Gin-tonic: fluorescence in a cocktail bar Gin-tonic: fluorescencia en un bar de copas

S. Vallmitjana^{*S}, I. Juvells^S, A. Carnicer^S

*Universitat de Barcelona (UB). Departament de Física Aplicada i Òptica
Martí i Franquès 1, 08028 Barcelona*

(*) E-mail: santi.vallmitjana@ub.edu

S: miembro de SEDOPTICA / SEDOPTICA member

Received / Recibido: 03/06/2015

. Accepted / Aceptado: 18/06/2015

DOI: 10.7149/OPA.48.2.105

ABSTRACT:

We introduce a picture for illustrating the fluorescence phenomenon in quinine when illuminated with light of different wavelengths. This is intended to highlight a popular known fact: gin-tonic displays a beautiful cyan-blue color under certain lighting conditions in bars and nightclubs.

Key words: Fluorescence, Laser, Education in Optics

RESUMEN:

Introducimos una imagen para ilustrar el fenómeno de la fluorescencia en la quinina cuando se ilumina con luz de diferentes longitudes de onda. Con ello se pretende poner de relieve un hecho conocido popularmente: el gin-tonic muestra un bonito color turquesa bajo ciertas condiciones de iluminación en los bares y discotecas.

Palabras clave: Fluorescencia, Láser, Educación en Óptica

Fig. 1. Demostración experimental de la fluorescencia del agua tónica.

REFERENCES AND LINKS / REFERENCIAS Y ENLACES

- [1] Pese a que la ginebra es incolora, algunos fabricantes añaden componentes vegetales para darle una cierta tonalidad azulada
 - [2] J. E. O'Reilly, "Fluorescence experiments with quinine," J. Chem. Educ. **52**, 610-612 (1975).
<http://dx.doi.org/10.1021/ed052p610>
 - [3] A. Gallitto, S. Agnello and M. Cannas, "School adopts an experiment: the photoluminescence in extravirgen olive oil and in tonic water," Phys. Educ. **46**, 599-603 (2011).
<http://dx.doi.org/10.1088/0031-9120/46/5/015>
 - [4] S. Heredia, "Experiencias para observar el fenómeno de fluorescencia con luz ultravioleta", Rev. Eureka Enseñ. Divul. Cien. **5**, 377-381 (2008).
 - [5] J.R. Lakowicz, Principles of Fluorescence Spectroscopy, New York, Springer US (2006).
<http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-46312-4>
 - [6] J. Schanda, *Understanding the CIE System*, John Wiley & Sons, Hoboken NJ (2007).
-

1. Introduction

En los últimos tiempos el gin-tonic se ha convertido en una bebida de moda. En los bares, terrazas y discotecas ha pasado a ser una de las bebidas más consumidas. En estos últimos lugares, sobretodo, se ha hecho famoso el característico color azul que adquiere en determinadas circunstancias. La causa de este color es la quinina, compuesto que tiene un uso terapéutico contra la malaria y que forma parte del agua tónica, compuesto básico del gin-tonic. El fenómeno físico que produce este color es la fluorescencia que se produce en la quinina cuando se somete a radiación violeta o ultravioleta [1].

La finalidad de este artículo es mostrar este fenómeno desde un punto de vista experimental, analizando el comportamiento de la quinina frente a radiaciones de diferentes longitudes de onda.

2. Explicación del fenómeno y realización experimental.

La fluorescencia consiste en la emisión de radiación electromagnética por parte de las moléculas de una sustancia fluorescente (en nuestro caso el sulfato de quinina presente en el agua tónica envasada) que pasan a un estado excitado a consecuencia de la absorción de la energía de los fotones de la luz que las ilumina. La intensidad de esa radiación emitida es proporcional a la concentración del sulfato de quinina [2-4].

En la fluorescencia la energía total emitida en forma de luz es siempre menor a la energía total absorbida y la diferencia entre ambas se disipa en forma de calor. Por este hecho, en la mayoría de los casos, como el que nos ocupa, la longitud de onda emitida es mayor, y por lo tanto de menor energía, que la absorbida. En general las sustancias fluorescentes absorben la energía en forma de radiación electromagnética de onda corta (radiación gamma, rayos X, ultravioleta, luz azul), y luego la emiten nuevamente con una longitud de onda más larga, dentro del espectro visible [5].

En las aguas tónicas la quinina se encuentra presente en concentraciones de entre 25 y 80 partes por millón. La absorción se produce en el ultravioleta próximo y en las longitudes de onda más cortas del visible, con dos máximos de excitación: uno en torno a los 250 nm y otro alrededor de 350 nm. El máximo de emisión por fluorescencia está alrededor de unos 450 nm y corresponde a una tonalidad cian, independientemente de la longitud de onda de la radiación excitadora.

La fotografía presentada (Fig. 1) muestra la imagen de una botella de agua tónica a través de la cual cruza un haz láser. En la parte superior se trata de un láser rojo, con longitud de onda de 655nm. En la intermedia el láser es verde, de 532nm. Finalmente en la parte inferior se ha utilizado un láser de color violeta, cuya longitud de onda es de 405nm.

Como puede observarse la radiación roja y la verde no producen fluorescencia y por ello el haz del láser a través del agua tónica es del mismo color que el incidente. Podemos observar el haz en el interior del líquido puesto que éste es dispersivo. Al contrario, la luz proveniente del láser violeta sí que produce

fluorescencia. Por ello el haz que atraviesa el agua tónica cambia de color (pasa a ser cian) y además se ve más ancho, debido a la fluorescencia de las moléculas de sulfato de quinina.

Fig. 2. Recreación de la iluminación de un local nocturno en el laboratorio.

La Fig. 2 muestra una botella de agua tónica iluminada con una fuente de luz negra. Vale la pena hacer notar que este tipo de imágenes son muy frecuentes en internet, tanto en páginas de divulgación como de recetas de bebidas. La realización experimental llevada a cabo es muy simple (ver Fig. 3). La luz de un láser diodo con la longitud de onda elegida (roja, verde o violeta) se hace incidir en la botella de agua tónica con un fondo negro para que destaque. En la Fig. 1 se ha procurado que el haz incidente pase rasante a la pantalla de fondo para que pueda observarse su trayectoria.

Fig. 3. Realización experimental con un láser de luz violeta.

Para ilustrar el fenómeno, en la Fig. 4(a) se presenta el espectro de la luz fluorescente, obtenida mediante un espectrómetro compacto con fibra óptica modelo Red Tide USB650 de Ocean Optics. Se observa el máximo de 409 nm correspondiente a la luz violeta del láser incidente y la distribución de luz fluorescente, centrada en unos 480 nm. Estos resultados concuerdan con las explicaciones dadas anteriormente a partir de los datos de la bibliografía. A partir del espectro, se han calculado las coordenadas de color (excluyendo la contribución del láser), obteniéndose $X=0.21$, $Y=0.32$. En la Fig. 4(b)

se muestran estas coordenadas de color sobre el diagrama cromático CIE 1931, dejando de manifiesto que concuerda con el color turquesa observado. Para una explicación detallada sobre cómo calcular las coordenadas de color a partir del espectro, el lector puede acudir a cualquier manual de colorimetría, como por ejemplo el que se cita en [6].

Fig. 4. (a) Espectro de la luz incidente y de la luz de fluorescencia. (b) representación del color de fluorescencia sobre el diagrama cromático CIE 1931.

Finalmente, para mostrar que la fluorescencia de la quinina también se produce si la excitación no es visible sino de longitud de onda inferior, en la Fig. 5 se muestra el mismo proceso de fluorescencia utilizando como luz incidente el haz de un láser ultravioleta de Nd-YAG de 355 nm de longitud de onda. Ahora el haz no es visible pero dentro de la tónica la fluorescencia es perfectamente observable.

Fig. 5. Fluorescencia del agua tónica cuando se excita con luz ultravioleta.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad proyectos FIS2012-38244 y FIS2013-46475.