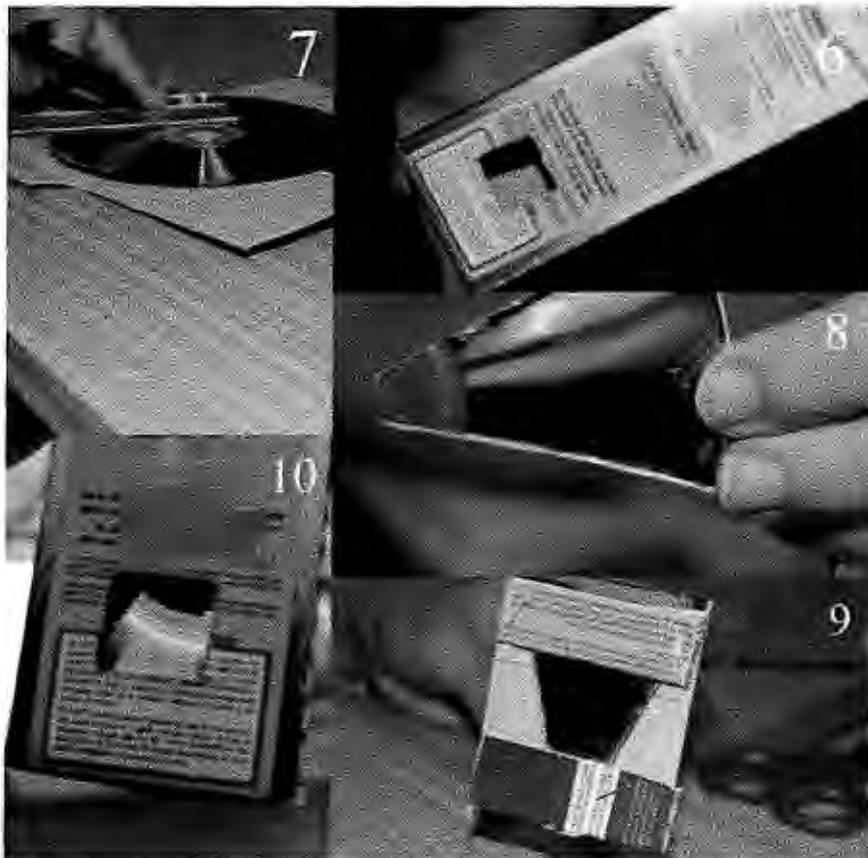


1. Materiales utilizados: una caja de cartón, un cúter, un CD, una grapadora, una regla y un rotulador.
2. Dibujados las líneas por donde debemos cortar.
3. Cortamos por las líneas marcadas.
4. Doblamos proporcionándola una estructura rectangular.
5. Realizamos un pequeño orificio en una de las bases del prisma.

*Ilustración 4.* Fotografía tomada el 16/09/2014.

---

Aplicación de la Astroquímica mediante la identificación de elementos a partir de sus espectros de emisión.



*Ilustración 5.* Fotografía tomada el 16/09/2014.

6. Realizamos el otro orificio encima de donde irá el fragmento de CD.
7. Dibujamos el trozo de disco que pretendemos cortar.
8. Con ayuda de un cúter recortamos en fragmento triangular.
9. A continuación, para poder fijarlo en el interior del espectroscopio lo pegamos a un cuadrado de cartón.

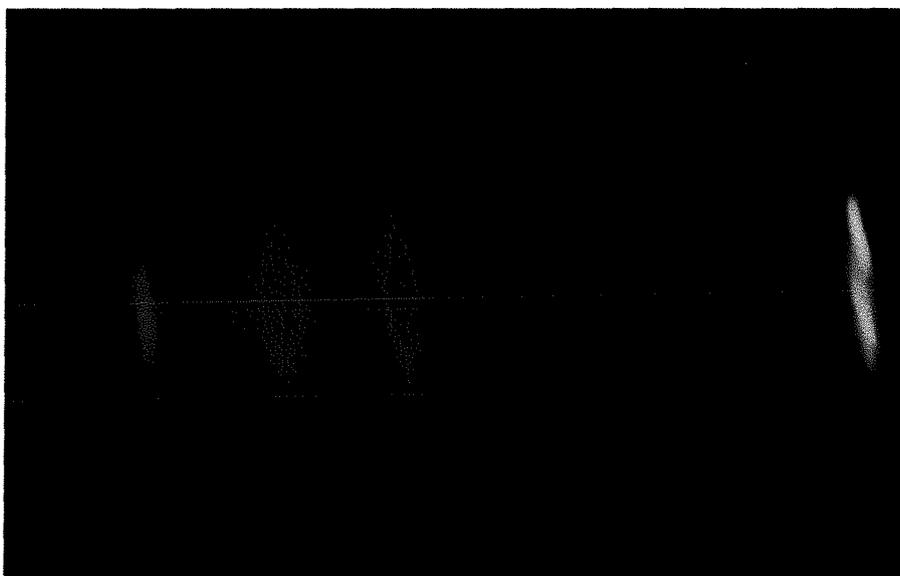
### 2.1.1. Ensayos a la llama con espectroscopio.

Tras la construcción del espectroscopio procedemos a observar a la llama mediante un mechero Bunsen que calienta el compuesto proporcionándole la energía suficiente para que los electrones de cada átomo del elemento pasen del estado fundamental al excitado, y en su vuelta al estado fundamental emitan la energía en forma de luz que compone el espectro de emisión.

Para captar estos espectros utilizamos una cámara fotográfica situada en el orificio de mayor tamaño del espectroscopio, mientras que el de menor tamaño está dirigido hacia la llama, para que de forma paralela, la luz incida en la red de difracción, que en este caso sería el trozo de CD. He de recalcar que tuvimos que apagar las luces, para que éstas no interfirieran en el espectro que queríamos obtener, ya que al tratarse de la luz blanca, aparecería un espectro continuo, como es el del arcoíris, originando así unos resultados que sería erróneos. Los compuestos utilizados fueron los siguientes:

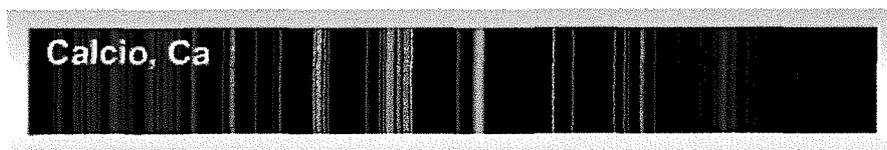
- **Carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ):**

El color característico del calcio es el rojo anaranjado (*ver ilustración 6*), que puede observarse en el extremo derecho de la fotografía:



*Ilustración 6.* Fotografía tomada el 5/12/2014.

Aplicación de la Astroquímica mediante la identificación de elementos a partir de sus espectros de emisión.



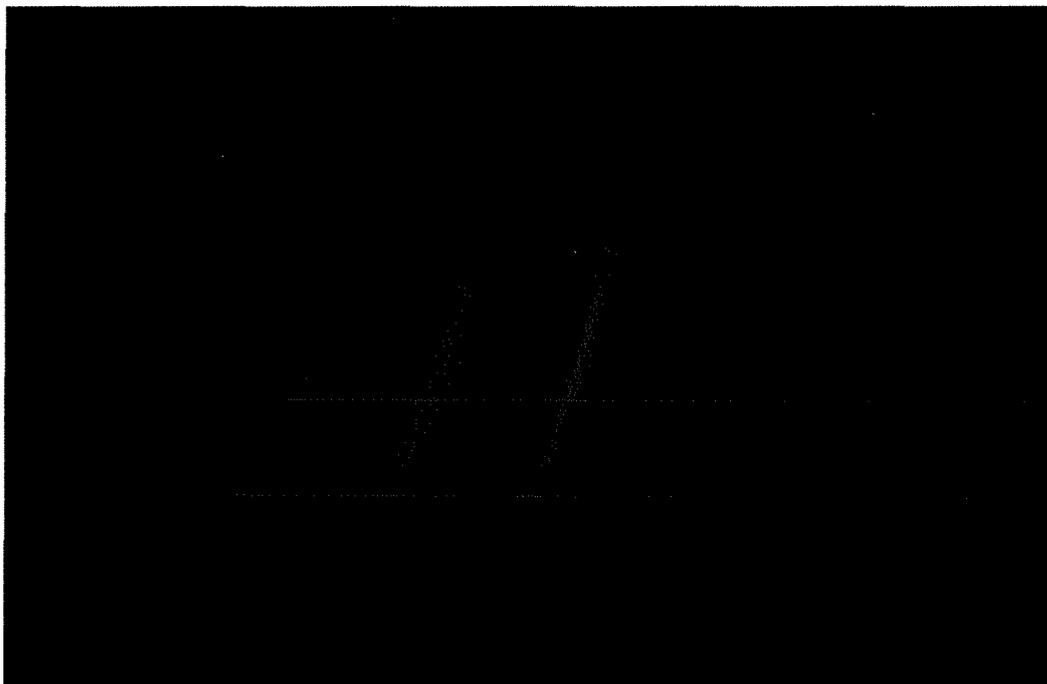
*Ilustración 7.*

**Espectros de absorción y de emisión. (en línea). Consejería de Educación de la Comunidad autónoma de Madrid (consultado el 12 de Diciembre de 2014). Disponible en <http://herramientas.educa.madrid.org/tabla/espectros/spespectro.html>**

También podemos apreciar como los tonos azules y el rojo anaranjado se muestran con mayor claridad, esto es debido a que en su espectro, estas líneas son más gruesas, por lo que en la emisión de energía del átomo excitado, estos colores son más fáciles de ver a través del espectroscopio.

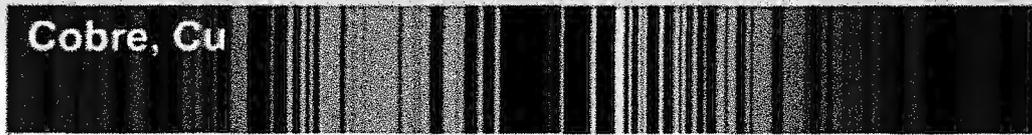
Si tan sólo realizáramos esta experiencia con la llama podríamos advertir el color rojo anaranjado que ésta adquiriría, ya que es el que posee mayor intensidad y es el único que se encuentra en la franja del visible.

- **Cloruro de cobre ( $\text{CuCl}_2$ ):**



*Ilustración 8.* Fotografía tomada el 5/12/2014.

Aplicación de la Astroquímica mediante la identificación de elementos a partir de sus espectros de emisión.



*Ilustración 9.*

Espectros de absorción y de emisión. (en línea). Consejería de Educación de la Comunidad autónoma de Madrid (consultado el 12 de Diciembre de 2014). Disponible en <http://herramientas.educa.madrid.org/tabla/espectros/spespectro.html>

En esta fotografía del espectro de emisión del cobre, resulta sencillo observar como predominan el color verde y azul (*ver ilustración 8*), que son los mismos que poseerá la llama al calentar esta sustancia con el Mechero Bunsen y cómo débilmente aparecen algunos tonos rojizos en la parte derecha del espectro.



Aplicación de la Astroquímica mediante la identificación de elementos a partir de sus espectros de emisión.

- **Cloruro de hierro ( $\text{FeCl}_2$ ):**



*Ilustración 10.* Fotografía tomada el 5/12/2014.



*Ilustración 11.*

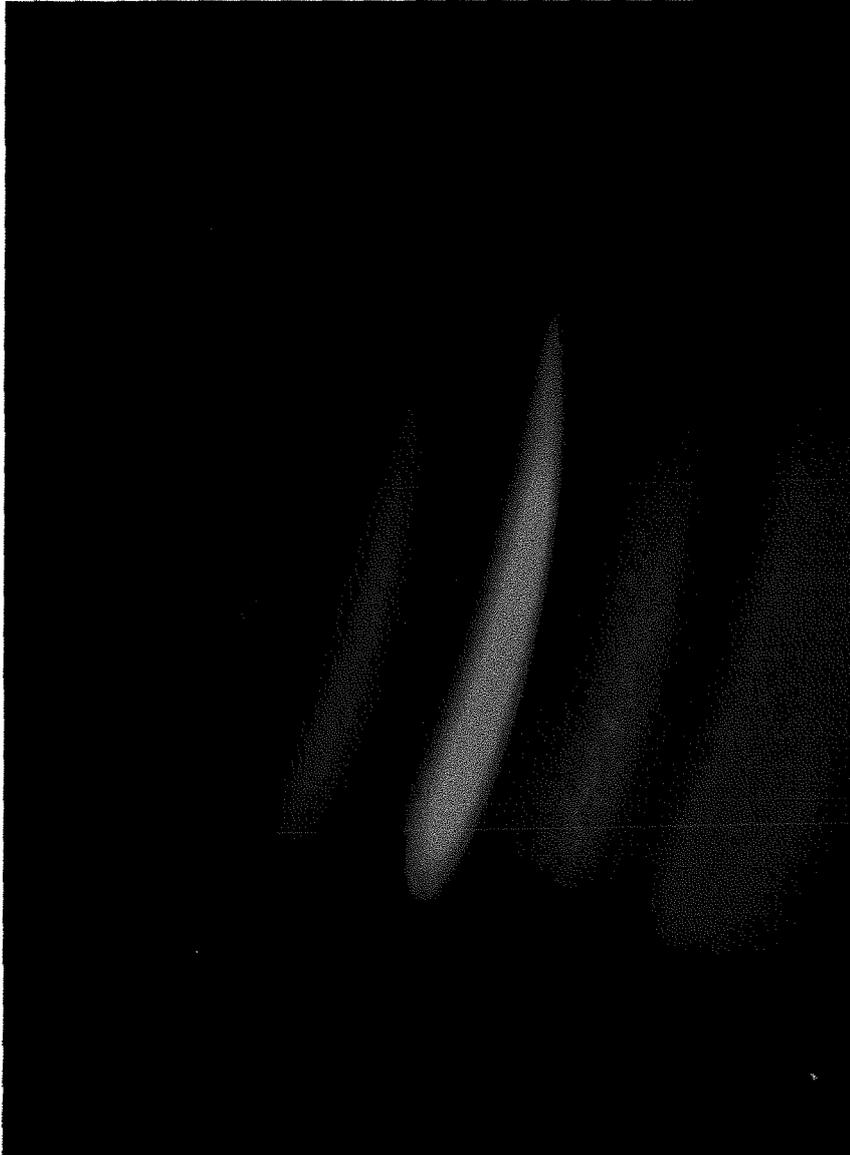
Espectros de absorción y de emisión. (en línea). Consejería de Educación de la Comunidad autónoma de Madrid (consultado el 12 de Diciembre de 2014). Disponible en <http://herramientas.educa.madrid.org/tabla/espectros/spespectro.html>

En esta imagen se aprecia claramente cómo el verde es un color que predomina en el espectro del cloruro de hierro (*ver ilustración 10*), en cambio, mediante el espectro de este compuesto, no se puede observar la coloración dorada que adquiere la llama al entrar en contacto con el hierro, causado porque este pigmento tiene una

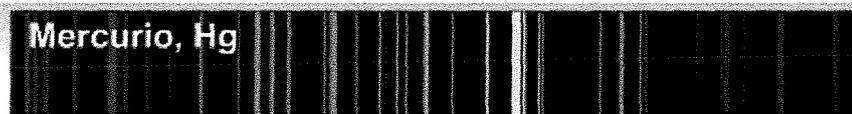
Aplicación de la Astroquímica mediante la identificación de elementos a partir de sus espectros de emisión.

tonalidad más clara que los demás, por lo que se ve camuflado, debido a la gran intensidad de los demás colores que conforman el espectro.

- **Cloruro de mercurio ( $\text{HgCl}_2$ ):**



*Ilustración 13.* Fotografía tomada el 5/12/2014.



*Ilustración 14.*

Espectros de absorción y de emisión. (en línea). Consejería de Educación de la Comunidad autónoma de Madrid (consultado el 12 de Diciembre de 2014). Disponible en <http://herramientas.educa.madrid.org/tabla/espectros/spespectro.html>

Aplicación de la Astroquímica mediante la identificación de elementos a partir de sus espectros de emisión.

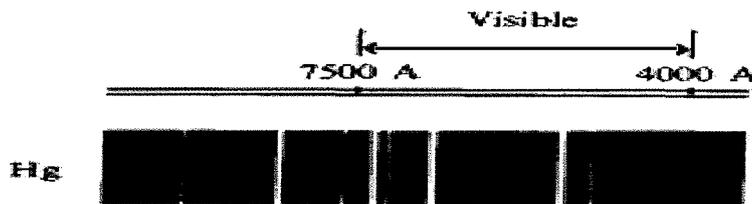


Ilustración 15.

GARRITZ RUÍZ, Andoni. Espectros atómicos, modelo de Bohr y vieja teoría cuántica. (en línea). (consultado el 12 de Diciembre de 2014). Disponible en [http://garritz.com/andoni\\_garritz\\_ruiz/documentos/Capitulo\\_3.pdf](http://garritz.com/andoni_garritz_ruiz/documentos/Capitulo_3.pdf)

En el espectro del mercurio, cabía de esperar que alguna de sus líneas tuviera una pigmentación de un violeta intenso (*ver ilustración 13*), como podemos percibir en el extremo superior izquierdo de la fotografía, coincidiendo así con la base teórica del espectro de éste.

Además, podemos examinar como las líneas del espectro real coinciden con las que son más gruesas en las del espectro supuesto.

Aplicación de la Astroquímica mediante la identificación de elementos a partir de sus espectros de emisión.

- **Cloruro de litio (LiCl):**



*Ilustración 16.* Fotografía tomada el 5/12/2014.



*Ilustración 17.*

**Espectros de absorción y de emisión. (en línea). Consejería de Educación de la Comunidad autónoma de Madrid (consultado el 12 de Diciembre de 2014). Disponible en <http://herramientas.educa.madrid.org/tabla/espectros/spespectro.html>**

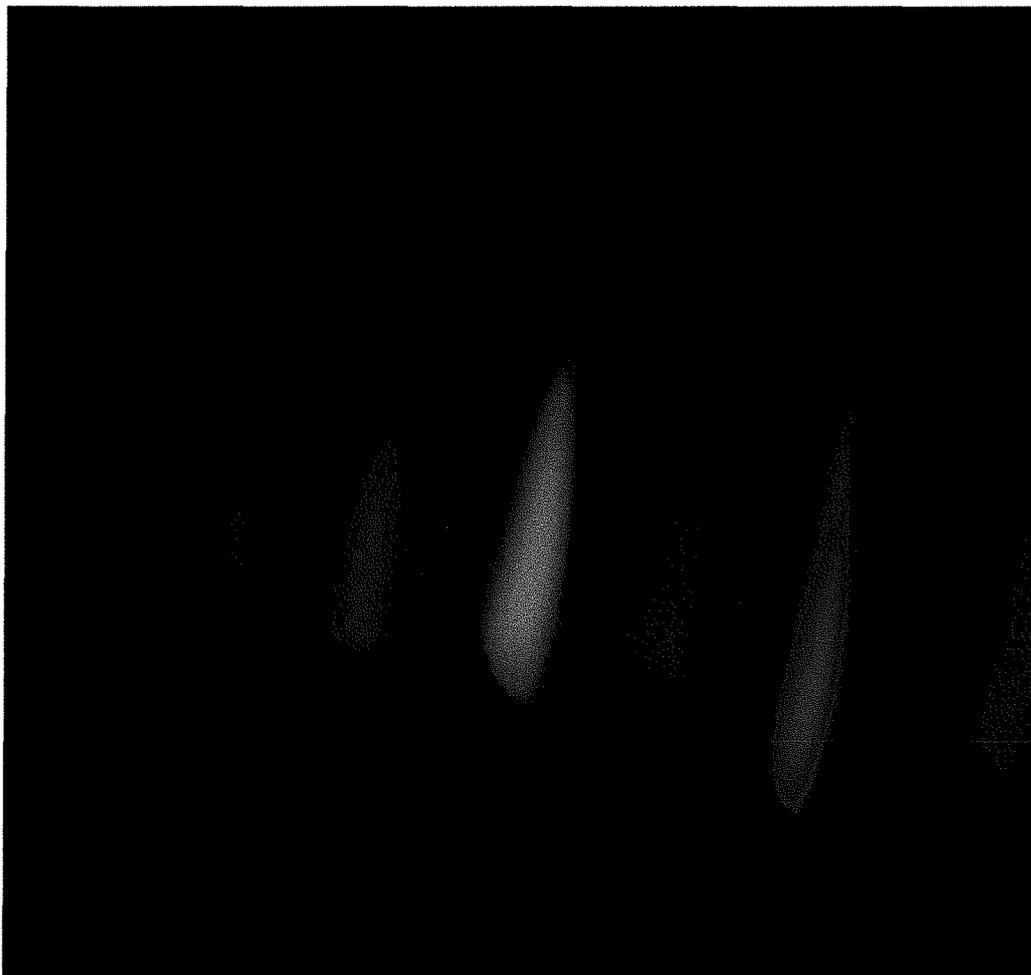
El espectro de emisión del litio es uno de los que mejor hemos podido observar, ya que su color característico es el rojo (*ver ilustración 16*), el cual posee una elevada saturación y es fácilmente perceptible.

Por otra parte, llama la atención su excelente correspondencia con el modelo teórico, a excepción de la línea amarilla, que no aparece en el que obtuvimos en

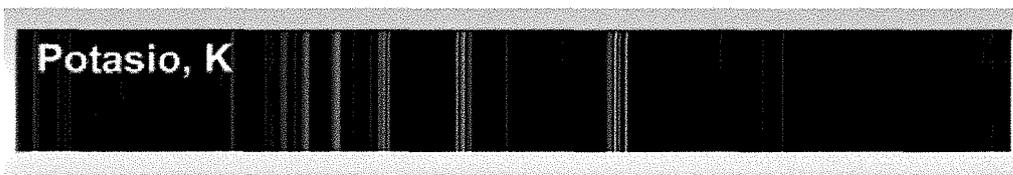
Aplicación de la Astroquímica mediante la identificación de elementos a partir de sus espectros de emisión.

la experiencia, sin embargo, deja ver como a través de estas líneas características, podemos identificar un gran número de elementos de la tabla periódica.

- **Cloruro de potasio (KCl):**



*Ilustración 18.* Fotografía tomada el 12/12/2014.



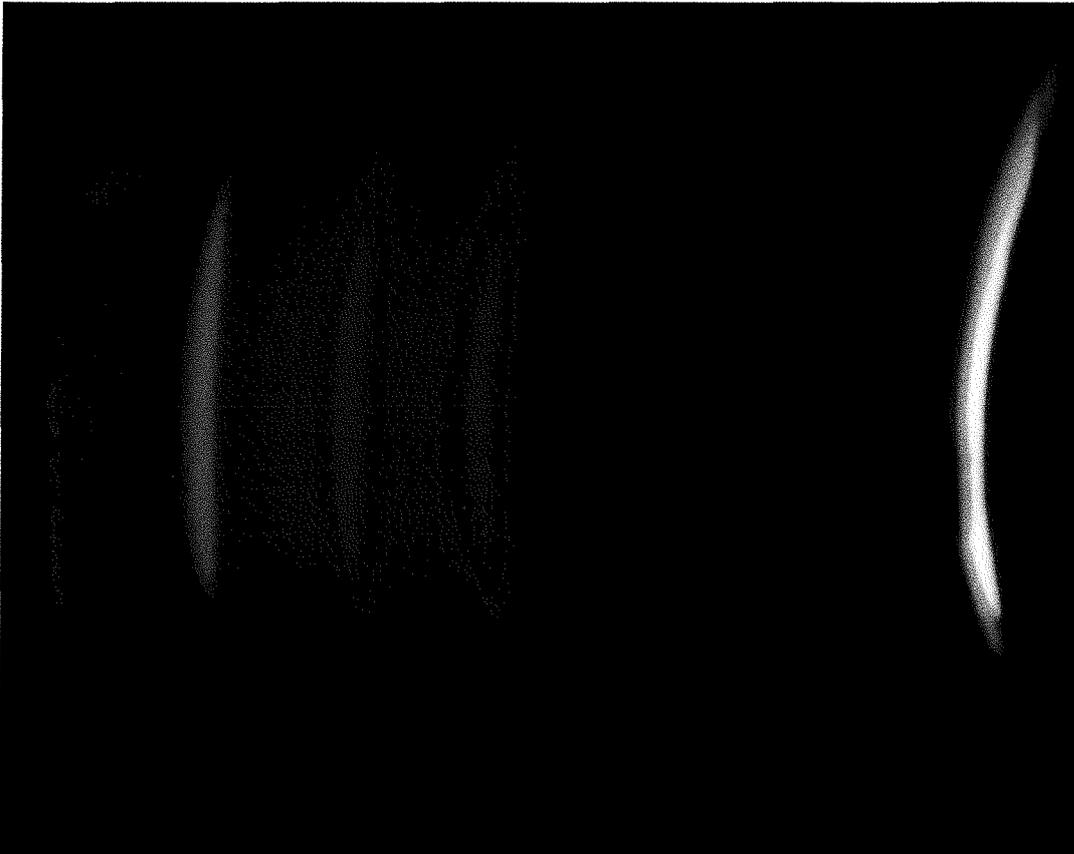
*Ilustración 19.*

Espectros de absorción y de emisión. (en línea). Consejería de Educación de la Comunidad autónoma de Madrid (consultado el 12 de Diciembre de 2014). Disponible en <http://herramientas.educa.madrid.org/tabla/espectros/spespectro.html>

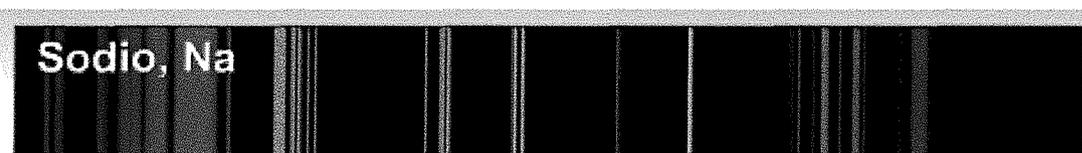
Aplicación de la Astroquímica mediante la identificación de elementos a partir de sus espectros de emisión.

En el cloruro de potasio es vagamente visible la tonalidad de violeta (ver *ilustración 18*) pálido situado a la izquierda, que será el color característico en la experiencia a la llama sin espectroscopio.

- **Cloruro de sodio (NaCl):**



*Ilustración 20.* Fotografía tomada el 12/12/2014.



*Ilustración 21.*

Espectros de absorción y de emisión. (en línea). Consejería de Educación de la Comunidad autónoma de Madrid (consultado el 12 de Diciembre de 2014). Disponible en <http://herramientas.educa.madrid.org/tabla/espectros/spespectro.html>

Aplicación de la Astroquímica mediante la identificación de elementos a partir de sus espectros de emisión.

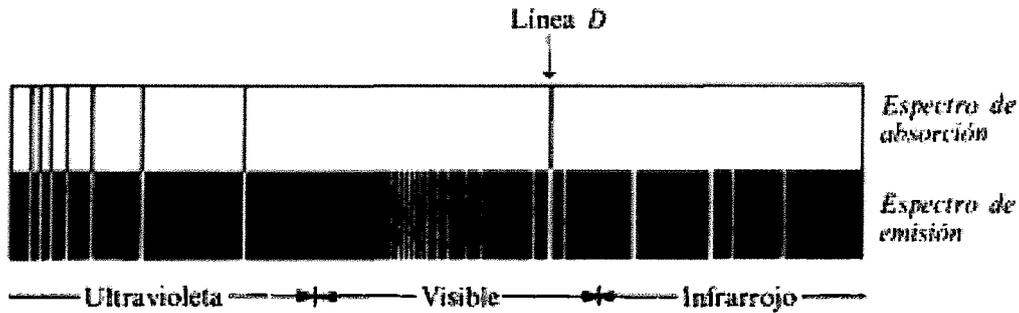


Ilustración 22.

GARRITZ RUÍZ, Andoni. *Espectros atómicos, modelo de Bohr y vieja teoría cuántica*. (en línea). (consultado el 12 de Diciembre de 2014). Disponible en [http://garritz.com/andoni\\_garritz\\_ruiz/documentos/Capitulo\\_3.pdf](http://garritz.com/andoni_garritz_ruiz/documentos/Capitulo_3.pdf)

Si observamos con detenimiento podemos comprobar como la famosa línea D (a la que Kirchhoff contribuyó a su esclarecimiento con la experiencia en la que interpuso vapor de sodio con un temperatura ligeramente menor que la producida por la luz, dejando ver de esa forma tras una radiación del prisma las dos líneas D procedentes del espectro solar)<sup>1</sup> corresponde con la línea amarilla (ver ilustración 20) que aparece con mayor claridad en el espectro de emisión que obtuvimos en el laboratorio al poner a la llama el cloruro de sodio, esta línea, al pertenecer a la franja del visible, es la que predomina cuando el sodio se sublima en la incandescencia de la llama, por lo cual, se vuelve amarilla.

Sin embargo, también es apreciable como en la fotografía captada, el color azul y el verde se encuentran cambiados de posición con respecto a lo que debíamos de esperar teóricamente, posiblemente debido a la falta de precisión del espectroscopio utilizado.

<sup>1</sup> GARRITZ RUÍZ, Andoni. *Espectros atómicos, modelo de Bohr y vieja teoría cuántica*. (en línea). (consultado el 12 de Diciembre de 2014). Disponible en [http://garritz.com/andoni\\_garritz\\_ruiz/documentos/Capitulo\\_3.pdf](http://garritz.com/andoni_garritz_ruiz/documentos/Capitulo_3.pdf)

Aplicación de la Astroquímica mediante la identificación de elementos a partir de sus espectros de emisión.

### 2.1.2. Ensayos a la llama sin espectroscopio.

Tras haber realizado una comparativa de cada uno de los espectros de emisión obtenidos con los teóricos, procedimos a observar de forma cualitativa si dicha coloración predominante en cada uno de ellos podía verse reflejada en la llama, para ello fue de vital importancia mantener la luz apagada para mejor la visión de estos pigmentos. Los compuestos con los que realizamos la experiencia fueron:

- **Cloruro de mercurio ( $\text{HgCl}_2$ ):**

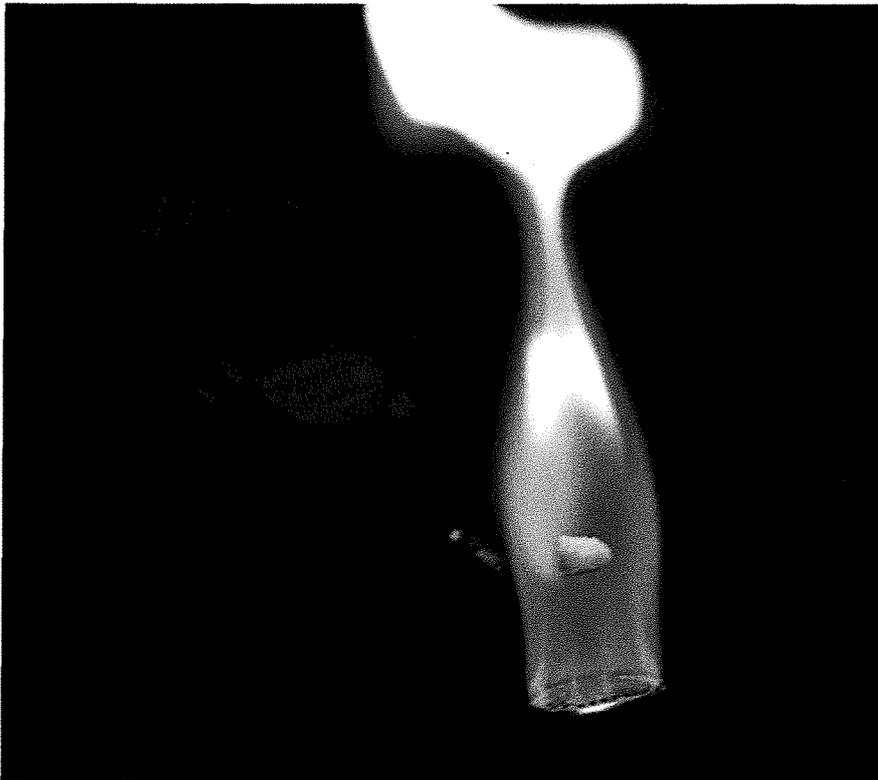


*Ilustración 23. Fotografía tomada el 12/12/2014.*

En primer lugar, cabe destacar que como antes he mencionado, en el espectro de emisión de este mismo compuesto, el color resultante es el violeta intenso, pero al poseer una tonalidad tan sutil, solamente es apreciable en los bordes de la llama, mientras que en el centro no es apenas perceptible.

Aplicación de la Astroquímica mediante la identificación de elementos a partir de sus espectros de emisión.

- **Cloruro de potasio (KCl):**



*Ilustración 24.* Fotografía tomada el 12/12/2014.

Por otra parte, cuando realizamos el mismo proceso pero con este compuesto iónico, pudimos apreciar una ligera diferencia entre la llama de éste y la del mercurio, ya que el potasio nos ofrece un color violeta pálido, en contraposición con la intensidad del otro.

|

Aplicación de la Astroquímica mediante la identificación de elementos a partir de sus espectros de emisión.

- **Cloruro de sodio (NaCl):**



*Ilustración 25.* Fotografía tomada el 12/12/2014.

La coloración que experimentó la llama al entrar en contacto con el cloruro de sodio reflejó lo observado en su espectro de emisión, siendo de una pigmentación amarilla, color que se encontraba situado en la franja del visible, más concretamente en la línea D.

↓

Aplicación de la Astroquímica mediante la identificación de elementos a partir de sus espectros de emisión.

- **Cloruro de litio (LiCl):**



*Ilustración 26.* Fotografía tomada el 12/12/2014.

Por último, para finalizar la parte de laboratorio, realizamos el ensayo a la llama sin espectroscopio del litio, donde nos fue sencillo comprobar cómo dicha llama adquiriría el color rojo al sublimar el litio procedente del compuesto iónico. Color que se advertía con gran intensidad en el espectro de éste.

Aplicación de la Astroquímica mediante la identificación de elementos a partir de sus espectros de emisión.

## 2.2. Realización de la encuesta sobre Astroquímica.

Debido a que la Astroquímica es un campo muy amplio y poco estudiado, relacionándolo con la espectroscopía decidí llevar este tema a la sociedad realizando una serie de encuestas para valorar el grado de conocimiento de ésta acerca del tema.

En primer lugar, procedí a una investigación acerca de estudios elaborados sobre la composición del Universo y tras esto, hice diez preguntas sobre algunas cuestiones que esta ciencia toma como bases para su investigación pero que debido a la educación elemental que se proporciona no se exige como contenidos mínimos.

Por otra parte, también encuesté sobre el grado de interés que la población tiene vinculado a este tema y a la Astronomía.

A continuación, me centré en entrevistar a diferentes grupos de edades y cuyos estudios fueran distintos para encontrar si existe alguna relación con estos factores, distinguiendo además entre el sexo masculino y femenino.

La encuesta era la siguiente:

Aplicación de la Astroquímica mediante la identificación de elementos a partir de sus espectros de emisión.

Sexo:  mujer  hombre

Edad:  Menor de 18.  Entre 18 y 35.  Mayor de 35

Grado de estudios cursado:

ENCUESTA

1. ¿Cómo calificarías de una forma relativa una estrella a una temperatura de 3.000 grados kelvin (2727°C)?
  - a. Fría.
  - b. Caliente.
  - c. Templada.
2. Una estrella de cuyo color es rojo tendrá una temperatura relativamente...
  - a. Fría.
  - b. Caliente.
  - c. Templada.
3. Y cuando la estrella posee un color azulado la temperatura será relativamente...
  - a. Fría.
  - b. Caliente.
  - c. Templada.
4. ¿Qué provoca la emisión de calor y luz en una estrella?
  - a. El reflejo de otra estrella cercana.
  - b. Las reacciones nucleares de fusión de ésta (*unión de varios núcleos atómicos para formar un nuevo núcleo*).
  - c. Las reacciones nucleares de fisión de ésta (*rotura de varios núcleos atómicos*).
5. ¿Qué es un espectroscopio?
  - a. Un artilugio de ciencias paranormales que muestra los espectros de seres vivos que han fallecido.
  - b. Un instrumento que sirve para obtener y observar el espectro de emisión de los componentes celestes, es decir, la radiación emitida por los elementos que componen a una estrella en estado gaseoso cuando se les comunica la suficiente energía procedente de ésta.
  - c. Es un tipo de telescopio terrestre.
6. ¿En qué apartado está ordenada una estrella de menor a mayor temperatura según su color?
  - a. Roja, anaranjada, amarilla, blanca, azul.
  - b. Azul, blanca, amarilla, anaranjada, roja.
  - c. Amarilla, anaranjada, roja, azul, blanca.
7. ¿Qué elemento se encuentra en mayor cantidad en una estrella?
  - a. Oxígeno.
  - b. Helio.
  - c. Hidrógeno
8. ¿Cuál es el número de estrellas visibles a simple vista?
  - a. 100 en cada hemisferio (*Mitad de la superficie de la esfera terrestre, dividida por un círculo máximo, de preferencia el Ecuador o un meridiano*)\*.
  - b. 8.000 en cada hemisferio.
  - c. 20.000 en cada hemisferio.

\*<http://lema.rae.es/drae/?val=hemisferio>
9. ¿Qué grado de interés sientes hacia el conocimiento del Universo?
  - a. Ninguno.
  - b. Me atrae la idea de observar el cielo nocturno.
  - c. Me encanta aprender todo lo que tenga que ver con la astronomía.
10. ¿Piensas que la ciencia de la astronomía ocupa un lugar relevante en nuestra sociedad?
  - a. No.
  - b. En parte.
  - c. Sí.

Aplicación de la Astroquímica mediante la identificación de elementos a partir de sus espectros de emisión.

A continuación realicé el vaciado de datos y elaboré mis conclusiones a partir de estos:

<b>Pregunta 1</b>	Menor de 18	Entre 18 y 35	Mayor de 35
Mujeres a			
Mujeres b	1+1+1	1	
Mujeres c	1	1+1	1
Hombres a	1	1	1
Hombres b		1+1	
Hombres c	1+1		1+1
<b>Pregunta 2</b>	Menor de 18	Entre 18 y 35	Mayor de 35
Mujeres a		1+1	
Mujeres b	1+1+1+1	1	1
Mujeres c			
Hombres a		1+1	
Hombres b	1		1
Hombres c	1+1	1	1+1
<b>Pregunta 3</b>	Menor de 18	Entre 18 y 35	Mayor de 35
Mujeres a	1+1+1	1	1
Mujeres b		1	
Mujeres c	1	1	
Hombres a	1+1		
Hombres b	1	1+1	1+1+1
Hombres c		1	
<b>Pregunta 4</b>	Menor de 18	Entre 18 y 35	Mayor de 35
Mujeres a	1		

Aplicación de la Astroquímica mediante la identificación de elementos a partir de sus espectros de emisión.

Mujeres b	1		1
Mujeres c	1+1	1+1+1	
Hombres a			
Hombres b	1+1		1
Hombres c	1	1+1+1	1+1
<b>Pregunta 5</b>	Menor de 18	Entre 18 y 35	Mayor de 35
Mujeres a			
Mujeres b	1+1+1+1	1+1+1	
Mujeres c			1
Hombres a			
Hombres b	1+1+1	1+1+1	1+1+1
Hombres c			
<b>Pregunta 6</b>	Menor de 18	Entre 18 y 35	Mayor de 35
Mujeres a			
Mujeres b	1+1	1	1
Mujeres c	1+1	1+1	
Hombres a		1+1	1+1
Hombres b	1+1		
Hombres c	1	1	1
<b>Pregunta 7</b>	Menor de 18	Entre 18 y 35	Mayor de 35
Mujeres a	1		1
Mujeres b	1+1	1+1	
Mujeres c	1	1	
Hombres a	1		
Hombres b		1+1+1	1
Hombres c	1+1		1+1
	Menor de 18	Entre 18 y 35	Mayor de 35*

Aplicación de la Astroquímica mediante la identificación de elementos a partir de sus espectros de emisión.

<b>Pregunta 8</b>			
Mujeres a	1	1+1	1
Mujeres b	1+1+1		
Mujeres c		1	
Hombres a	1		
Hombres b	1		
Hombres c	1	1+1+1	1+1
<b>Pregunta 9</b>	Menor de 18	Entre 18 y 35	Mayor de 35*
Mujeres a	1	1+1	
Mujeres b	1+1+1	1	1
Mujeres c			
Hombres a			1
Hombres b	1+1	1	1
Hombres c	1	1+1	
<b>Pregunta 10</b>	Menor de 18	Entre 18 y 35	Mayor de 35*
Mujeres a		1+1	
Mujeres b	1+1+1	1	1
Mujeres c	1		
Hombres a	1	1+1	1
Hombres b	1	1	
Hombres c	1		1

30

### 2.2.1.Registro de datos.

Número de encuestados	Nº de mujeres	Nº de hombres
18*	8	9

\*Uno de ellos no proporcionó sus datos.

Aplicación de la Astroquímica mediante la identificación de elementos a partir de sus espectros de emisión.

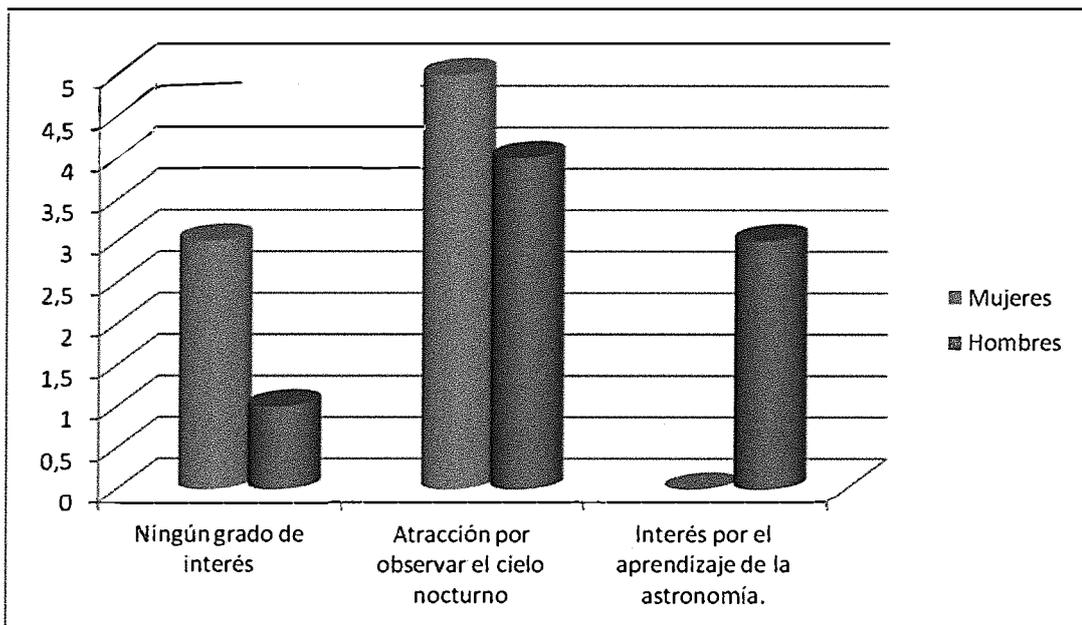
<b>Menores de 18 años</b>	<b>Entre 18 y 35 años</b>	<b>Mayores de 35 años</b>
7	6	4

### 3. Resultados

---

#### 3.1. Análisis de los resultados y representación gráfica.

##### Grado de interés acerca del conocimiento del Universo



*Ilustración 28.*

Un mayor número de mujeres que de hombres encuestados no siente interés alguno por la astronomía, sin embargo, a un mayor número de mujeres les interesa la observación del cielo nocturno.

Por el contrario el interés del aprendizaje de la astronomía ha resultado ser exclusivo de los hombres.

---

Aplicación de la Astroquímica mediante la identificación de elementos a partir de sus espectros de emisión.

### A la pregunta sobre si la astronomía ocupa un lugar relevante en nuestra sociedad

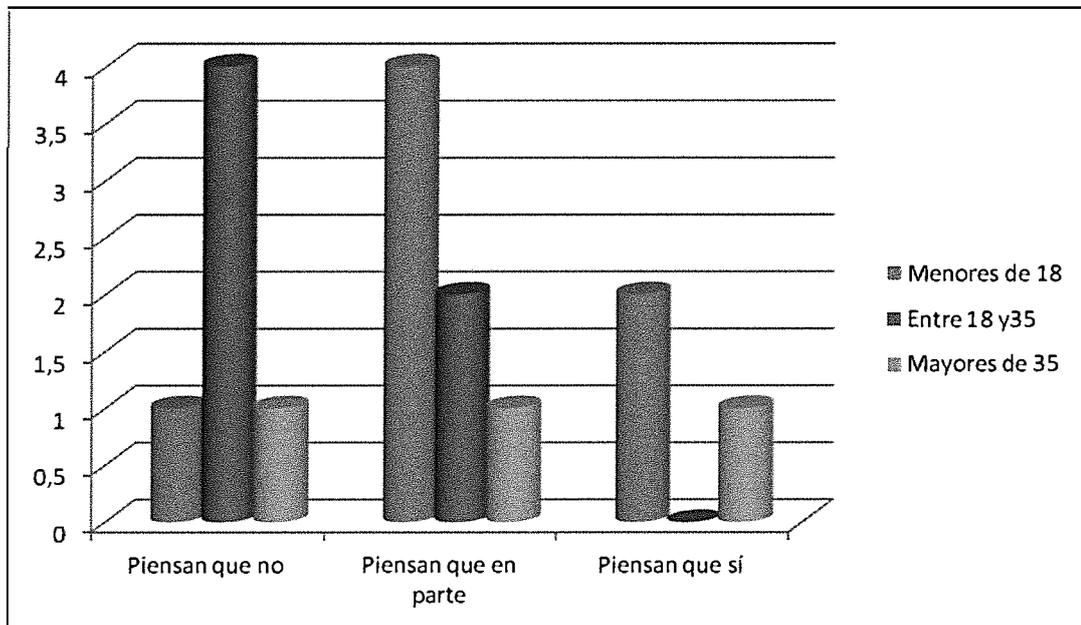


Ilustración 29.

Los encuestados cuya edad es comprendida entre los 18 y los 35 años piensan que no está valorada en nuestra sociedad, en contraposición con los menores de 18 años que opinan que sí está valorada en cierta manera, ocupando un puesto notable en la sociedad.

Aplicación de la Astroquímica mediante la identificación de elementos a partir de sus espectros de emisión.

### A la pregunta de qué era un espectroscopio:

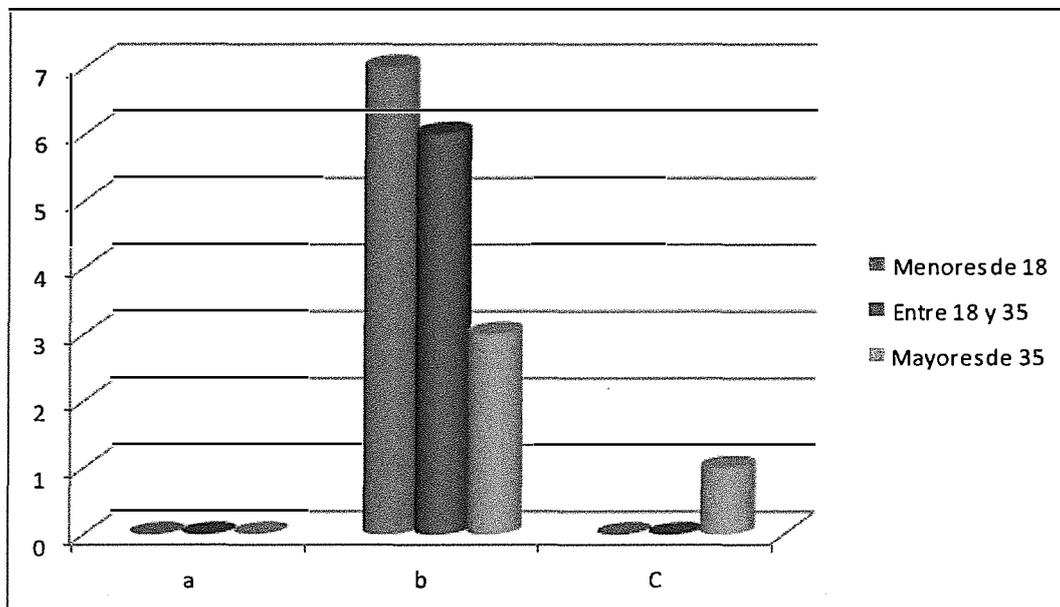


Ilustración 30.

En esta pregunta casi la totalidad de las personas encuestadas acertaron la respuesta correcta.

### 3.2. Valoración de los resultados obtenidos en los espectros de emisión.

El color obtenido tanto en los espectros de emisión como en los ensayos a la llama tiene su aplicación práctica en los fuegos artificiales, ya que poseen el mismo fundamento para adquirir la coloración característica.

#### 4. Conclusión.

---

Por tanto, se puede concluir que a través del espectro de emisión de cada elemento somos capaces de identificar éste último, e incluso, de predecir el color de la llama si ésta entrara en contacto con el elemento indicado.

En cuanto al grado de conocimiento de la sociedad, según los resultados, hay un desconocimiento por parte de la población acerca de los temas de la espectroscopia y la Astroquímica. Mostrando además, un bajo interés por su aprendizaje, más acentuado en las mujeres que en los hombres. He de recalcar que el número de encuestados no ha sido muy amplio, por lo que en investigaciones futuras, podrían variar los resultados.

Un trabajo interesante, pero  
sin un propósito claro,  
se requiere un trabajo intenso.  
No queda claro el propósito de la encuesta,  
ni su relevancia en el campo de la  
astrofísica.

Aplicación de la Astroquímica mediante la identificación de elementos a partir de sus espectros de emisión.

## 5. Bibliografía.

---

VITANCURT, Profesor Favio Gabriel. *Galileo Galilei (1564-1642). Área Epistemológica. Ciencia de la Educación: Filosofía de la Educación e Historia de la Educación.*

NICOLSON, Iain. **Astronomía.** Editorial Bruguera, S.A. 2ª Edición, octubre de 1980. Traducción de Juan Godó Costa.

AAVV. **Materia de Química. Modalidad de Ciencias y Tecnología. Segundo curso de Bachillerato.** Grupo edebé. Paseo San Juan Bosco,62 (Barcelona), 2009.

Espectros de absorción y de emisión. (en línea). Consejería de Educación de la Comunidad autónoma de Madrid (consultado el 12 de Diciembre de 2014).

Disponible

en

36

---

<http://herramientas.educa.madrid.org/tabla/espectros/spespectro.html>

GARRITZ RUÍZ, Andoni. **Espectros atómicos, modelo de Bohr y vieja teoría cuántica.** (en línea). (consultado el 12 de Diciembre de 2014). Disponible en [http://garritz.com/andoni\\_garritz\\_ruiz/documentos/Capitulo\\_3.pdf](http://garritz.com/andoni_garritz_ruiz/documentos/Capitulo_3.pdf)