

Absorbancia de Luz Violeta y Ultravioleta por Diferentes Medios

Ultraviolet and Violet Light Absorption by Different Media

Freddy Erazo G, Carlos Estrada T, Manuel Mafla N, Karla Reyes S

*Departamento de Física
Universidad de Nariño*

Resumen

En el siguiente trabajo se muestra la obtención experimental de los espectros de emisión de un bombillo LED violeta y un ultravioleta, comprobando de esta manera la pureza de los mismos. Además, se obtuvieron nuevos espectros que determinan la absorbancia de dicha radiación por varios medios como agua de grifo, agua destilada, alcohol verde, mezcla agua-azúcar, glicerina, aceite y alcohol blanco. El instrumento utilizado fue el espectrometro compacto de fibra óptica de ocean optics. Finalmente, se determinaron los medios que presentan una mayor y menor disminución en el porcentaje de intensidad en sus espectros respecto al de referencia, el cual es determinado por los espectros de los LEDs Violeta y Ultravioleta en ausencia de dichos medios.

Palabras Claves:

espectro, emisión, absorción, porcentaje de intensidad.

Abstract

The following work shows the experimental obtaining of the emission spectra of a violet and an ultraviolet LED bulb, thus checking their purity. In addition, new spectra were obtained that determine the absorbance of said radiation by various means such as tap water, distilled water, green alcohol, water-sugar mixture, glycerin, oil and white alcohol. The instrument used was the compact optical fiber spectrometer from ocean optics. Finally, the means that show a greater and lesser decrease in the percentage of intensity in their spectra with respect to the reference one were determined, which is determined by the spectra of the Violet and Ultraviolet LEDs in the absence of said means.

Keywords: spectra, emission, absorption, intensity percentage.

1. Introducción

Isaac Newton, en el siglo XVII, demostró que la luz que provenía del Sol o un sólido incandescente, como el filamento de un bombillo, (luz blanca), al pasarla a través de un prisma, se descomponía en los colores del arco iris. El espectro que se obtiene es continuo; contiene radiaciones de todas las longitudes de onda, desde el rojo al violeta, es decir, entre unos 700 y 400 nm.

Si tenemos un elemento gaseoso a elevada temperatura, se produce una emisión de luz que, al hacerla pasar por un prisma, se descompone en forma de un espectro discreto, que consta de una serie de líneas correspondientes a determinadas frecuencias y longitudes de onda. A este tipo de espectros se los conoce como espectros de emisión. Si una luz blanca atraviesa un gas, este absorbe determinadas radiaciones que aparecen como líneas negras, formando el espectro de absorción.

Cada elemento tiene siempre su propio espectro característico, por lo que los espectros atómicos sirven para la identificación de los elementos, con solo analizar la posición de las líneas de absorción y/o emisión [1].

Igualmente, es posible identificar a partir del análisis del espectro de una fuente luminosa, el poder de absorción de una sustancia, esto se consigue al determinar en primer lugar el espectro de la fuente sin ninguna interferencia y luego el espectro que resulta al pasar la radiación electromagnética a través de la sustancia o medio de interés.

A continuación se presenta el análisis del grado de absorción de la radiación UV y V de medios líquidos tales como: agua potable y no potable, alcohol, glicerina, entre otros.

1.1. Radiación UV

Se denomina radiación ultravioleta o radiación UV a la radiación electromagnética cuya longitud de onda esta comprendida aproximadamente desde los 15 nm a los 400 nm. Su nombre proviene debido a que su rango comienza desde longitudes de onda mas cortas de lo que los humanos identificamos como el color violeta, pero dicha luz o longitud de onda, es invisible al ojo humano al estar por encima del espectro visible [2].

1.2. Radiación V

Se llama violeta monocromático a la luz cuya longitud de onda dominante mide entre 380 y 420 nm. Violeta espectral es el color violeta de la región del espectro electromagnético que el ojo humano es capaz de percibir. Las frecuencias mas altas que el violeta, y, por lo tanto, de longitudes de onda mas cortas, se denominan ultravioletas y no son visibles.

1.3. Absorbancia

El concepto de absorbancia a determinada longitud de onda, A_λ , trata de la medida que refleja como se atenua la radiación cuando atraviesa un elemento. La absorbancia puede expresarse mediante un logaritmo que surge a partir del vinculo entre la intensidad que sale I , y la intensidad que ingresa a la sustancia, I_0 [3].

$$A_\lambda = -\log\left(\frac{I}{I_0}\right) \quad (1)$$

1.4. Espectrometro

El instrumento utilizado es un espectrometro compacto para el registro asistido por computadora de espectros de emisión y absorción, la entrada de luz se realiza a través de una guía de ondas de fibra óptica de movimiento libre. Dentro del espectrometro, la luz se divide mediante una rejilla fija y se proyecta en una matriz de CCD de silicio. Por lo tanto, la intensidad de todas las longitudes de onda se mide de forma simultanea, lo que permite realizar mediciones incluso de procesos que cambian rápidamente [4].

Para las mediciones de absorción, primero se mide un espectro de referencia, luego se coloca uno de los absorbentes (medio) que se investigara en la trayectoria de la luz. El software calcula la diferencia y a partir de ello valores tales como transmisión, absorción, etc.

1.4.1. Características

- Montaje: Czerny-Turner
- Detector: matriz de silicona CCD
- Rango de longitud de onda: 350 - 1000 nm
- Resolución: 2048 canales, ancho de banda óptica 2 nm (FWHM)
- Tiempo de integración: 3 ms a 1 s
- Conexión de la computadora: USB
- Fuente de alimentación: a través de USB
- Conexión de fibra: SMA 905
- Dimensiones: 89 mm x 63 mm x 34 mm
- Masa: 190 g

2. Descripción del Montaje

2.1. Primer montaje

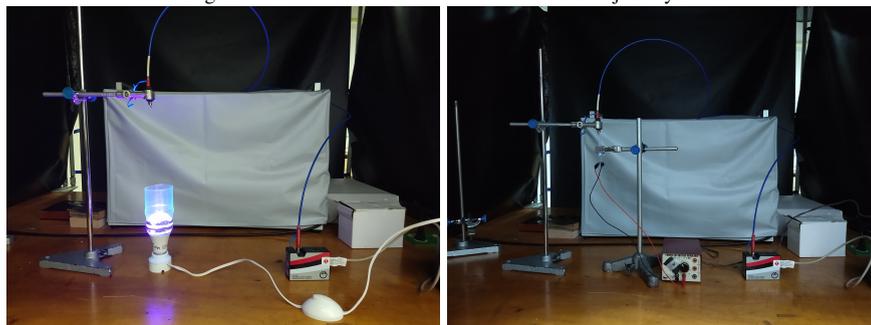
- Bombillo ultravioleta de 12 Watts y 110-130 Voltios
- Cable de cobre grueso para unir las diferentes piezas
- Base con boquilla de bombillo
- Interruptor para apagar y encender el circuito
- Cilindro de botella de plástico
- Balanza
- Espectrometro
- Silicona
- Densimetry
- Probata de 50 cm^3
- Portatil con programa spectralab

2.2. Segundo montaje

- Bombillo led violeta de 5 Voltios
- Cable de cobre delgado para unir las diferentes piezas
- Fuente de 5 voltios
- Pitollos
- Sustancias
- Agua de grifo de la universidad Nariño
- Agua destilada
- Alcohol verde
- Mezcla de agua con azúcar blanca
- Glicerina
- Aceite
- Balanza
- Espectrometro
- Silicona
- Densimetry
- Probeta de 50 cm^3
- Portatil con programa spectralab

En los dos montajes se realizo un circuito montado en serie, los circuitos contenían una fuente de poder, un interruptor y un bombillo. A su vez ambos tenían un cilindro de plástico puesto en el bombillo, pegado con silicona para evitar filtraciones y poder colocar diferentes sustancias de manera que se mantengan dentro del montaje, luego con ayuda de una base y un gancho de nuez se sostuvo la fibra de vidrio del espectrometro, y este a su vez se conecto a un portátil que contaba con el programa spectralab para poder ver los diferentes espectros. Los montajes utilizados se muestran a continuación en la Figura 1.

Figura 1. Instrumentation utilizada en los montajes 1 y 2.



3. Procedimiento Experimental

La practica consistia en la determinación de espectros de la luz violeta y ultravioleta para comparar dichos espectros experimentales con los teóricos obtenidos de los catálogos del fabricante, luego se agregaron diferentes sustancias y se compararon los nuevos espectros con los primeros. El procedimiento se detalla a continuación:

- (1) Se comparo el espectro experimental del bombillo ultravioleta con el espectro teórico determinado por el fabricante.
- (2) Una vez que el montaje ya estaba calibrado se encendio el bombillo ultravioleta usando corriente alterna, con ayuda del espectrometro y el programa se grabaron los espectros de la respectiva luz usada, luego se tomo un segundo espectro con las luces apagadas para restarlo al primer espectro grabado (espectro de ruido) y se guardo en el programa para ser comparado.
- (3) Se prepararon diferentes sustancias y se procedio a tomar las densidades experimentalmente usando un densimetry, en el caso de la mezcla de agua azucarada y glicerina se midia la densidad con la masa y el volumen de estas sustancias. Los resultados se muestran en la Tabla 1.
- (4) Se depositaron las diferentes sustancias en los cilindros de plástico y se registro un nuevo espectro, el cual fue tomado de la luz ultravioleta con la respectiva sustancia, y se comparo en una misma pantalla con el espectro ultravioleta antes medido.
- (5) Finalmente, el proceso anterior se repite con la luz violeta.

Tabla 1

Densidades de las sustancias utilizadas para determinar su absortividad.

Medio	Densidad (g/cm^3)
Agua de grifo	1.00
Agua destilada	0.98
Alcohol verde	0.97
Alcohol blanco	0.91
Aceite	0.94
Glicerina	1.25
Mezcla Agua-Azúcar	0.97

4. Análisis y Resultados

En la Figura 2 se presentan los espectros para el medio de referencia, para el bombillo LED violeta (V) y el bombillo ultravioleta (UV).

A partir de la medición aproximada de un porcentaje de intensidades al 10%, para la cual se considera una mayor densidad de espectro, se obtuvieron las longitudes de ondas experimentales presentes en cada bombilla:

1) Longitud de onda para LED V: $\lambda = 388.6 - 414.5nm$

) Longitud de onda para LED UV: $\lambda = 383.4 - 414.3nm$

Según la literatura los valores teóricos para las longitudes de onda de la luz Violeta y Ultravioleta son 380 – 420 nm y 15 – 400 nm respectivamente. De acuerdo a esto se presenta una concordancia con las longitudes de onda encontradas experimentalmente, con lo cual se comprobó que dichos bombillos están en el rango teórico establecido. Sin embargo, al observar la Figura 2 se encuentra una componente espectral con $I\% = 4.2$ y $\lambda = 797.0$ nm para el LED V y para el LED UV con $I\% = 5.0$ y $\lambda = 791.2$ nm. De esto se deduce que los bombillos no son completamente puros.

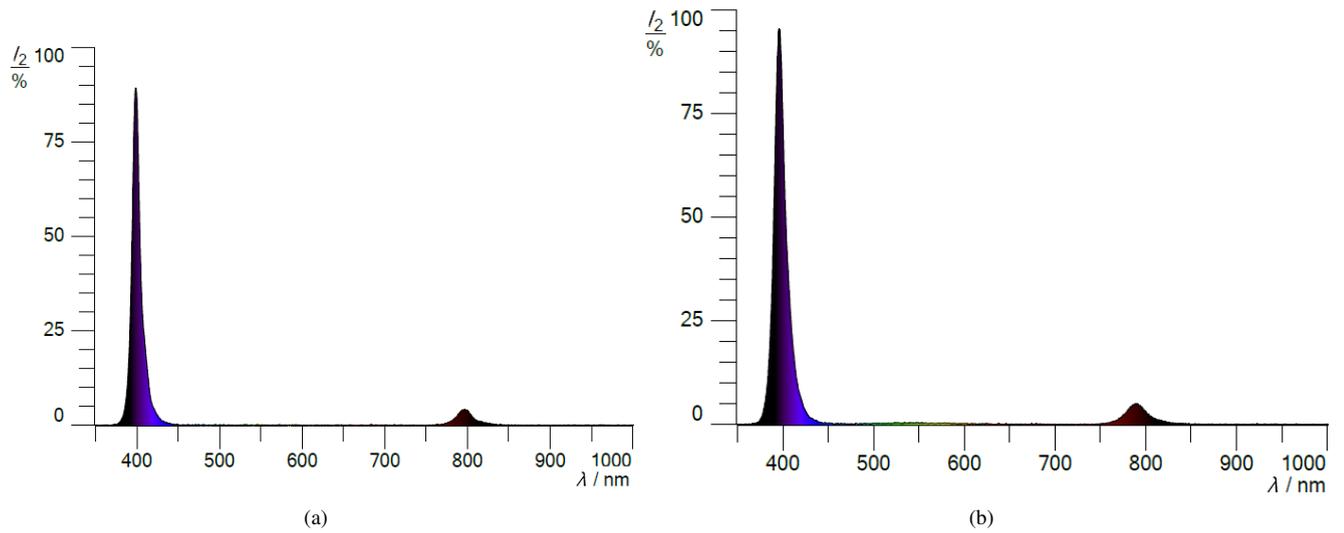


Figura 2. (a) Espectro bombillo LED violeta con un porcentaje de intensidad máxima de $I\% = 89.3$ y su respectiva longitud de onda $\lambda = 398.6\text{nm}$. (b) Espectro bombillo LED ultravioleta con un porcentaje de intensidad máxima de $I\% = 95.4$ y su respectiva longitud de onda $\lambda = 396.4\text{nm}$

4.1. Espectros con bombilla LED violeta

A continuación, las Figuras 3, 4 y 5 muestra los espectros de absorción para el bombillo LED violeta para los diferentes medios utilizados.

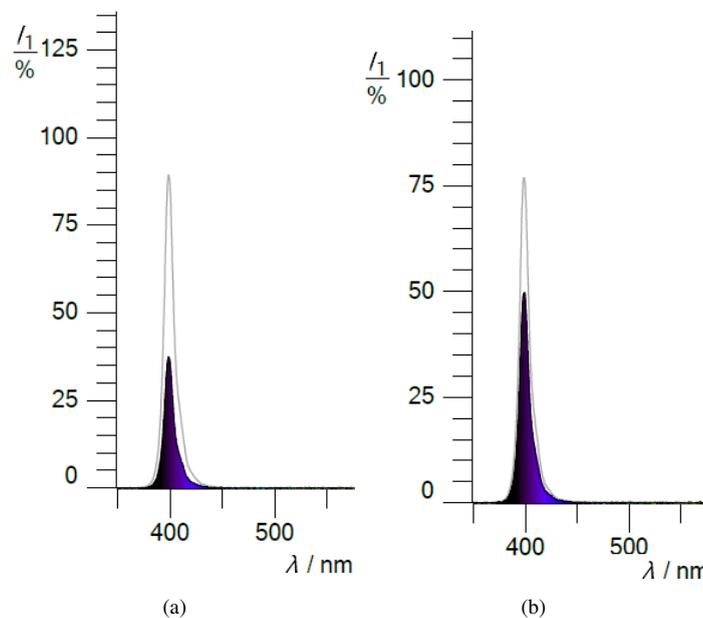


Figura 3. (a) Espectro bombillo LED violeta con medio de agua de grifo con un porcentaje de intensidad máxima de $I\% = 37.4$ y su respectiva longitud de onda $\lambda = 398.6\text{nm}$. (b) Espectro bombillo LED violeta con medio de agua destilada con un porcentaje de intensidad máxima de $I\% = 49.7$ y su respectiva longitud de onda $\lambda = 399.3\text{nm}$

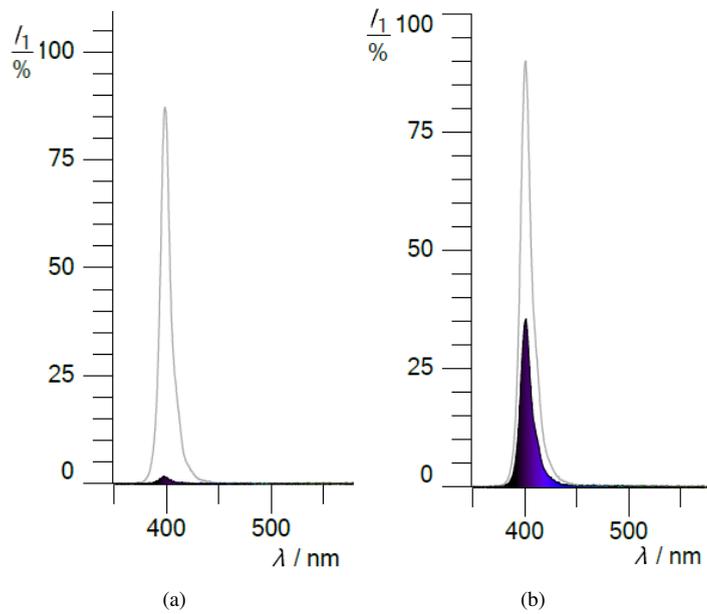


Figura 4. (a) Espectro bombillo LED violeta con medio de alcohol verde con un porcentaje de intensidad máxima de $I\% = 1.7$ y su respectiva longitud de onda $\lambda = 397.9\text{nm}$. (b) Espectro bombillo LED violeta con medio de mezcla de agua-azúcar con un porcentaje de intensidad máxima de $I\% = 27.5$ y su respectiva longitud de onda $\lambda = 398.6\text{nm}$

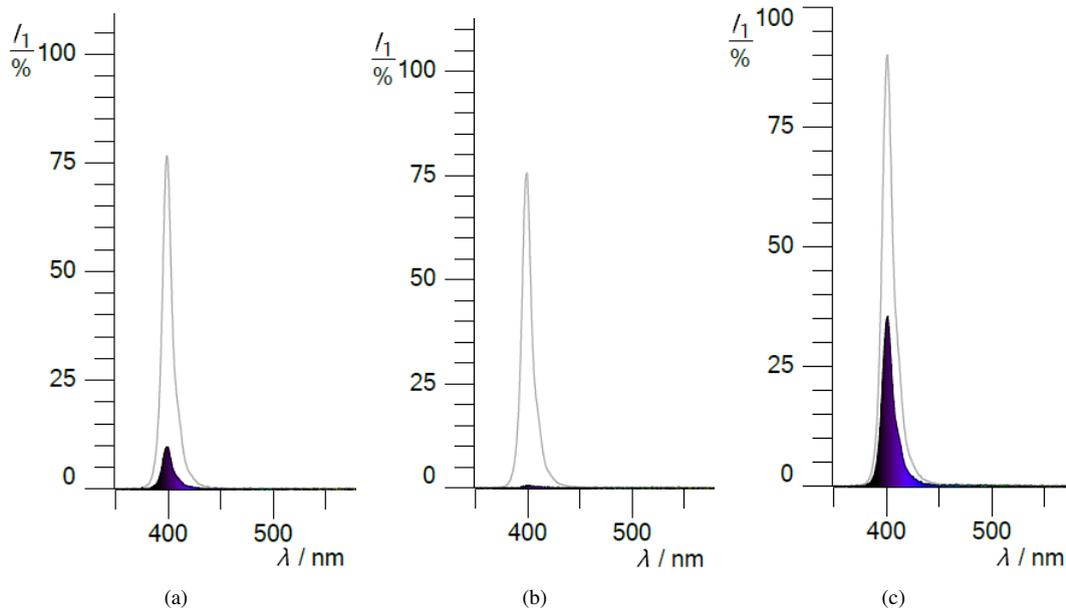


Figura 5. (a) Espectro bombillo LED violeta con medio glicerina con un porcentaje de intensidad máxima de $I\% = 9.6$ y su respectiva longitud de onda $\lambda = 399.0\text{nm}$. (b) Espectro bombillo LED violeta con medio de aceite con un porcentaje de intensidad máxima de $I\% = 0.6$ y su respectiva longitud de onda $\lambda = 400.1\text{nm}$. (c) Espectro bombillo LED violeta con medio de mezcla de alcohol blanco con un porcentaje de intensidad máxima de $I\% = 35.4$ y su respectiva longitud de onda $\lambda = 401.2\text{nm}$

4.2. Espectros con Bombillo LED ultravioleta

A continuación, las Figuras 6, 7 y 8 muestran los espectros de absorción para el bombillo LED ultravioleta para los diferentes medios utilizados como absorbentes.

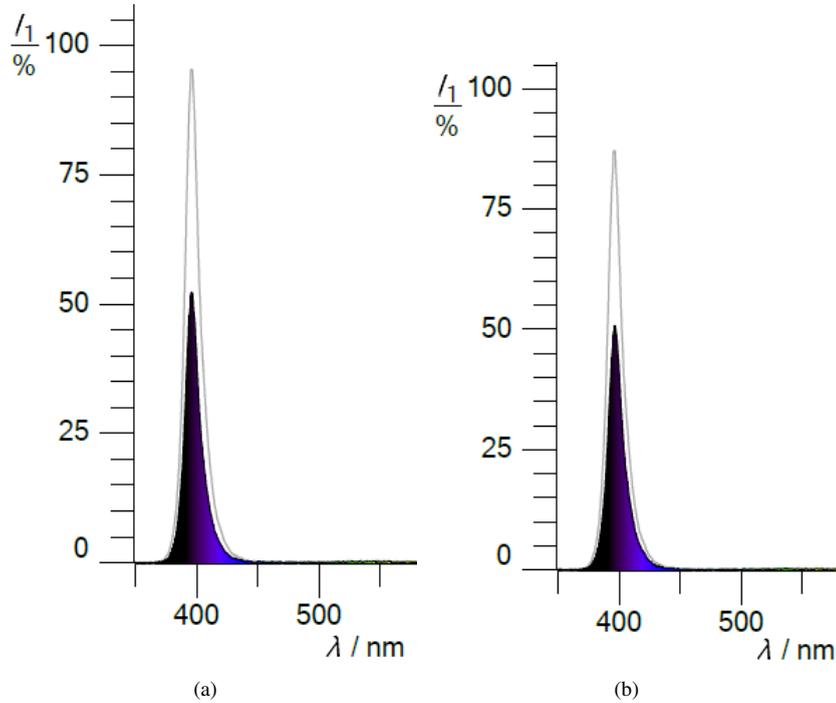


Figura 6. (a) Espectro bombillo LED ultravioleta con medio de agua de grifo con un porcentaje de intensidad máxima de $I\% = 52.2$ y su respectiva longitud de onda $\lambda = 396.4\text{nm}$. (b) Espectro bombillo LED ultravioleta con medio de agua destilada con un porcentaje de intensidad máxima de $I\% = 50.7$ y su respectiva longitud de onda $\lambda = 396.4\text{nm}$.

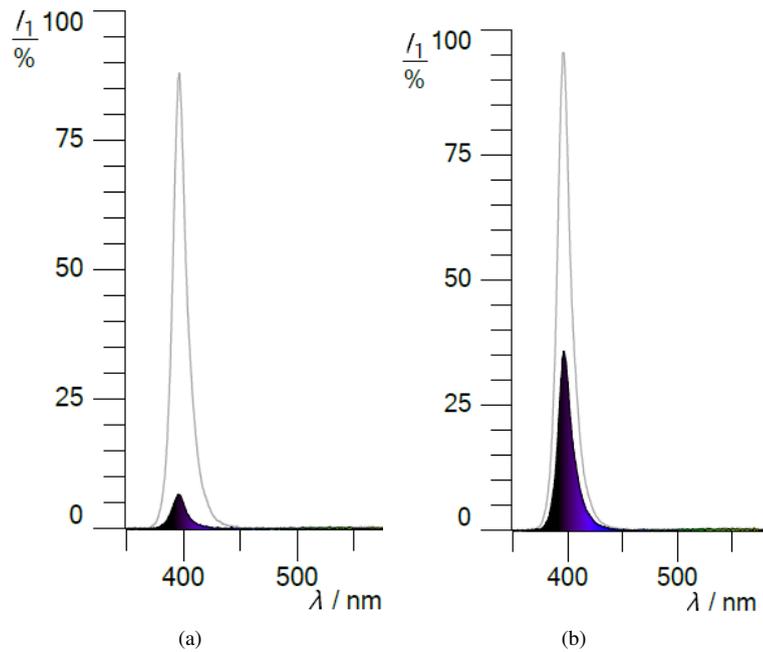


Figura 7. (a) Espectro bombillo LED ultravioleta con medio de alcohol verde con un porcentaje de intensidad máxima de $I\% = 6.6$ y su respectiva longitud de onda $\lambda = 395.3\text{nm}$. (b) Espectro bombillo LED ultravioleta con medio de mezcla de agua-azúcar con un porcentaje de intensidad máxima de $I\% = 35.9$ y su respectiva longitud de onda $\lambda = 396.4\text{nm}$.

A partir de los espectros encontrados, con ayuda del programa SpectraLab se determinaron los valores de longitudes de onda para las cuales el porcentaje de intensidades son máximos.

Seguido a esto se calculo la diferencia de los porcentajes de intensidades de la luz emitida por los bombillos en el aire y los porcentajes de intensidades con los medios, la cual es determinada por la ecuación 2.

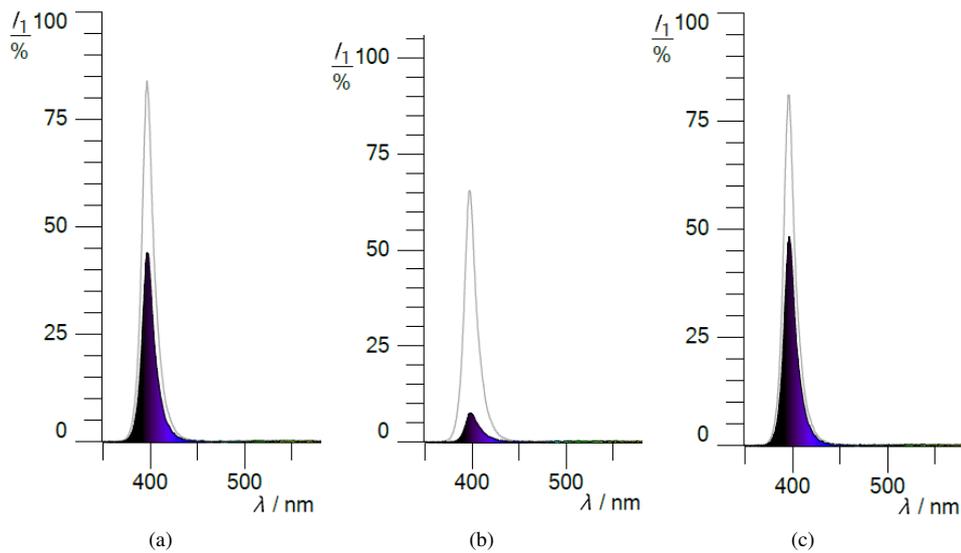


Figura 8. (a) Espectro bombillo LED ultravioleta con medio glicerina con un porcentaje de intensidad máxima de $I \% = 44.0$ y su respectiva longitud de onda $\lambda = 396.7\text{nm}$. (b) Espectro bombillo LED ultravioleta con medio de aceite con un porcentaje de intensidad máxima de $I \% = 7.5$ y su respectiva longitud de onda $\lambda = 397.9\text{nm}$. (c) Espectro bombillo LED ultravioleta con medio de mezcla de alcohol blanco con un porcentaje de intensidad máxima de $I \% = 48.2$ y su respectiva longitud de onda $\lambda = 396.4\text{nm}$.

$$I_D \% = I_2 \% - I_{2M} \% \tag{2}$$

Donde $I_D \%$, $I_2 \%$ y $I_{2M} \%$ representan la diferencia en porcentaje de intensidad, intensidad de referencia e intensidad con el medio, respectivamente.

Los resultados se muestran en la Tabla 2 y Tabla 3.

Tabla 2

Datos de Longitud de Onda y Porcentaje de Intensidad para el espectro de Referencia de un bombillo LED Violeta y de los medios utilizados

Medios	Espectro de Referencia(Aire)		Espectro con el Medio utilizado		$I_D \% = I_2 \% - I_{2M} \%$
	Intensidad (%)	$\lambda(\text{nm})$	Intensidad (%)	$\lambda(\text{nm})$	
1. Agua de Grifo	88.9	399.0	34.7	398.6	51.5
2. Agua Destilada	77.0	398.6	49.7	399.3	27.3
3. Alcohol Verde	87.2	398.6	1.7	307.9	85.5
4. Mezcla Agua-Azúcar	85.0	399.0	27.5	398.6	57.5
5. Glicerina	77.6	399.0	9.6	399.0	68.0
6. Aceite	75.7	399.3	0.6	400.1	75.1
7. Alcohol Blanco	90.1	400.8	35.4	401.2	54.7

Tabla 3

Datos de Longitud de Onda y Porcentaje de Intensidad para el espectro de Referencia de un bombillo LED Ultra-Violeta y de los medios utilizados

Medios	Espectro de Referencia(Aire)		Espectro con el Medio utilizado		$I_D \% = I_2 \% - I_{2M} \%$
	Intensidad (%)	λ (nm)	Intensidad (%)	λ (nm)	
1. Agua de Grifo	95.4	395.6	52.2	396.4	43.2
2. Agua Destilada	87.2	396.4	50.7	396.4	36.5
3. Alcohol Verde	88.0	396.4	6.6	395.3	81.4
4. Mezcla Agua-Azúcar	95.5	396.4	35.9	396.4	59.6
5. Glicerina	84.0	396.7	44.0	396.7	40.0
6. Aceite	65.5	397.5	7.5	397.9	58.0
7. Alcohol Blanco	81.1	395.6	48.2	396.4	32.9

Los resultados de la Tabla 2 y Tabla 3 se ordenaron en orden descendente con respecto a la diferencia de porcentajes de la intensidad como se muestra a continuacion.

Tabla 4

Orden descendente para la diferencia de porcentajes de la intensidad

Bombillo LED V	Bombilla LED UV
Alcohol Verde	Alcohol Verde
Aceite	Mezcla agua-azúcar
Glicerina	Aceite
Mezcla agua-azúcar	Agua grifo
Alcohol blanco	Glicerina
Agua grifo	Alcohol blanco
Agua destilada	Agua destilada

De la Tabla 4, se observa que para las dos fuentes de luz, violeta y ultravioleta se encontró que el alcohol verde y el agua destilada presentan la mayor y menor diferencia de porcentaje de intensidades ($I\%$) respectivamente. Además de esto, se presenta un orden de mayor a menor diferencia de porcentaje de intensidades para los medios de Aceite, Glicerina y alcohol blanco. Por lo tanto de orden ascendente de los porcentajes de intensidades para las dos fuentes de luz difiere con los medios de agua de grifo y mezcla de azúcar-agua. Para conocer la causa de esta variación se recomienda realizar experimentos complementarios. Por otra parte se observa que para los medio de Alcohol Verde y Aceite se presenta una mayor diferencia de porcentaje de intensidad lo cual puede radicar en la influencia del color verde y amarillo presente en estos medios respectivamente. Esto da lugar a posibles investigaciones en lo que refiere en la coloración del medio.

Un hipótesis para la variación de los resultados presentados en la Tabla 4, es la dependencia de la intensidad con el medio a estudiar. Para esto se calcularon experimentalmente las densidades de cada sustancia, resultando un orden descendente de la siguiente manera:

- Glicerina
- Agua grifo
- Agua Destilada
- Alcohol Verde
- Mezcla agua-azúcar
- Aceite
- Alcohol Blanco

De lo cual se muestra en las siguientes graficas, Figuras 9 y 10 la diferencia de porcentaje de intensidad en función de la densidad del medio a analizar. De esta manera comparando con el orden obtenido en la Tabla 4 para cada

Figura 9. Variación del porcentaje de intensidad con respecto a la densidad con el bombillo LED Violeta

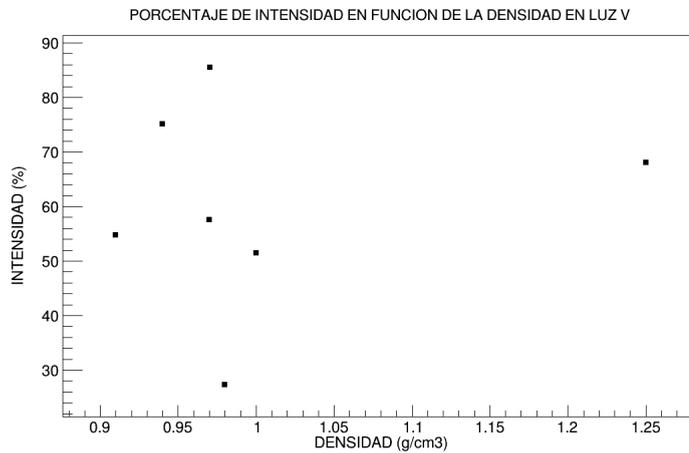
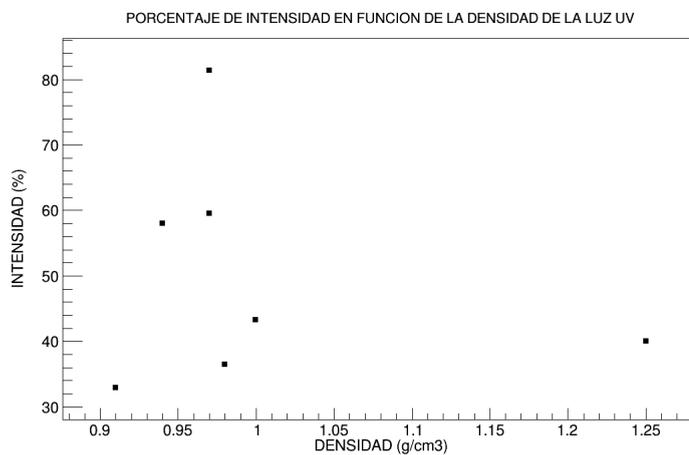


Figura 10. Variación del porcentaje de intensidad con respecto a la densidad con el bombillo LED Ultravioleta



experimento, se demuestra cualitativamente que la variación de la intensidad de cada medio es independiente de la densidad del mismo. Así pues, se presenta que la variación del porcentaje de intensidad es independiente de la densidad del medio.

5. Conclusiones

- Las longitudes de onda de los espectros de los bombillos Violeta y Ultravioleta están en el rango obtenido de la literatura. Sin embargo con los espectros obtenidos se encuentra que no son completamente puros.
- Para las seis sustancias estudiadas se obtuvo que el Alcohol verde y el agua destilada presentan una mayor y menor diferencia de porcentaje de intensidades respectivamente.
- La variación del porcentaje de intensidades entre los espectros de los medios estudiados y los de referencia (Aire), son independiente de la densidad de los mismos.
- La longitud de Onda en los espectros de Luz Violeta y Ultravioleta no presentan un cambio considerable ante la presencia de un medio.
- Para los medios de Alcohol verde y de aceite se obtiene que en los dos experimentos de Bombillo LED Violeta y Ultra- violeta presentan una considerable diferencia de porcentaje de intensidad, lo cual se requiere una investigación mas detallada ante el color como una variable del medio.
- La variación del porcentaje de intensidad es independiente de la densidad del medio.

6. Recomendaciones

Para próximos experimentos enfocados a los objetivos propuestos en el presente informe se recomienda:

- Considerar la misma altura para cada sustancia empleada, dado que se observó que este factor influye en el cambio de intensidades de la luz incidente con la luz transmitida.
- Emplear sustancias de diferentes colores para observar la absorción de la intensidad de la luz cuando pasa por el medio.
- Reducir la cantidad de luz proveniente del exterior al momento de desarrollar el experimento.
- Procurar que en el lugar de trabajo (mesa) se reduzcan las vibraciones generadas por movimientos de los experimentadores.
- Tener en cuenta que Spectralab permite graficar longitud de onda, energía, y frecuencia, para tener una comparación más amplia.

Referencias

- [1] Suzuki, H. (2012). *Electronic absorption spectra and geometry of organic molecules: An application of molecular orbital theory*. Elsevier.
- [2] Ávila, D. A. G. (2015). Luz ultravioleta. *Revista Sthetic & Academy*.
- [3] Sosa, I., & Sanchez, J. L. L. Instituto de Biotecnología.
- [4] <http://www.utm.mx/~labfis/Espectros.pdf>