

**Artículo de divulgación científica**<https://doi.org/10.61767/mjte.003.3.0411>

Garrido-Hernández et al., 2024

Recibido: 21-10-2024

Revisado: 09-11-2024

Aceptado: 10-11-2024

Publicado: 20-12-2024

Iluminando el mundo: Un viaje a través de la luminiscencia

Illuminating the world: A journey through luminescence

Aristeo Garrido-Hernández^{1*}, Lidia Chávez-Geronimo² y Joan Reyes-Miranda¹¹ Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, Departamento de Materiales, Av. San Pablo Xalpa 180, San Martín Xochinahuac, Azcapotzalco, 02128 Ciudad de México, México.² Universidad Tecnológica de Tecámac. Carretera Federal México Pachuca Km. 37.5 Predio Sierra Hermosa, Tecámac, Estado de México. C.P. 55740.*Correspondencia: agh@azc.uam.mx

Resumen

La luz ha sido un tema fascinante a lo largo de la historia, tanto desde una perspectiva espiritual como científica. La luz es una forma de energía electromagnética visible que percibimos a través de las células fotorreceptoras, conos y bastones, en nuestros ojos. La evolución de las fuentes de luz ha avanzado desde el uso del fuego hasta tecnologías modernas como el LED. Además, la luminiscencia, en sus diversas formas, es clave en la vida moderna, brindando iluminación eficiente y una amplia gama de aplicaciones tecnológicas cotidianas.

Palabras clave: Luminiscencia, luz, onda electromagnética.

Abstract

Light has been a fascinating subject throughout history, both from a spiritual and scientific perspective. The light is a form of visible electromagnetic energy that we perceive through the photoreceptor cells, cones and rods, in our eyes. Light sources have evolved from fire to modern technologies like LED. Furthermore, luminescence, in its various forms, plays a key role in modern life, providing efficient lighting and a wide range of everyday technological applications.

Keywords: Luminescence, light, electromagnetic wave.

1. Introducción

Desde el inicio de la civilización, la luz ha sido un tema que ha fascinado al ser humano. A lo largo

de la historia, numerosos escritos hacen referencia a la luz como un atributo al que todo ser humano aspira alcanzar, equiparando su



Artículo de divulgación científica

Garrido-Hernández et al., 2024

presencia con la claridad y su ausencia con la oscuridad. Vivir en luz, hoy en día implica comprender qué es lo que realmente deseamos en nuestra vida y la claridad en nuestras metas y propósitos.

En términos físicos, la luz se define como la interacción de la energía electromagnética con los objetos que puede ser percibida por el ojo humano como una variedad de colores como azul, verde, rojo, etc. está en función de la longitud de onda que va de 400 a 700 nanómetros (Coluccio, 2021). Curiosamente, esta misma diversidad de colores se manifiesta en fenómenos naturales como los arcoíris, donde la luz se descompone en sus componentes fundamentales, ofreciendo un espectáculo visual que es parte de la belleza y complejidad de la luz en la naturaleza.

Un dato que tal vez no conozcas es la cantidad de colores que el ser humano puede percibir que son 10 millones de colores (Milo, 2022). Una pregunta válida sería ¿qué es el color? para proveer una respuesta a esta interrogante es necesario saber que cuando la luz incide en un objeto, este absorbe parte de esa luz y refleja el resto. La luz reflejada entra en el ojo humano a través de la córnea, la parte más externa del ojo, lo que hace que el color percibido dependa de la iluminación del entorno. Si alguna vez has estado en una discoteca, sabes a qué me refiero.

¿Sabías que la retina de nuestros ojos es la encargada de captar la luz? La retina cuenta con dos tipos de células fotorreceptoras sensibles a la luz, conocidas como conos y bastones (ver Figura 1). Los conos se activan en condiciones de alta luminosidad, mientras que los bastones lo hacen en condiciones de baja luminosidad en términos más sencillos en el día y la noche. La mayoría de las personas tienen alrededor de 6 millones de conos y 110 millones de bastones (Purves et al., 2001). Los conos contienen pigmentos o moléculas capaces de detectar el color. Habitualmente, los seres humanos poseen tres tipos de pigmentos en los conos: rojo, verde y azul. Cada tipo de cono es sensible a diferentes longitudes de onda de luz visible. Durante el día,

la luz reflejada sobre un objeto, una naranja activa tanto los conos rojos como los verdes. Después de que los impulsos nerviosos son procesados, percibimos el color, que en este caso sería el amarillo. Sin embargo, cuando hay poca luz, los conos no funcionan, por lo que los bastones toman el control de la visión. El inconveniente de los bastones es que son poco sensibles al color, por lo que percibimos los objetos en tonos de gris en condiciones de baja luminosidad (Goldstein, 2014). En el reino animal, algunos pájaros, insectos y peces tienen 4 tipos de conos, lo que les permite ver la luz ultravioleta, una longitud de onda imperceptible para el ojo humano. Por otro lado, otros animales, como los perros, tienen menos tipos de conos, lo que limita su capacidad para percibir colores en comparación con los humanos (Douglas et al., 2014).

La rotación de la Tierra es responsable de la alternancia entre el día y la noche. Sin embargo, debido a la inclinación del eje terrestre y la posición del sol en relación con diferentes regiones, la duración del día puede variar. Esto se traduce en regiones con periodos prolongados de luz solar y otras con largas noches. Por ejemplo, países cercanos a los polos, como Noruega o Alaska, experimentan largos días de verano con luz casi constante, conocidos como "noches blancas", mientras que durante el invierno experimentan largas noches oscuras (Perelman, 2015). Por otro lado, en lugares ecuatoriales, como Ecuador o Kenia, la duración del día y la noche tiende a ser más uniforme a lo largo del año. Este fenómeno ha permanecido desde el origen de la humanidad por lo cual ha existido una necesidad apremiante de tener fuentes de iluminación para por realizar actividades cuando hay ausencia de luz o presencia de oscuridad.

En tiempos antiguos, la luz se percibía como una cualidad inherente a la materia, una emanación presente en todas las cosas. Se asociaba estrechamente con el Sol, considerado el soberano entre los astros en la mayoría de las religiones y concepciones cosmogónicas de las civilizaciones antiguas, y, por ende, se relacionaba con el calor y la vitalidad. Los griegos



Artículo de divulgación científica

Garrido-Hernández et al., 2024

de la antigüedad comprendían la luz como una manifestación cercana a la verdad esencial de las cosas. Filósofos como Empédocles y Euclides dedicaron sus esfuerzos al estudio de la luz, descubriendo muchas de sus propiedades físicas. Con el advenimiento del Renacimiento europeo

en el siglo XV, el interés y la exploración de la luz experimentaron un notable avance, impulsados por los progresos en la física moderna y la óptica (Montero, 2007).

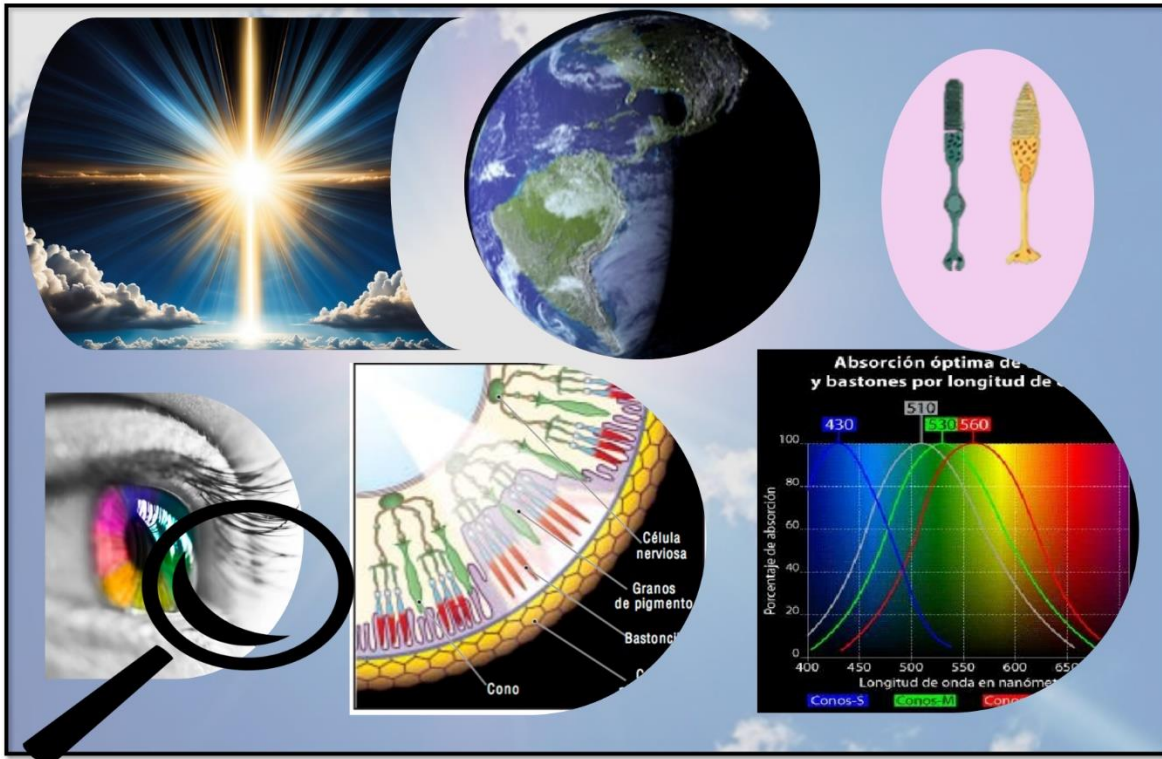


Figura 1. Representación de la Luz como Fenómeno Divino y Natural, incluyendo el Ciclo Día-Noche, Componentes del Ojo (Bastones y Conos), y su Naturaleza como Onda Electromagnética.

2. Historia de la iluminación

Desde la prehistoria, la humanidad tuvo la necesidad de iluminar sus entornos. Desde el descubrimiento del fuego, se utilizó tanto para proporcionar calor como para iluminar cuevas o cavernas. La llama, resultado de la combustión de combustibles como madera, carbón de leña y grasas animales en presencia de oxígeno y una fuente de ignición, representó la primera forma de iluminación artificial utilizada por el hombre hace aproximadamente 500,000 años. Los primeros candiles, probablemente aparecieron hace unos 50,000 años, empleando aceites o

grasas de origen animal como combustibles. Inicialmente, se utilizaban cráneos para contener estos combustibles. Hace unos 4,500 años, en la región de Ur, en Mesopotamia, se empleaban valvas de moluscos marinos como lámparas. En la antigua Grecia, se utilizaron candiles llamados "lúchnoi", fabricados con una variedad de materiales como metales y cerámica, similares a lo que hoy se conoce como lámpara de Aladino. La vela, tal como la conocemos, fue inventada en Egipto alrededor del siglo XIV a.C. (De la Peña, 2018).



Artículo de divulgación científica

Garrido-Hernández et al., 2024

En el siglo X a.C., se presume que se utilizaban lámparas de aceite fabricadas en cerámica en la región del Mediterráneo, especialmente en Cártago y Fenicia. En la antigua Roma, las lámparas de aceite eran comunes para la iluminación. En 1804 Friedrich Winzer, inventor alemán, patentó la iluminación a gas de hulla. Las lámparas de queroseno derivado del petróleo por destilación se desarrollaron en Estados Unidos en 1859. Sir Joseph Swan y Thomas Edison inventaron la primera lámpara eléctrica incandescente en la década de 1870. Edison encendió la primera lámpara con filamento de carbono en Nueva York el 27 de octubre de 1879, que permaneció encendida durante dos días continuos. En 1901 se inventó la lámpara de vapor de mercurio, precursora de la lámpara fluorescente. Just y Haran fabricaron en 1906 una lámpara con filamento de tungsteno que reemplazaba al de carbono, y un año más tarde, se sustituyeron los filamentos de tungsteno por filamentos de wolframio. En 1913, se fabricaron las primeras bombillas incandescentes rellenas con gas. En 1911, Georges Claude inventó la lámpara de neón en Francia. La lámpara fluorescente se patentó en 1927, y los bulbos de estas lámparas están recubiertos en su parte interior para maximizar la eficiencia (Schubert, 2006).

La iluminación a gas permitió la iluminación con sodio de baja presión y mercurio de alta presión en la década de 1930, y el desarrollo de la luz eléctrica reemplazó al gas en los hogares. El químico inglés Sir Humphry Davy inventó la primera lámpara eléctrica de arco, la cual su principal funcionamiento es por incandescencia de un hilo fino de platino en el aire al aplicar tensión en sus extremos para que circulase

corriente. Basándose en los descubrimientos de Davy, el francés Foucault desarrolló una lámpara de arco, que producía luz mediante la descarga eléctrica entre dos electrodos de carbón, utilizada para el alumbrado exterior en las calles (Sánchez, 2018). Es muy interesante observar que la iluminación por años de alguna forma u otra se conservó como llama, producto de la combustión, hasta inclusive patentes que tenía como funcionamiento la quema de combustible. Más adelante, el dominio de la electricidad facilitó la iluminación artificial de hogares y ciudades, liberando a la humanidad de su dependencia exclusiva del sol o de la quema de combustibles como el gasoil o el queroseno.

El siglo XIX marcó un hito en la historia de la iluminación con la invención de la bombilla eléctrica por Thomas Edison en 1879 (Friedel et al., 1986). La bombilla incandescente revolucionó la forma en que iluminábamos nuestros hogares y espacios de trabajo al proporcionar una fuente de luz constante y confiable. Posteriormente, se desarrollaron tecnologías de iluminación más eficientes, como las lámparas fluorescentes y las lámparas LED, que han reemplazado en gran medida a las bombillas incandescentes en la actualidad. La Figura 2 muestra las fuentes más representativas en la historia de la iluminación.

Hoy en día, existen diversas fuentes que generan luminiscencia, gracias a los avances en electrónica y óptica que han permitido aplicaciones de la luz antes inconcebibles. Este progreso ha ampliado nuestra comprensión del funcionamiento físico de la luz, impulsado en parte por las teorías cuánticas y los avances significativos en física y química. Antes de presentarte estos avances explicaremos los tipos de luminiscencia.



Artículo de divulgación científica

Garrido-Hernández et al., 2024

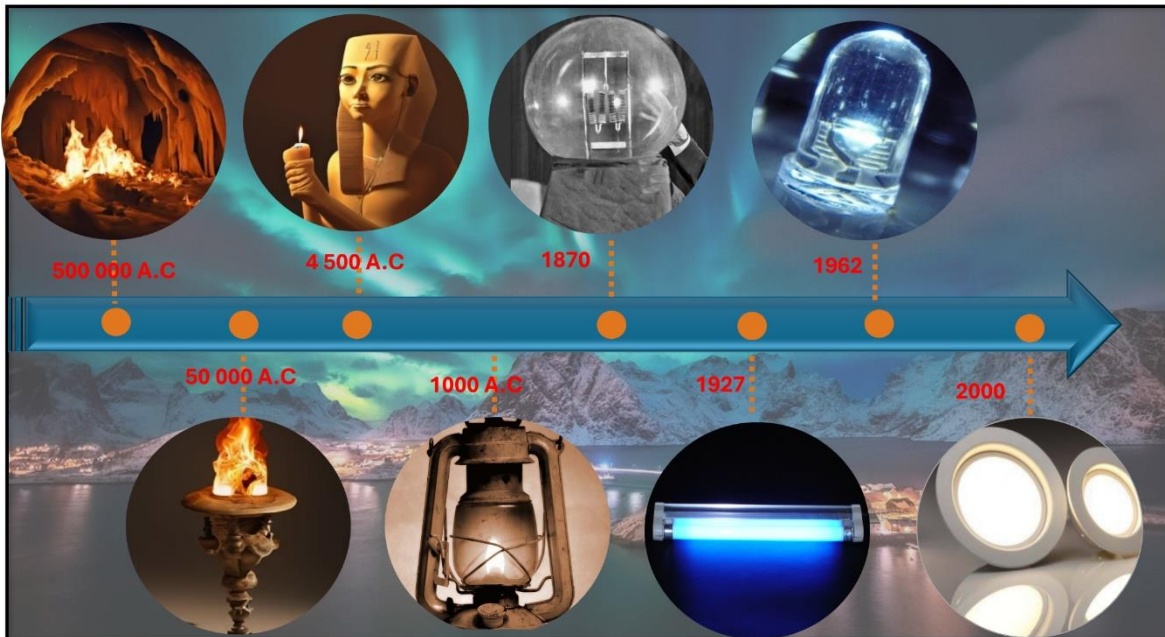


Figura 2. Evolución de las fuentes de la iluminación desde la prehistoria.

3. Tipos de luminiscencia y su empleo en el mundo actual

Cuando se emplea el término de luminiscencia se refiere a todo proceso de emisión de luz, el cual no se asocia a altas temperaturas. Ha estado en una habitación con focos incandescente, aquellos que tiene un filamento que se calienta hasta el rojo vivo e irradia luz, de hecho, viene del proceso de incandescencia que es precisamente la emisión de calor por acción de las altas temperaturas (más de 1000 °C). Por otro lado, la luminiscencia también se le conoce como “luz fría” ya que muchos dispositivos que emiten esta luz prácticamente no se eleva la temperatura, en resumen, es la emisión de radiación lumínica en condiciones de temperatura ambiente o baja. Dependiendo de la energía que la origina, la luminiscencia se clasifica en: fotoluminiscencia, fluorescencia, fosforescencia, termoluminiscencia, quimioluminiscencia, triboluminiscencia, electroluminiscencia y radioluminiscencia (observa algunos en ejemplos en la Figura 3) (Lakowicz, 2006).

La fotoluminiscencia tiene su origen cuando ondas electromagnéticas (rayos UV, rayos X, etc.) producen una luz visible con mayor longitud de onda, es decir, no se trata de un fenómeno óptico de difracción, refracción o reflexión donde la longitud de onda no varía. Si la emisión cesa rápidamente ($\tau < 0.00000001$ segundos) cuando se retira la fuente de excitación se le conoce como fluorescencia, si la emisión persiste en el tiempo ($\tau > 0.00000001$ segundos) se denomina fosforescencia.

Ahora imagina que un material es bombardeado con electrones acelerados (rayos catódicos), si este material produce luz, se le denominará catodoluminiscencia. Cuando el irradia con rayos α , β o γ , es decir ondas de gran energía, si este emite luz se le denominará radioluminiscencia, sabias que este fenómeno fue observado por primera vez por Pierre Curie y Marie Curie con el elemento radio. Además de la excitación por radiaciones ionizantes, la luminiscencia puede generarse también mediante una reacción química (quimioluminiscencia), energía mecánica (triboluminiscencia), energía eléctrica



Artículo de divulgación científica

Garrido-Hernández et al., 2024

(electroluminiscencia), energía producida por organismos vivos (bioluminiscencia), ondas

sonoras (sonoluminiscencia), etc.

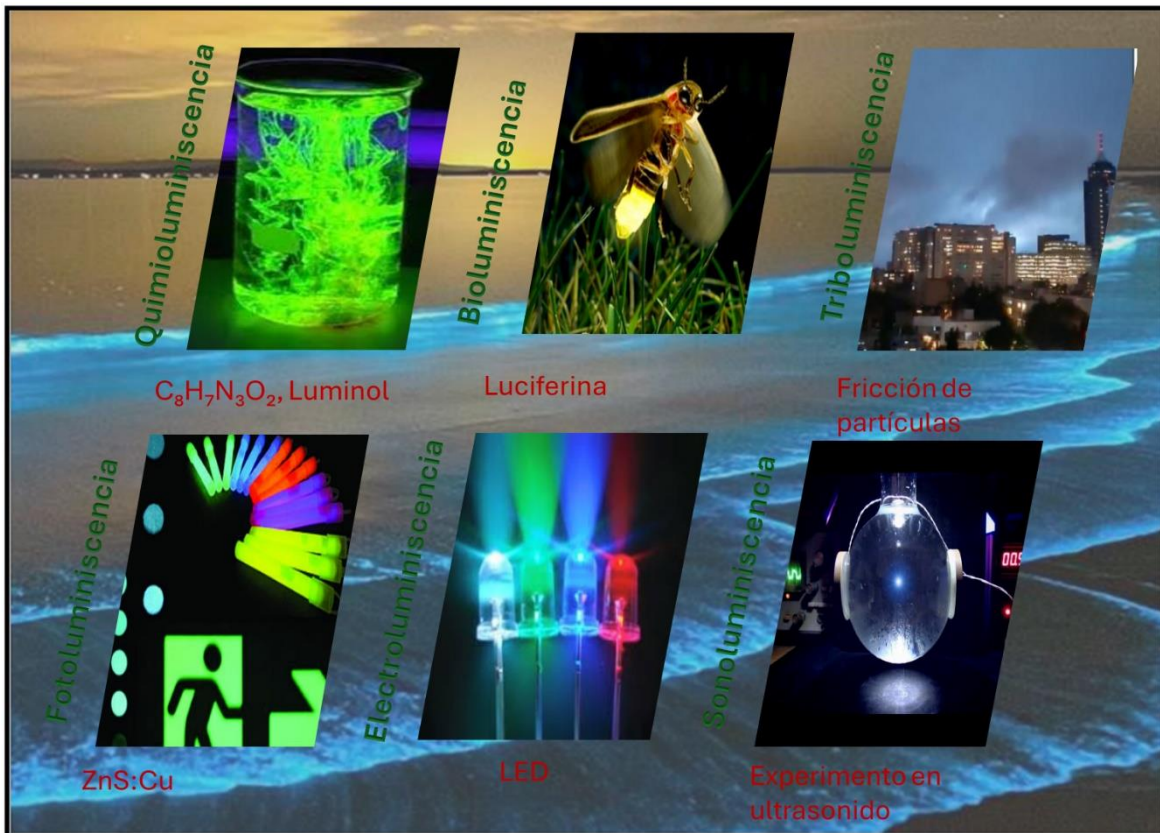


Figura 3. Tipos de luminiscencia y ejemplos en la vida diaria.

4. La luminiscencia en la vida cotidiana

La luminiscencia desempeña un papel fundamental en numerosos aspectos de nuestra vida cotidiana, desde la iluminación de nuestras calles hasta la visualización de información en pantallas digitales. Hoy en día, no solo se utiliza el término luminiscencia para describir fuentes de iluminación, sino también para referirse a dispositivos que emiten luz. De hecho, existen numerosas aplicaciones cotidianas en las que la luminiscencia juega un papel fundamental. Veamos algunos ejemplos de dispositivos que hacen uso de materiales luminiscentes comunes. Los relojes luminosos, cuyas agujas y marcas en el dial están recubiertas con materiales que brillan

en la oscuridad, como el tritio o compuestos de zinc sulfuro, estos materiales tienen la capacidad de emitir luz en la noche, aunque se le haya retirado la fuente de excitación, es un ejemplo claro de la fosforescencia. Las señales de emergencia y los marcadores en edificios y medios de transporte, que emplean materiales luminiscentes para garantizar la visibilidad en situaciones de baja luz o emergencia. Los monitores y televisores de pantalla plana, que utilizan diodos orgánicos emisores de luz (OLED) para producir imágenes luminosas y vibrantes (Marroquín et al., 2022).

Los juguetes y dispositivos de seguridad para niños, que a menudo incorporan materiales luminiscentes para aumentar la visibilidad y la diversión durante la noche. Las luces de



Artículo de divulgación científica

Garrido-Hernández et al., 2024

señalización en dispositivos electrónicos, como teléfonos móviles y equipos de audio, que utilizan LED para indicar el estado de funcionamiento o la recepción de notificaciones. Estos son solo algunos ejemplos de cómo la luminiscencia se

integra en nuestra vida diaria a través de una variedad de dispositivos y aplicaciones, mejorando la visibilidad, la seguridad y la experiencia de usuario (ver Figura 4).



Figura 4. Aplicaciones de la luminiscencia en la vida cotidiana.

Las tendencias futuras en la iluminación se centran en la sostenibilidad, la eficiencia energética y la innovación tecnológica. Se están desarrollando nuevas tecnologías de iluminación LED más eficientes y versátiles, lo que permite una iluminación más personalizada y adaptable a las necesidades individuales. Además, la investigación en bioluminiscencia artificial está explorando la posibilidad de utilizar organismos bioluminiscentes para crear fuentes de luz sostenibles y de bajo consumo de energía.

5. Conclusión

La luz es una necesidad fundamental que ha evolucionado desde simples antorchas hasta sofisticadas tecnologías de iluminación. A través de avances en física y óptica, la comprensión de la luz ha dado lugar a innovaciones como los sistemas LED y las investigaciones sobre bioluminiscencia artificial. La luminiscencia ha

promovido un aumento en la tecnología, mejorando la vida cotidiana mediante aplicaciones en seguridad, entretenimiento y comunicación. Investigaciones actuales demuestran que el futuro de la iluminación es prometedor, con enfoques hacia la sostenibilidad y la eficiencia energética.

6. Referencias

1. Coluccio Leskow, E. (2021). Espectro visible. Enciclopedia Concepto. <https://concepto.de/espectro-visible/>
2. De la Peña, L. (2018). La naturaleza de la luz. Revista Digital Universitaria. <http://doi.org/10.22201/codeic.16076079e.2018.v19n3.a1>



Artículo de divulgación científica

Garrido-Hernández et al., 2024

3. Friedel, R., & Israel, P. (1986). Edison's electric light: Biography of an invention. Rutgers University Press.
4. Goldstein, E. B. (2014). Sensation and perception (9th ed.). Cengage Learning.
5. Lakowicz, J. R. (2006). Principles of fluorescence spectroscopy (3rd ed.). Springer.
6. Marroquín-Flores, J., Romero-Gutiérrez, L. E., Colorado-Peralta, R., & Hernández-Romero, D. (2022). Los compuestos químicos y los seres vivos: ¿cómo se origina la luminiscencia? Revista Ciencia UANL. <https://cienciauanl.uanl.mx/ojs/index.php/revista/article/view/290>
7. Milo, A. (2022). Así es como los arcoíris se generan y adquieren su forma. National Geographic en Español. <https://www.ngenespanol.com/naturaleza/po-r-que-un-arcoiris-es-curvo/>
8. Montero, F. (2007). El sol en las civilizaciones antiguas. Panta Rei. https://www.researchgate.net/publication/312442739_El_sol_en_las_civilizaciones_antiguas
9. Mukamal, R. (2017). Cómo ven los humanos en color. American Academy of Ophthalmology. <https://www.aao.org/salud-ocular/consejos/como-ven-los-humanos-en-color>
10. Perelman, Y. (2015). Astronomía recreativa. Fundación Carlos Slim.
11. Purves, D., Augustine, G. J., Fitzpatrick, D., Katz, L. C., LaMantia, A.-S., McNamara, J. O., & Williams, S. M. (Eds.). (2001). Neuroscience (2nd ed.). Sinauer Associates.
12. Sánchez-Arreseigor, J. J. (2018). La lámpara de Davy: Iluminar la mina y evitar explosiones. National Geographic Historia. https://historia.nationalgeographic.com.es/a/lampara-davy-iluminar-mina-y-evitar-explosiones_13138
13. Schubert, E. F. (2006). Light-emitting diodes. Cambridge University Press.