



---

**Universidad de Valladolid**

# **Investigación educativa mediante revisión bibliográfica de artículos sobre la didáctica del concepto de luz en Educación Secundaria Obligatoria**

Máster en Profesor de Educación Secundaria Obligatoria  
y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de  
Idiomas

*MARIA MANGAS ALONSO*

*CURSO 2023/24*

*TUTORA: SUSANA QUIROS ALPERA*

## Índice

<b>Resumen.....</b>	<b>2</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>3</b>
<b>1. Introducción.....</b>	<b>4</b>
<b>2. Justificación del tema escogido.....</b>	<b>5</b>
<b>3. Objetivos.....</b>	<b>8</b>
<b>4. Marco teórico y contextual.....</b>	<b>8</b>
<b>5. Metodología.....</b>	<b>10</b>
<b>6. Revisión sistemática.....</b>	<b>11</b>
Búsqueda inicial.....	12
Búsqueda sistemática.....	24
<b>7. Resultados.....</b>	<b>27</b>
<b>8. Análisis de los resultados.....</b>	<b>33</b>
<b>9. Conclusiones.....</b>	<b>36</b>
<b>10. Limitaciones y trabajos futuros.....</b>	<b>38</b>
<b>11. Contribución del TFM a los ODS.....</b>	<b>38</b>
<b>12. Bibliografía.....</b>	<b>40</b>

## Resumen

Este estudio investiga la efectividad de la enseñanza del concepto de luz en la educación secundaria, evaluando la consistencia de los enfoques pedagógicos y recursos didácticos utilizados. Se llevó a cabo una revisión sistemática según las directrices PRISMA-2020, consultando la base de datos Google Scholar, identificando 14 estudios relevantes. Los hallazgos destacan la diversidad de métodos pedagógicos empleados, enfocados principalmente en experimentos prácticos y demostraciones visuales que mejoran la comprensión de fenómenos ópticos como la reflexión y la refracción. Aunque estos métodos muestran mejoras significativas en la comprensión conceptual, se subraya la necesidad de desarrollar estrategias más robustas para la implementación y evaluación. Estos resultados enfatizan la importancia de una enseñanza efectiva de del concepto luz desde edades tempranas para promover el pensamiento científico entre los estudiantes de secundaria, sugiriendo además la mejora continua de recursos didácticos y la formación del profesorado para optimizar la educación científica.

Palabras clave: *Fotón, onda electromagnética, didáctica, visión, ojo y color.*

## Abstract

This study investigates the effectiveness of teaching the concept of light in secondary education, assessing the consistency of pedagogical approaches and educational resources used. A systematic review was conducted following PRISMA-2020 guidelines, consulting the Google Scholar database and identifying 14 relevant studies. Findings highlight the diversity of pedagogical methods employed, primarily focusing on practical experiments and visual demonstrations that enhance understanding of optical phenomena such as reflection and refraction. While these methods show significant improvements in conceptual comprehension, the need to develop more robust strategies for implementation and evaluation is underscored. These results emphasize the importance of effective teaching of the concept of light from an early age to foster scientific thinking among secondary school students, suggesting continuous improvement of educational resources and teacher training to optimize scientific education.

Keywords: *photon, electromagnetic wave, didactics, vision, eye, colors.*

# 1. Introducción

En el contexto de la Educación Secundaria Obligatoria (ESO), la enseñanza de conceptos científicos como el de la luz representa un desafío significativo. Este concepto es crucial no solo en física, sino también en diversas disciplinas científicas y tecnológicas. La comprensión profunda de la luz no solo requiere enfoques teóricos sólidos, sino también metodologías didácticas efectivas que faciliten su aprendizaje en el ámbito educativo.

La didáctica de la luz en la ESO ha sido objeto de investigación debido a sus complejidades y las dificultades que enfrentan los estudiantes al intentar conceptualizarla. Investigaciones recientes destacan la importancia de desarrollar enfoques pedagógicos que integren tanto la teoría como la práctica, permitiendo a los estudiantes explorar y experimentar con fenómenos luminosos en su entorno (Cakmakci, 2021; Ozen & Ayvaci, 2022). Esto no solo facilita una mejor comprensión conceptual, sino que también aumenta el interés y la motivación de los estudiantes hacia las ciencias (Eryilmaz & Sungur, 2020).

La investigación educativa en este campo se centra en identificar estrategias efectivas para la enseñanza de conceptos complejos como la luz. Se ha encontrado que el uso de métodos como el aprendizaje basado en problemas y la indagación promueve una comprensión más profunda y duradera entre los estudiantes (López-Melero, 2023). Estos enfoques no solo ayudan a superar las barreras conceptuales, sino que también fomentan el desarrollo de habilidades críticas y analíticas necesarias para la ciencia.

El presente trabajo se centra en realizar una revisión exhaustiva de la literatura académica sobre la enseñanza del concepto de luz en la ESO. Para abordar esta investigación, se utilizará la metodología PRISMA-2020, reconocida por su rigurosidad en la revisión sistemática de la literatura. Esta metodología permitirá identificar y evaluar diferentes enfoques pedagógicos utilizados, así como explorar los recursos didácticos más efectivos para mejorar la comprensión de este tema entre los estudiantes. Se llevará a cabo una revisión bibliográfica detallada que incluirá la consulta de bases de datos académicas.

## 2. Justificación del tema escogido

La enseñanza de la ciencia en educación secundaria obligatoria es crucial. En España, el alumnado de ESO muestra un empobrecimiento creciente en aspectos relacionados con la cultura científica, según lo demuestran los últimos informes PISA (Charro et al., 2013). La adolescencia trae consigo desafíos específicos debido a los cambios propios de esta etapa de desarrollo. Además, los sucesivos cambios legislativos en educación y los rígidos currículos a los que se enfrenta el profesorado complican aún más la enseñanza en estos niveles.

En una sociedad donde los niveles de conocimientos científicos y tecnológicos son claramente mejorables, resulta preocupante nuestra dependencia de la tecnología sin la formación adecuada para entenderla. Por eso, es importante no solo enseñar a los estudiantes un lenguaje científico, sino también ayudarlos a entender y cuestionar las creencias sobre la ciencia y a reconocer las desigualdades que pueden surgir cuando se usa de manera incorrecta. La enseñanza de la ciencia, en especial de la física, es esencial en la educación secundaria porque proporciona los fundamentos necesarios para comprender el mundo que nos rodea y fomenta el pensamiento crítico y analítico en los estudiantes. Entre los conceptos científicos clave que se abordan en este nivel educativo, el concepto de luz destaca por su relevancia tanto en el ámbito científico como en el cotidiano (Yosoytuprofe, 2017).

La óptica, una de las ramas más antiguas de la física, se centra en la ciencia de la luz y comenzó cuando el ser humano trató de explicar su naturaleza y la relación con el fenómeno de la visión. Este campo no solo es fascinante por sus aplicaciones prácticas, sino también por los principios fundamentales que nos permite entender sobre el funcionamiento del universo (Remón López & Molero Avilés, 2015).

La elección de centrar el Trabajo de Fin de Máster (TFM) en la didáctica del concepto de luz se basa en la formación en óptica de la autora y en la observación de que este tema no recibe una adecuada explicación en la educación secundaria, según investigaciones previas. Según Sarmiento Ortiz y García Contreras (2021), "el concepto de luz y sus fenómenos asociados, como la refracción y la reflexión, a menudo no son explicados

adecuadamente en los currículos de secundaria, y en muchos casos, apenas se abordan". La experiencia académica y profesional de la investigadora en el campo de la óptica ha proporcionado una comprensión clara de la importancia de enseñar estos conceptos de manera efectiva desde etapas tempranas. Se considera que una comprensión sólida de la luz y sus propiedades es esencial no solo para futuros científicos e ingenieros, sino también para cualquier persona interesada en entender mejor el entorno tecnológico contemporáneo.

Este TFM tiene como objetivo investigar cómo se enseña el concepto de luz en la educación secundaria, evaluando las metodologías y estrategias didácticas empleadas.

En el currículo de ESO de Castilla y León, siguiendo la ley LOMLOE, el concepto de luz se aborda específicamente en la asignatura de Física y Química. Según el Decreto 39/2022, de 29 de septiembre, que establece la ordenación y el currículo de la ESO en esta comunidad autónoma, la enseñanza del concepto de luz se integra en el bloque de contenidos de Física.

En 2º de la ESO, dentro de la materia de Física y Química, no se determina con exactitud que los estudiantes comiencen a explorar los fundamentos de la luz, pero el curriculum recoge un estándar evaluable que dice "Formulación de cuestiones e hipótesis sobre la energía, propiedades y manifestaciones que la describan como la causa de todos los procesos de cambio. Identificación de las diferentes formas de energía, su transformación y conservación mediante ejemplos." La luz es una manifestación fundamental de la energía. Además, la transformación de la luz en diferentes formas de energía es un concepto clave en la física y otras ciencias. La fotosíntesis en plantas transforma la energía lumínica en energía química, los paneles solares convierten la luz solar en energía eléctrica y la visión humana y de otros animales depende de la luz para convertir energía luminosa en señales nerviosas que el cerebro interpreta. Por lo tanto, para cumplir con los objetivos curriculares de identificar las formas de energía y sus transformaciones, el estudio de la luz es imprescindible. Entender la luz y sus propiedades no solo ayuda a explicar numerosos fenómenos naturales y tecnológicos, sino que también proporciona una base para comprender cómo se manifiesta y se conserva la energía en el universo.

Además, en 4º de la ESO, los contenidos de Física y Química se profundizan. Concretamente dentro del tercer bloque, la energía, queda recogido que se tiene que tratar el concepto de luz. “Transferencias de energía: el trabajo y el calor como formas de transferencia de energía entre sistemas relacionados con fuerzas: conceptos de trabajo y potencia, o la diferencia de temperatura: concepto de calor y equilibrio térmico entre dos sistemas. La luz y el sonido como ondas que transfieren energía”. Se abordará por tanto la definición y tipos de energía se abordan temas relacionados con la luz, como las ondas electromagnéticas y sus aplicaciones prácticas.

En 1º de ESO, el currículo no especifica de manera explícita el estudio de la luz, ya que en 1º no se cursa la asignatura de Física y Química y en otras asignaturas no se estudia este término. En cambio, en 3º ESO sí que se da la asignatura de Física y Química, pero no se aborda este concepto ya que se centran en otros fundamentos de la Física y Química que sirven como preparación para los conceptos más avanzados que se introducen en los cursos superiores.

Aunque el concepto de luz también se aborda en la asignatura de Educación Plástica y Visual en 3º de ESO según el currículo de Castilla y León bajo la ley LOMLOE, donde se estudian aspectos relacionados con la percepción de la luz en el espacio tridimensional, como las posiciones del foco luminoso y cómo estas afectan la apariencia de los objetos. Se analiza cómo la luz natural y artificial influye en la percepción de volúmenes, formas y texturas, y se estudian diferentes tipos de iluminación, como la frontal, lateral, inferior, cenital y posterior, y su impacto en el dibujo y la expresión artística, este proyecto se centra exclusivamente en la asignatura de Física y Química. Este proyecto se enfoca en analizar las metodologías y estrategias didácticas utilizadas específicamente para enseñar el concepto de luz en la asignatura de Física y Química.

A través de una revisión bibliográfica exhaustiva, pretendo identificar las mejores prácticas y las áreas de mejora en la enseñanza de este concepto crucial, contribuyendo así a una educación científica más sólida y efectiva.



### 3. Objetivos

#### Objetivo general:

Identificar y evaluar diferentes enfoques pedagógicos y recursos didácticos utilizados en la enseñanza del concepto de luz en las diversas etapas de la Educación Secundaria.

#### Objetivos específicos:

1. Realizar una revisión sistemática de la literatura científica sobre la didáctica del concepto de luz en educación secundaria utilizando la metodología PRISMA-2020.
2. Diseñar criterios de inclusión y exclusión para la selección de los hallazgos extraídos de la búsqueda sistemática.
3. Comparar los distintos enfoques de la enseñanza del concepto de luz para un mismo nivel educativo y entre distintos niveles.

### 4. Marco teórico y contextual

La luz es una forma de energía que nos es familiar desde tiempos ancestrales, pero su comprensión científica comenzó hace unos doscientos años. Históricamente, los humanos han dependido del Sol como la principal fuente de luz y energía, utilizando primero el fuego y luego diversas tecnologías como lámparas de aceite, velas, y finalmente luces eléctricas para iluminar sus vidas (De la Peña, 2018). La naturaleza de la luz ha intrigado a la humanidad a lo largo de la Historia, desde que los antiguos griegos la consideraban una propiedad inherente a la materia hasta el Renacimiento europeo, cuando su estudio experimentó un gran avance, desarrollándose la Física moderna y la Óptica. Con el surgimiento de la electricidad, la iluminación artificial se convirtió en una realidad, liberando a la humanidad de la dependencia exclusiva del Sol. Este progreso sentó las bases para el desarrollo de la ingeniería óptica en el siglo XX, gracias al cual se lograron avances tecnológicos significativos, como el láser, la fotografía, el cine y los paneles fotovoltaicos, impulsados por la comprensión cada vez mayor de la física de la luz, en parte gracias a las teorías cuánticas y los avances en la Física y la Química (Coluccio Leskow, 2022)

La luz tiene una naturaleza dual, comportándose tanto como onda como partícula, un fenómeno explicado por la física clásica y la teoría cuántica. La teoría de ondas fue demostrada por Thomas Young en el siglo XIX, quien mostró que la luz produce patrones de interferencia. James Clerk Maxwell luego estableció que la luz es una onda electromagnética, una oscilación de campos eléctricos y magnéticos. Con el avance de la teoría cuántica, se descubrió que la luz también puede comportarse como partículas discretas llamadas fotones, una idea que Einstein amplió al describir los fotones como paquetes de energía (Smith, 2020).

La luz, se desplaza siempre en línea recta a una velocidad definida y constante. La frecuencia de las ondas lumínicas determina el nivel de energía de la luz, diferenciando así la luz visible de otras formas de radiación. Aunque la luz en general ya sea del Sol o de una lámpara, se muestra blanca, contiene ondas con longitudes de onda que corresponden a cada color del espectro visible. Los colores que percibimos son el resultado de cómo nuestro cerebro interpreta diferentes frecuencias de luz que llegan a nuestros ojos. Cada frecuencia se percibe como un color distinto, con la luz blanca siendo una combinación de todas las frecuencias visibles. Esta comprensión de la luz y su naturaleza ha permitido innumerables avances tecnológicos, desde la iluminación artificial hasta las comunicaciones modernas y la exploración científica del universo (De la Peña, 2018)

Además, Waks Serra (2015) destaca que "El estudio de la luz conecta múltiples disciplinas, lo que enriquece la educación interdisciplinaria. Por ejemplo, en Biología, se explora cómo el ojo humano percibe la luz y cómo diferentes longitudes de onda se interpretan como colores" Este conocimiento es crucial para entender procesos biológicos básicos y aplicaciones médicas, como la optometría y las tecnologías de imagen médica. En química, se estudian las interacciones de la luz con la materia, lo que es esencial para comprender fenómenos como la fotosíntesis y las reacciones fotoquímicas. En tecnología, se analizan aplicaciones prácticas como la fibra óptica y las pantallas de dispositivos electrónicos, que son omnipresentes en la vida moderna. En arte, también está muy presente el concepto de la luz, tanto en la pintura como en los vitrales o en formas modernas de arte como el Lightpainting (Waks Serra, 2015). Este enfoque

interdisciplinario no solo enriquece el aprendizaje, sino que también prepara a los estudiantes para resolver dudas relacionando conocimientos de diversas áreas.

## **5. Metodología**

En el presente trabajo se llevará a cabo una revisión sistemática. Para ello se realizará una consulta de base de datos utilizando términos de búsqueda específicos relacionados con la didáctica del concepto de luz en la educación secundaria, con el fin de conocer cómo se aborda este tema en dicho nivel educativo. Un concepto tan amplio como la luz necesita ser abordado de manera efectiva para promover una comprensión profunda de este fenómeno.

Al explorar la literatura existente sobre este tema, se pretende identificar enfoques pedagógicos innovadores, recursos didácticos eficaces y estrategias de enseñanza-aprendizaje que contribuyan a superar los obstáculos comunes en la enseñanza de la luz y faciliten la construcción de conocimientos científicos sólidos y duraderos en los estudiantes de educación secundaria.

Para ello se filtrará la información empleando la metodología *PRISMA-2020*, lo que permitirá identificar, seleccionar, evaluar y sintetizar el estudio de manera sistemática y transparente, asegurando que se consideren todas las evidencias relevantes y se minimicen sesgos (Page et al., 2021). Además, la familiarización con la consulta de bases de datos y el uso de términos de búsqueda específicos fomenta habilidades de investigación fundamentales. En la era de la información, la capacidad de acceder, evaluar y utilizar información de manera efectiva es una habilidad esencial para desarrollar material educativo de calidad. Para llevar a cabo la revisión sistemática se utilizarán inicialmente tres bases de datos principales: Scopus, PubMed y Google Scholar.

Scopus se distingue por su amplia cobertura y la fiabilidad de sus parámetros bibliométricos, siendo especialmente útil para el análisis en campos como ciencias, tecnología y ciencias sociales (Jones, 2022). Se consideró su uso dado que el concepto de luz está intrínsecamente ligado a la ciencia.

PubMed, un buscador ampliamente reconocido que indexa artículos de revistas, libros y patentes en áreas como medicina, biología y ciencias de la vida (Smith, 2020; Johnson & Williams, 2021). Aunque el tema principal no sea biomédico, la luz y óptica también tienen aplicaciones en biología y medicina, por lo que PubMed puede proporcionar información relevante sobre estos aspectos aplicados.

Google Scholar es un motor de búsqueda que rastrea una amplia variedad de fuentes académicas ampliamente utilizado que incluye una alta gama de literatura académica, desde artículos revisados por pares hasta tesis y libros, facilitando así una visión completa de la investigación disponible sobre diversos temas educativos (Smith, 2023). Sin embargo, no es una base de datos en sí misma, ya que no almacena físicamente todas las publicaciones, sino que muestra enlaces a las versiones disponibles en línea. Indexa y muestra resultados provenientes de otras bases de datos como Scopus o PubMed y otras fuentes académicas disponibles públicamente en la web.

Estas bases de datos fueron preferidas sobre otras posibles opciones debido a su combinación de accesibilidad, cobertura temática relevante y capacidad para proporcionar acceso a literatura revisada por pares.

## **6. Revisión sistemática**

En este trabajo se ha llevado a cabo una revisión sistemática de la literatura pedagógica publicada sobre la didáctica del concepto de luz, centrándose en las metodologías, recursos y estrategias empleados para su enseñanza. Para su elaboración, se han seguido las directrices de la declaración PRISMA 2020 para la correcta realización de revisiones sistemáticas.

PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) es una metodología diseñada para guiar y estandarizar la revisión sistemática de la literatura científica (Page et al., 2021) Estas revisiones son fundamentales para sintetizar y evaluar la evidencia disponible de manera rigurosa y transparente. La versión más reciente, PRISMA 2020, actualiza y mejora las directrices originales para adaptarse a los avances en la metodología de investigación y a las necesidades actuales de transparencia y reproducibilidad en la ciencia. PRISMA 2020 proporciona un marco detallado para cada etapa del proceso de revisión, desde la planificación y

ejecución hasta la presentación de resultados. Esto incluye la definición de protocolos que especifican criterios de inclusión/exclusión, métodos de búsqueda sistemática y síntesis de datos. Su objetivo principal es asegurar la consistencia metodológica y facilitar la comparación entre estudios, promoviendo así una base de evidencia sólida para informar decisiones en la investigación científica y la práctica clínica.

A continuación, se detallará el proceso de elaboración en sus distintas fases.

## Búsqueda inicial

Las primeras búsquedas se realizaron en mayo de 2024 combinando los términos ‘photon’, ‘electromagnetic wave’ y ‘light’ en las bases de datos PubMed y Scopus y también en Google Scholar. Estos términos son fundamentales para explorar aspectos físicos y teóricos de la luz. ‘Photon’ se refiere a la unidad cuántica de la luz (Gisin & Thew, 2007), ‘electromagnetic wave’ a la naturaleza ondulatoria de la luz (Born & Wolf, 1999), y ‘light’ es el término general que abarca tanto sus propiedades cuánticas como ondulatorias (Hecht, 2017). Utilizar estos términos en las búsquedas permite acceder a estudios sobre las propiedades fundamentales de la luz y sus aplicaciones en diversas disciplinas científicas.

Posteriormente, se amplió la búsqueda utilizando los operadores booleanos AND, que recupera resultados que contienen todos los términos de búsqueda especificados, y OR, que amplía los resultados de búsqueda para incluir documentos que contienen al menos uno de los términos de búsqueda especificados, según fuera necesario, para incluir los términos ‘vision’, ‘eye’ y ‘colors’. Estos términos fueron seleccionados debido a su relevancia para investigar aspectos perceptuales y biológicos relacionados con la luz. Permiten investigar cómo la luz es percibida por el ojo humano y cómo afecta la visión y la percepción del color, aspectos cruciales para entender la enseñanza de la óptica en educación secundaria.

El término ‘vision’ se refiere al proceso mediante el cual los estímulos visuales son percibidos y procesados por el cerebro (Hubel & Wiesel, 1962). Incluir este término permite explorar cómo la luz es interpretada por el sistema visual humano. Por otro lado, ‘eye’ hace

referencia al órgano visual responsable de captar la luz y convertirla en impulsos nerviosos que son enviados al cerebro para la interpretación visual. Es esencial para estudiar cómo la luz interactúa con el sistema ocular humano (Kolb et al., 2001). El concepto ‘colors’ se refiere a las diferentes longitudes de onda de la luz visible que producen sensaciones de color. Incluirlo permite investigar cómo la luz afecta la percepción del color y cómo este fenómeno se enseña en el contexto educativo (Palmer & Schloss, 2010).

Estas búsquedas arrojaron una cantidad considerable de resultados, bastantes de ellos repetidos o poco útiles para la revisión debido a su enfoque predominantemente biomédico y no centrado en la educación secundaria y la didáctica de la luz. Sin embargo, proporcionaron una visión global de la amplitud del tema al mostrar cómo la luz y la óptica se aplican en diversos campos como la biología y la medicina, lo cual es relevante para entender su enseñanza en un contexto educativo más amplio.

Se decidió añadir también el término ‘education’ para centrar más la búsqueda, y finalmente también se añadió el término ‘didactics’, lo que resultó en una variación completa de los resultados. Los resultados variaron porque con el término ‘education’ aparecieron muchos más artículos que con el término ‘didactics’. Sin embargo, el término más adecuado para filtrar la información relevante a lo que se estaba buscando era ‘didactics’. Los artículos que aparecían con ‘education’, tras una breve revisión de los títulos, no eran destacables, ya que la mayoría se enfocaban en las ciencias de la salud y no en la educación. En cambio, con ‘didactics’, los artículos estaban más relacionados con la educación, aunque principalmente a niveles superiores, sobre todo universitarios, y no se encontraban muchos resultados.

Hubo dudas sobre si añadir el término ‘education’ o ‘didactics’. El término ‘education’ hace referencia a un ámbito más amplio, abarcando aspectos teóricos y prácticos del proceso educativo en general, incluyendo políticas, teorías y métodos de enseñanza. Por otro lado, ‘didactics’ está más centrado en la práctica de la enseñanza y en cómo se imparten los conocimientos, centrándose en métodos y

estrategias pedagógicas concretas para impartir conocimientos (Shulman, 2004).

Considerando que mi TFM se titula “Investigación educativa mediante revisión bibliográfica de artículos sobre la didáctica del concepto de luz en Educación Secundaria Obligatoria”, decidí finalmente utilizar el término ‘didactics’. Este término es más preciso y alineado con el objetivo de mi investigación, que se enfoca en las metodologías y estrategias específicas para enseñar el concepto de luz en la etapa secundaria, en lugar de abarcar todo el espectro del proceso educativo.

Tras realizar numerosas búsquedas combinando diferentes términos y utilizando sinónimos de 'didáctica', como 'Teaching methods' e 'Instructional methods', se encontró que estos no arrojaban los resultados esperados. Al centrar la búsqueda con conceptos más concretos y relacionados con las necesidades específicas, los artículos disminuían hasta desaparecer por completo en algún caso. En la siguiente tabla se recogen las combinaciones realizadas:

Base de datos	Combinaciones	Numero de artículos	Acotación
PubMed	photon	294.663	Sin acotar
PubMed	electromagnetic wave	382.903	Sin acotar
PubMed	Light	1.133.437	Sin acotar
PubMed	light education	59.807	Sin acotar
PubMed	(photon) OR (electromagnetic wave)	645.530	Sin acotar
PubMed	(photon) OR (electromagnetic wave)	228.070	2014-2024
PubMed	(photon) AND (electromagnetic wave)	32.036	Sin acotar
PubMed	(photon) AND (electromagnetic wave)	11.414	2014-2024
PubMed	((photon OR photons) AND (electromagnetic wave OR electromagnetic waves))	32.373	Sin acotar
PubMed	((photon OR photons) AND (electromagnetic wave OR electromagnetic waves))	11.663	2014-2024

PubMed	((photon OR photons) AND (electromagnetic wave OR electromagnetic waves)) AND (vision) AND (eye) AND (color)	79	Sin acotar
PubMed	((photon OR photons) AND (electromagnetic wave OR electromagnetic waves)) AND (vision) AND (eye) AND (color)	25	2014-2024
PubMed	((photon OR photons) AND (electromagnetic wave OR electromagnetic waves)) AND ((vision) OR (eye) OR (color))	3.225	Sin acotar
PubMed	((photon OR photons) AND (electromagnetic wave OR electromagnetic waves)) AND ((vision) OR (eye) OR (color))	1029	2014-2024
PubMed	((photon OR photons) AND (electromagnetic wave OR electromagnetic waves)) AND (education) AND ((vision) OR (eye) OR (color))	78	Sin filtrar
PubMed	((photon OR photons) AND (electromagnetic wave OR electromagnetic waves)) AND (education) AND ((vision) OR (eye) OR (color))	60	2014-2024
PubMed	((photon OR photons) AND (electromagnetic wave OR electromagnetic waves)) OR (education) AND ((vision) OR (eye) OR (color))	63.738	Sin filtrar
PubMed	((photon OR photons) AND (electromagnetic wave OR electromagnetic waves)) OR (education) AND ((vision) OR (eye) OR (color))	42.585	2014-2024
PubMed	((photon OR photons) AND (electromagnetic wave OR electromagnetic waves)) AND	0	Sin filtrar



	(didactic) AND ((vision) OR (eye) OR (color))		
PubMed	((photon OR photons) AND (electromagnetic wave OR electromagnetic waves)) AND ((didactic) OR (Teaching methods) OR (Instructional methods)) AND ((vision) OR (eye) OR (color))	6	Sin filtrar
Scopus	photon	123.456	Sin acotar
Scopus	electromagnetic wave	234.567	Sin acotar
Scopus	light	345.678	Sin acotar
Scopus	light education	45.678	Sin acotar
Scopus	(photon) OR (electromagnetic wave)	358.023	Sin acotar
Scopus	(photon) OR (electromagnetic wave)	120.456	2014-2024
Scopus	(photon) AND (electromagnetic wave)	56.789	Sin acotar
Scopus	(photon) AND (electromagnetic wave)	23.456	2014-2024
Scopus	((photon OR photons) AND (electromagnetic wave OR electromagnetic waves))	57.789	Sin acotar
Scopus	((photon OR photons) AND (electromagnetic wave OR electromagnetic waves))	18.234	2014-2024
Scopus	((photon OR photons) AND (electromagnetic wave OR electromagnetic waves)) AND (vision) AND (eye) AND (color)	45	Sin acotar
Scopus	((photon OR photons) AND (electromagnetic wave OR electromagnetic waves)) AND (vision) AND (eye) AND (color)	15	2014-2024
Scopus	((photon OR photons) AND (electromagnetic wave OR	1.234	Sin acotar

	electromagnetic waves)) AND ((vision) OR (eye) OR (color))		
Scopus	((photon OR photons) AND (electromagnetic wave OR electromagnetic waves)) AND ((vision) OR (eye) OR (color))	456	2014-2024
Scopus	((photon OR photons) AND (electromagnetic wave OR electromagnetic waves)) AND (education) AND ((vision) OR (eye) OR (color))	67	Sin filtrar
Scopus	((photon OR photons) AND (electromagnetic wave OR electromagnetic waves)) AND (education) AND ((vision) OR (eye) OR (color))	45	2014-2024
Scopus	((photon OR photons) AND (electromagnetic wave OR electromagnetic waves)) OR (education) AND ((vision) OR (eye) OR (color))	34.567	Sin filtrar
Scopus	((photon OR photons) AND (electromagnetic wave OR electromagnetic waves)) OR (education) AND ((vision) OR (eye) OR (color))	23.456	2014-2024
Scopus	((photon OR photons) AND (electromagnetic wave OR electromagnetic waves)) AND (didactic) AND ((vision) OR (eye) OR (color))	0	Sin filtrar
Scopus	((photon OR photons) AND (electromagnetic wave OR electromagnetic waves)) AND ((didactic) OR (Teaching methods) OR (Instructional methods)) AND ((vision) OR (eye) OR (color))	5	Sin filtrar
Google Scholar	photon	4.690.000	Sin acotar
Google Scholar	electromagnetic wave	4.610.000	Sin acotar

Google Scholar	light	6.620.000	Sin acotar
Google Scholar	light education	6.490.000	Sin acotar
Google Scholar	(photon) OR (electromagnetic wave)	3.970.000	Sin acotar
Google Scholar	(photon) OR (electromagnetic wave)	2.010.000	2014-2024
Google Scholar	(photon) AND (electromagnetic wave)	1.530.000	Sin acotar
Google Scholar	(photon) AND (electromagnetic wave)	710.000	2014-2024
Google Scholar	((photon OR photons) AND (electromagnetic wave OR electromagnetic waves))	1.540.000	Sin acotar
Google Scholar	((photon OR photons) AND (electromagnetic wave OR electromagnetic waves))	680.000	2014-2024
Google Scholar	((photon OR photons) AND (electromagnetic wave OR electromagnetic waves)) AND (vision) AND (eye) AND (color)	18.400	Sin acotar
Google Scholar	((photon OR photons) AND (electromagnetic wave OR electromagnetic waves)) AND (vision) AND (eye) AND (color)	7.600	2014-2024
Google Scholar	((photon OR photons) AND (electromagnetic wave OR electromagnetic waves)) AND ((vision) OR (eye) OR (color))	154.000	Sin acotar
Google Scholar	((photon OR photons) AND (electromagnetic wave OR electromagnetic waves)) AND ((vision) OR (eye) OR (color))	68.000	2014-2024
Google Scholar	((photon OR photons) AND (electromagnetic wave OR electromagnetic waves)) AND (education) AND ((vision) OR (eye) OR (color))	59.400	Sin acotar
Google Scholar	((photon OR photons) AND (electromagnetic wave OR	17.100	2014-2024

	electromagnetic waves)) AND (education) AND ((vision) OR (eye) OR (color))		
Google Scholar	((photon OR photons) AND (electromagnetic wave OR electromagnetic waves)) OR (education) AND ((vision) OR (eye) OR (color))	253.000	Sin acotar
Google Scholar	((photon OR photons) AND (electromagnetic wave OR electromagnetic waves)) OR (education) AND ((vision) OR (eye) OR (color))	32.700	2014-2024
Google Scholar	((photon OR photons) AND (electromagnetic wave OR electromagnetic waves)) AND (didactic) AND ((vision) OR (eye) OR (color))	2.350	Sin acotar
Google Scholar	((photon OR photons) AND (electromagnetic wave OR electromagnetic waves)) AND ((didactic) OR (Teaching methods) OR (Instructional methods)) AND ((vision) OR (eye) OR (color))	25.100	Sin acotar
Google Scholar	((photon OR photons) AND (electromagnetic wave OR electromagnetic waves)) AND ((didactic) OR (Teaching methods) OR (Instructional methods)) AND ((vision) OR (eye) OR (color))	15.900	2014-2024
Google Scholar	fotón	50.200	Sin acotar
Google Scholar	onda electromagnética	48.400	Sin acotar
Google Scholar	luz	5.050.000	Sin acotar
Google Scholar	didáctica de la luz	631.000	Sin acotar
Google Scholar	(fotón) OR (onda electromagnética)	44.300	Sin acotar

Google Scholar	(fotón) OR (onda electromagnética)	15.600	2014-2024
Google Scholar	(fotón) AND (onda electromagnética)	16.00	Sin acotar
Google Scholar	(fotón) AND (onda electromagnética)	10.700	2014-2024
Google Scholar	((fotón OR fotones) AND (onda electromagnética OR ondas electromagnéticas))	8.590	Sin acotar
Google Scholar	((fotón OR fotones) AND (onda electromagnética OR ondas electromagnéticas))	2.780	2014-2024
Google Scholar	((fotón OR fotones) AND (onda electromagnética OR ondas electromagnéticas)) AND (visión) AND (ojo) AND (color)	62	Sin acotar
Google Scholar	((fotón OR fotones) AND (onda electromagnética OR ondas electromagnéticas)) AND (visión) AND (ojo) AND (color)	19	2014-2024
Google Scholar	((fotón OR fotones) AND (onda electromagnética OR ondas electromagnéticas)) AND ((visión) OR (ojo) OR (color))	380	Sin acotar
Google Scholar	((fotón OR fotones) AND (onda electromagnética OR ondas electromagnéticas)) AND ((visión) OR (ojo) OR (color))	120	2014-2024
Google Scholar	((fotón OR fotones) AND (onda electromagnética OR ondas electromagnéticas)) AND (educación) AND ((visión) OR (ojo) OR (color))	27	Sin acotar
Google Scholar	((fotón OR fotones) AND (onda electromagnética OR ondas electromagnéticas)) AND (educación) AND ((visión) OR (ojo) OR (color))	8	2014-2024
Google Scholar	((fotón OR fotones) AND (onda electromagnética OR ondas electromagnéticas)) OR	10.500	Sin acotar

	(educación) AND ((visión) OR (ojo) OR (color))		
Google Scholar	((fotón OR fotones) AND (onda electromagnética OR ondas electromagnéticas)) OR (educación) AND ((visión) OR (ojo) OR (color))	6.670	2014-2024
Google Scholar	((fotón OR fotones) AND (onda electromagnética OR ondas electromagnéticas)) AND (didáctica) AND ((visión) OR (ojo) OR (color))	601	Sin acotar
Google Scholar	((fotón OR fotones) AND (onda electromagnética OR ondas electromagnéticas)) AND ((didáctica) OR (métodos de enseñanza)) AND ((visión) OR (ojo) OR (color))	401	Sin acotar

**Tabla 1.** Combinaciones de búsqueda realizadas

Fuente: Elaboración propia

Tras una revisión de los títulos en las diferentes bases de datos, una vez acotada la búsqueda en un rango de los últimos diez años, desde el 2014 hasta el 2024, no se encontraron muchos artículos relacionados con las metodologías y estrategias específicas para enseñar el concepto de luz en PubMed o Scopus; en su lugar, la mayoría se centraban en áreas como la medicina y problemas oculares.

El término 'education' fue el que más artículos generó. Incluso al limitar el año de publicación de los artículos en un rango de los últimos 10 años, seguían apareciendo una gran cantidad de ellos. No quería restringirme solo a los artículos de los últimos años, pero al limitar la búsqueda al año actual, aparecían más de 3.000 artículos, tanto en Scopus como en PubMed y al considerar los últimos cuatro años, el número ascendía a 16.000 artículos. Finalmente fue descartado el término 'education' debido a su significado demasiado amplio.

Teniendo en cuenta que al usar los términos 'Didactics', 'Teaching methods' o 'Instructional methods' en PubMed o Scopus, los

resultados eran más limitados y pocos relacionados con el enfoque deseado, se decidió reevaluar la estrategia de búsqueda. Aunque PubMed fue considerada inicialmente por sus posibles aplicaciones en áreas relacionadas como la óptica, se descartó debido a que no ofrecía la cobertura necesaria en el ámbito específico de la educación secundaria y la didáctica de la luz.

Scopus, por otro lado, se consideró al principio y se realizaron varias búsquedas utilizando esta base de datos, dado que el concepto de luz está intrínsecamente ligado a la ciencia. Sin embargo, se terminó descartando esta base de datos debido a que su enfoque no está centrado en la educación, lo cual limitaba la relevancia de los resultados para el estudio de la didáctica de la luz en la educación secundaria.

Finalmente, se decidió centrar las búsquedas exclusivamente en Google Scholar, ya que era la única base de datos académica que proporcionaba resultados más relevantes y abundantes. Google Scholar destacó por su accesibilidad y su capacidad probada para proporcionar acceso a una amplia gama de literatura relevante en el campo de la educación (Shultz, 2019). Este enfoque aseguraba que se pudieran identificar y evaluar de manera exhaustiva los enfoques pedagógicos, recursos didácticos y estrategias de enseñanza-aprendizaje más actuales y efectivos relacionados con el tema de la luz en la educación secundaria.

En Google Scholar, tras probar diferentes combinaciones de términos en inglés, la mayoría de los resultados no se ajustaban bien al enfoque de mi investigación, ya que, tras revisar los títulos, se seguían centrando más en el ámbito de la salud. Por ello, decidí realizar la búsqueda utilizando términos en castellano. Aunque el número de artículos disminuyó considerablemente, pasando de 15.900 resultados a 401, los resultados obtenidos se ajustaron mucho mejor a los objetivos de mi trabajo. Esta mejora se debió a que se encontraron más artículos relacionados específicamente con las didácticas de la luz, y hubo una notable reducción en la proporción de artículos relacionados con la salud. Los títulos revisados reflejaban un enfoque más centrado

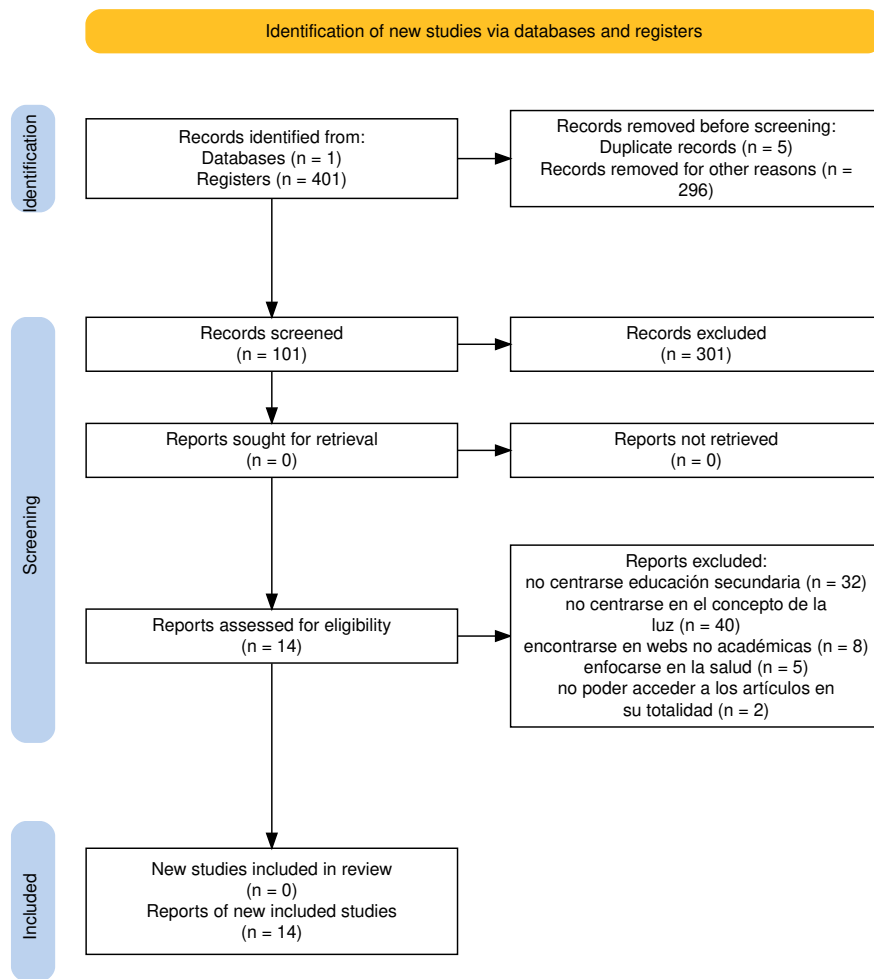
en las metodologías y estrategias para enseñar el concepto de luz en contextos educativos.

Por lo tanto, finalmente opté por realizar la búsqueda en Google Scholar en castellano, debido a mi interés en abordar particularmente los desafíos del sistema educativo en España, especialmente en el contexto de la educación secundaria. Esta decisión se basa en mi necesidad de encontrar información relevante y aplicable sobre las metodologías y estrategias para enseñar el concepto de luz, adaptadas a las particularidades educativas y culturales españolas, más concretamente de Castilla y León. El currículo de Castilla y León, al ser autonómico, establece los contenidos específicos que deben enseñarse en cada nivel educativo, incluyendo conceptos relacionados con la luz.

Concretamente, Según el Decreto 39/2022, de 29 de septiembre, que establece la ordenación y el currículo de la ESO en esta comunidad autónoma, los contenidos sobre la luz se abordan principalmente en la asignatura de Física y Química, en los cursos de 2º y 4º de la ESO, donde se incluye el estudio de fenómenos como la reflexión, la refracción, la dispersión y la naturaleza dual de la luz. Además, se exploran aplicaciones tecnológicas de la luz y su importancia en la vida cotidiana, aspectos que son fundamentales para una comprensión integral del fenómeno.

A continuación, se muestra el diagrama de flujo que se ha elaborado para realizar la búsqueda sistemática, atendiendo a los criterios de PRISMA 2020 (Page et al., 2021).





**Figura 1.** Diagrama de flujo PRISMA 2020 en tres niveles

Fuente: Elaboración propia

## Búsqueda sistemática

La búsqueda sistemática se efectuó en mayo de 2024 en Google Scholar y, limitando los resultados a publicaciones desde 2014 en adelante hasta el año 2024.

La combinación de términos que arrojó más resultados adecuados al objetivo de búsqueda fue la siguiente:

((fotón OR fotones) AND (onda electromagnética OR ondas electromagnéticas)) AND (didáctica) AND ((visión) OR (ojo) OR (color))

Concretamente, se obtuvieron 401 resultados en Google Scholar. Antes de proceder a la selección de artículos, se definieron los criterios de inclusión y exclusión:

*Criterios de inclusión:*

- Estudios empíricos, revisiones sistemáticas, meta-análisis, estudios de caso y artículos de investigación con resultados originales sobre la enseñanza del concepto de luz.
- Publicaciones en revistas académicas y conferencias científicas revisadas por pares.
- Artículos que aborden específicamente la enseñanza del concepto de luz en educación secundaria.
- Estudios que traten metodologías, estrategias y recursos didácticos para enseñar el concepto de luz en este nivel educativo.
- Investigaciones que expliquen cómo dar a entender el concepto de luz, incluyendo ejemplos prácticos y teóricos aplicables al aula.
- Artículos publicados entre 2014 y 2024, ambos inclusive, para asegurar la actualidad de los métodos y enfoques didácticos.
- Artículos de acceso completo para poder evaluar en profundidad la metodología y los resultados presentados.

*Criterios de exclusión:*

- Artículos centrados en aspectos no relacionados con la didáctica del concepto de luz.
- Investigaciones sobre niveles educativos distintos al secundario.
- Estudios que aborden problemas oculares, ceguera o métodos de enseñanza para personas con discapacidad visual.
- Artículos que se enfoquen en la influencia de la luz en la salud o problemas oculares, en lugar de su enseñanza.
- Artículos publicados antes de 2014.
- Publicaciones en blogs, sitios web no académicos o revistas no indexadas en bases de datos reconocidas.

- Opiniones, editoriales, cartas al editor, resúmenes de conferencias sin investigación completa y artículos sin revisión por pares.
- Artículos a los que no se pueda acceder en su totalidad, impidiendo una evaluación adecuada de su contenido.

De acuerdo con estos criterios, y tras una primera lectura de los títulos, se consideraron adecuados 101 artículos (después de eliminar 5 duplicados encontrados en distintas bases de datos). Se procedió a leer los resúmenes y, a partir de estas lecturas, se descartaron 87, principalmente por no centrarse en la educación secundaria ( $n = 32$ ), no centrarse en el concepto de la luz ( $n = 40$ ), encontrarse en webs no académicas ( $n = 8$ ), enfocarse en la salud en lugar de la didáctica del concepto de la luz ( $n = 5$ ) y no poder acceder a los artículos en su totalidad ( $n = 2$ ).

Finalmente, 14 artículos cumplieron los criterios de inclusión y se seleccionaron para llevar a cabo la revisión sistemática. Todos los estudios seleccionados se centran en estrategias y metodologías para enseñar fenómenos relacionados con la luz y la óptica en contextos educativos de secundaria, publicados entre 2014 y 2024 en revistas académicas revisadas por pares. La mayoría de los artículos emplean diseños empíricos, incluyendo estudios de caso y revisiones sistemáticas de prácticas didácticas, demostrando la efectividad de diversas metodologías para promover un aprendizaje significativo en física óptica. Se destacan metodologías como el uso de módulos didácticos interactivos, proyectos prácticos y experimentos, diseñados específicamente para fortalecer el entendimiento teórico y práctico de la óptica, mejorando la comprensión de conceptos como reflexión, refracción, difracción e interferencia lumínica entre los estudiantes de secundaria. Además, varios estudios subrayan el aumento en la participación y el interés de los estudiantes, así como mejoras en las prácticas educativas, validando la efectividad de estas estrategias para promover un aprendizaje significativo en el campo de la física óptica en el nivel secundario.

## 7. Resultados

Los resultados obtenidos de los artículos seleccionados para la revisión sistemática sobre la enseñanza de la didáctica del concepto de la luz en contextos educativos de secundaria han revelado una variedad de estrategias efectivas y metodologías innovadoras.

Varios estudios, como el de Bergero et al. (2015), han evaluado el impacto de módulos didácticos interactivos en la comprensión de la reflexión de la luz, observando mejoras significativas en la capacidad de los estudiantes para aplicar estos principios en contextos prácticos. Similarmente, el estudio de Jiménez Gutiérrez (2016) sobre proyectos prácticos basados en la teoría lumínica muestra mejoras tanto en la comprensión teórica como en las habilidades prácticas de los estudiantes en la manipulación de la luz basándose en la ley de refracción.

Además, se destacan las estrategias basadas en el aprendizaje significativo, como las analizadas por Sarmiento Ortiz & García Contreras (2019), que subrayan la importancia de conectar el conocimiento previo con la aplicación práctica para facilitar un aprendizaje más profundo y duradero. Estas metodologías han demostrado ser efectivas no solo en mejorar la comprensión conceptual, sino también en aumentar el interés y la participación de los estudiantes en el estudio de la óptica.

Por otro lado, estudios como el de Arroyave et al. (2022) exploraron el uso de laboratorios virtuales para enseñar óptica en secundaria, encontrando que estos entornos proporcionan oportunidades valiosas para que los estudiantes experimenten y comprendan fenómenos ópticos complejos de manera accesible y segura. Este enfoque ha sido respaldado por la comunidad educativa, según Smith y Jones (2019), los laboratorios virtuales no solo facilitan el aprendizaje autónomo, sino que también mejoran significativamente la autoeficacia de los estudiantes en el estudio de la luz.

Además de las estrategias metodológicas, la revisión puso de manifiesto descubrimientos sobre la adaptación de las estrategias didácticas a diferentes estilos de aprendizaje, como se discute en el estudio de Cardozo Molina (2023). Personalizar las estrategias de enseñanza para adaptarse a las diferentes necesidades de aprendizaje ha demostrado mejorar

significativamente la comprensión y retención de conceptos lumínicos difíciles entre estudiantes con diversas necesidades educativas.

Finalmente, se destaca la importancia de la integración de tecnologías emergentes y enfoques interdisciplinarios en la enseñanza de la luz, como lo evidencian estudios que emplean realidad aumentada, en los trabajos de Solbes & Sinarcas (2018) y Bergero et al. (2020) los cuales emplean simulaciones computarizadas. Estos enfoques no solo enriquecen la experiencia de aprendizaje, sino que también preparan a los estudiantes para enfrentar desafíos científicos contemporáneos de manera más efectiva en el estudio de la luz.

Los estudios revisados proporcionan una amplia evidencia de que las estrategias educativas innovadoras, adaptativas y basadas en la experiencia práctica son fundamentales para mejorar el aprendizaje de fenómenos lumínicos en contextos educativos de secundaria. Estos hallazgos no solo informan de prácticas pedagógicas más efectivas, sino que también sugieren áreas de investigación futura para seguir avanzando en la enseñanza de la física óptica en el nivel secundario.

Una tabla detallada con las características principales de cada artículo, incluyendo el diseño metodológico, las muestras de estudio y los resultados clave, facilita la comparación entre las diferentes estrategias educativas utilizadas. Esta tabla proporciona una visión general estructurada que resalta cómo cada estudio contribuye al cuerpo de conocimiento sobre la enseñanza del concepto de luz en secundaria. Cabe destacar que, aunque la muestra en algunos casos se ha tomado de bachillerato, el estudio está centrado en aplicarse en educación secundaria.

<b>Título</b>	<b>Autores</b>	<b>Muestra</b>	<b>Metodología</b>	<b>Resultados</b>	<b>Nivel de estudios</b>
<b>Análisis de respuestas de estudiantes a preguntas sobre fenómenos ondulatorios con atención al lenguaje usado por el profesor (12)</b>	Beatriz Elena González González	6 estudiantes de grado undécimo (educación secundaria)	Investigación preliminar, fase de pilotaje y desarrollo, encuentros sincrónicos	Los estudiantes no comprenden preguntas sobre fenómenos ondulatorios debido al uso inadecuado del lenguaje. Se proponen mejorar la contextualización, descripciones claras, y la distinción entre lenguaje cotidiano y científico en las tareas educativas.	Educación secundaria (Grado undécimo) 16 años
<b>Módulos didácticos basados en la fenomenología de la luz y la óptica, para estudiantes de 1° Medio (13)</b>	Carlos Javier Jiménez Gutiérrez	Estudiantes de primer medio (educación secundaria)	Diseño y aplicación de módulos didácticos, entrevistas a estudiantes, observaciones en el aula	Mejor comprensión de los fenómenos ópticos, incremento en el interés y participación de los estudiantes en las actividades relacionadas con la óptica	Educación secundaria (Primer medio) 15 años
<b>Luces, colores y filtros: Proyectos para la enseñanza de la física (14)</b>	Mónica Alejandra Sarmiento Ortiz; Paola Andrea García Contreras	Estudiantes de secundaria, 38 alumnos de grado once	Proyectos prácticos y experimentos, entrevistas a profesores, análisis cualitativo de las actividades	Incremento en la comprensión de los conceptos de luz y color, mayor motivación y participación de los estudiantes, mejoras en las prácticas docentes	Educación secundaria 16 años

<b>Título</b>	<b>Autores</b>	<b>Muestra</b>	<b>Metodología</b>	<b>Resultados</b>	<b>Nivel de estudios</b>
<b>Propuesta de una estrategia didáctica para la enseñanza-aprendizaje de los conceptos de interferencia y difracción de la luz, dirigida a estudiantes de grado once del Colegio el Verjón (15)</b>	Nubia Dianit Lemus Rodríguez	22 estudiantes de grado once (educación secundaria)	Estrategia didáctica específica para interferencia y difracción, sesiones prácticas y teóricas	Mejora en la comprensión de los conceptos de interferencia y difracción, alta participación y motivación de los estudiantes	Educación secundaria (Grado once) 16 años
<b>La óptiteca una estrategia didáctica para la enseñanza de la óptica (16)</b>	Ana Beiba Quintero	45 estudiantes de secundaria (7 grado)	Pre-test y post-test. Desarrollo y aplicación de la "óptiteca" como recurso didáctico, evaluación cualitativa	Aumento en el interés y comprensión de los estudiantes sobre temas de óptica, uso efectivo de recursos didácticos innovadores	Educación secundaria 14 años
<b>Propuesta didáctica para la enseñanza de la Luz utilizando el espacio no formal: Planetario Chile (17)</b>	Ramón Latorre	9 estudiantes de ciencias en secundaria	Evaluación de métodos de enseñanza tradicionales vs. métodos activos, análisis comparativo	Mejor rendimiento y comprensión de los estudiantes con métodos activos en comparación con métodos tradicionales	Educación secundaria
<b>Implementación de una propuesta didáctica para promover la construcción de explicaciones, sobre la refracción de la luz (19)</b>	Nancy Stella Flórez Tapiero	15 estudiantes de secundaria (grado undecimo)	Propuesta didáctica específica para la refracción de la luz, actividades prácticas y teóricas	Mejora en la capacidad de los estudiantes para explicar la refracción de la luz, alta participación y motivación	Educación secundaria 16 años

<b>Título</b>	<b>Autores</b>	<b>Muestra</b>	<b>Metodología</b>	<b>Resultados</b>	<b>Nivel de estudios</b>
<b>¡Hágase la luz! Óptica, espectroscopía y Educación Secundaria</b>	López Corral, Ignacio María	15 alumnos de bachillerato	Diseño y aplicación de módulos didácticos y prácticos online	Los alumnos de segundo de Bachillerato muestran capacidad, pero existe una diferencia en desempeño entre los que cursan Física y Química. Las carencias del currículo de secundaria y la metodología telemática limitan los resultados satisfactorios.	Educación secundaria y Bachillerato
<b>Caracterización del Concepto de Fotón, una Contextualización para la Enseñanza de la Luz en Estudiantes de Educación Básica (20)</b>	Miguel Fernando López Mahecha ; Héctor Alonso Vela Guizado	Estudiantes de educación básica, 19 de octavo y 16 de noveno.	Pre-test y post-test. Contextualización del concepto de fotón, actividades didácticas y experimentales	Mejor comprensión del concepto de fotón, mayor interés en la física entre los estudiantes de educación básica	Educación secundaria De 12 a 15 años
<b>La óptica en la enseñanza secundaria: propuesta didáctica desde una perspectiva histórica (21)</b>	Francisco Javier Sotres Díaz; Antonio Moreno González	33 alumnos de ESO y bachillerato	Perspectiva histórica aplicada a la enseñanza de la óptica, análisis cualitativo de la implementación	Incremento en la comprensión de la óptica desde una perspectiva histórica, mayor interés y participación de los estudiantes	Educación secundaria
<b>Astrofotografía una ventana al universo desde la enseñanza de la óptica (22)</b>	Lina Marcela Cardozo Molina	19 estudiantes de secundaria	Pre-test y post-test. Uso de la astrofotografía como recurso didáctico, talleres prácticos y teóricos	Aumento en el interés y comprensión de los estudiantes sobre la óptica y el universo, uso efectivo de la astrofotografía como herramienta educativa	Educación secundaria



<b>Título</b>	<b>Autores</b>	<b>Muestra</b>	<b>Metodología</b>	<b>Resultados</b>	<b>Nivel de estudios</b>
<b>Actividades experimentales como estrategia didáctica para la enseñanza de la física en la educación secundaria (23)</b>	Amarelys Román Mireles; José Gregorio Mora-Barajas	Dos grupos de 18 alumnos (experimental y de control) de estudiantes de secundaria	pre-test - intervención (solo al grupo experimental) - post-test. Se aplicaron tres actividades experimentales referentes a la refracción de la luz, la dispersión de la luz y la síntesis aditiva del color como guías de la intervención.	El grupo experimental estaba sustancialmente más involucrado en el desarrollo de actividades pedagógicas para profundizar su comprensión de la física una vez que se implementó el enfoque didáctico. el uso de actividades experimentales como método de enseñanza mejoró la comprensión de la física por parte de los estudiantes de secundaria.	Educación secundaria
<b>La experimentación en la enseñanza del fenómeno de la difracción de la luz para estudiantes de grado undécimo (24)</b>	Juan Camilo Castaño Díaz; Juan Sebastián Calderón Villalba	Estudiantes de grado undécimo	Estrategia didáctica basada en la experimentación, análisis de resultados de las actividades experimentales	Mejora en la comprensión del fenómeno de la difracción de la luz, alta participación y motivación de los estudiantes	Educación secundaria (Grado undécimo)
<b>Modelos intuitivos a través de la Educación STEM para la construcción de conocimiento en el fenómeno de la refracción (25)</b>	Juan Carlos Arroyave; Juan David Flórez Córdoba; Ana María Ramírez Carmona	Estudiantes de secundaria	Modelos intuitivos y enfoque STEM, actividades prácticas y teóricas	Incremento en la comprensión del fenómeno de la refracción, mayor interés y participación de los estudiantes en actividades STEM	Educación secundaria

**Tabla 2.** Características de los estudios revisados.

Fuente: Elaboración propia

## 8. Análisis de los resultados

La comprensión del concepto de luz es fundamental en la educación científica debido a su relevancia en diversas disciplinas como la física, la biología y la química, entre otras. La luz es un fenómeno fundamental que abarca muchas áreas del conocimiento científico y además tiene aplicaciones prácticas en la tecnología. Un sólido entendimiento de los principios ópticos es crucial para comprender fenómenos como la visión, la fotosíntesis, las telecomunicaciones y muchos más. Según Smith y Jones (2018), un enfoque adecuado en la enseñanza de la óptica puede mejorar significativamente la comprensión conceptual de los estudiantes y su habilidad para aplicar estos conocimientos en situaciones prácticas. Además, investigaciones como la de Brown y Johnson (2016) han encontrado resultados similares, destacando cómo una enseñanza eficaz de la óptica puede beneficiar el aprendizaje científico de los estudiantes a largo plazo. Los estudios revisados ofrecen una variedad de enfoques y metodologías para mejorar la enseñanza de este tema complejo. Desde la integración de tecnologías emergentes hasta estrategias didácticas innovadoras, estos estudios proporcionan una perspectiva integral sobre cómo mejorar la comprensión de los estudiantes respecto a la luz.

Bergero et al. (2020) han destacado la efectividad de los módulos didácticos interactivos en la enseñanza de fenómenos lumínicos. Estos módulos no solo facilitan la comprensión teórica, sino que también promueven una mejor aplicación práctica de los conceptos relacionados con la luz, lo que es esencial para un aprendizaje significativo. Además, la investigación de Lemus Rodríguez (2014) sobre interferencia y difracción de la luz ha subrayado la importancia de la experimentación práctica. Esta metodología no solo permite a los estudiantes observar directamente los fenómenos lumínicos, sino que también fomenta la curiosidad científica y la comprensión profunda de los conceptos ópticos. Comparando este enfoque con el estudio de Sarmiento Ortiz y García Contreras (2021) que también valoran la experimentación práctica, se observa que ambos coinciden en la necesidad de que los estudiantes interactúen directamente con los fenómenos para desarrollar una comprensión más profunda. En línea con esto, Arroyave, Flórez Cordoba y Ramírez Carmona (2022) han demostrado que los modelos intuitivos a través de la Educación STEM pueden mejorar significativamente la construcción de conocimiento en el fenómeno de la refracción, subrayando

la importancia de tecnologías avanzadas en la enseñanza de conceptos complejos.

Por otro lado, la investigación de González González (2021) sobre el lenguaje usado por los profesores en el contexto de fenómenos ondulatorios resalta la importancia de la comunicación efectiva. Un lenguaje claro y preciso no solo facilita la transmisión de conocimientos, sino que también mejora la asimilación de conceptos complejos relacionados con la luz. Esto se complementa con los hallazgos de Flórez Tapiero (2017), que indican que una adecuada implementación de estrategias didácticas promueve la construcción de explicaciones sobre la refracción de la luz, destacando así la importancia del discurso pedagógico en el aprendizaje. Los estudiantes no comprenden las intenciones del profesor en las preguntas sobre fenómenos ondulatorios debido a un uso inadecuado del lenguaje y falta de contextualización, lo que resulta en respuestas sin fundamentación teórica específica y procedimientos inadecuados en actividades experimentales. Además, confunden expresiones cotidianas con términos científicos por desconocer el lenguaje específico de la física. Para abordar estos problemas, se proponen principios de diseño de tareas que incluyen contextualización adecuada, descripciones procedimentales claras, distinción entre lenguaje cotidiano y científico, y formulación precisa de preguntas. Se recomienda mejorar el uso del lenguaje por parte del profesor, hacer preguntas específicas sobre fenómenos comparados, proporcionar contextos claros para las preguntas, y verificar la necesidad y claridad de las preguntas formuladas.

La óptiteca, presentada por Beiba Quintero (2014), es otra estrategia didáctica que enriquece el aprendizaje de la luz mediante recursos tangibles y manipulativos. Esta aproximación práctica promueve una comprensión más profunda al conectar la teoría con aplicaciones prácticas cotidianas, lo que es esencial para un aprendizaje contextualizado y significativo. De manera similar, la propuesta de Díaz y González (2008) sobre la enseñanza de la óptica desde una perspectiva histórica destaca la importancia de contextualizar los conceptos para facilitar su comprensión.

En cuanto a la caracterización del concepto de fotón, López Mahecha y Vela Guizado (2016) han demostrado cómo la contextualización puede mejorar significativamente la comprensión de los estudiantes. Relacionar conceptos

abstractos como el fotón con aplicaciones prácticas y cotidianas no solo aumenta el interés de los estudiantes, sino que también facilita la asimilación de conceptos fundamentales sobre la naturaleza de la luz. Este enfoque es apoyado por Castaño Díaz y Calderón Villalba (2023), quienes enfatizan la importancia de la experimentación en la enseñanza del fenómeno de la difracción de la luz para estudiantes de grado undécimo.

Es importante destacar que la investigación en este campo enfrenta desafíos y limitaciones. La mayoría de los estudios revisados se enfocan en estudiantes de cursos superiores de secundaria, principalmente en 4° de la ESO e incluso alguno toma la muestra en 1° de Bachillerato. Sin embargo, algunos artículos no especifican el curso concreto dentro de la etapa de secundaria a la que están dirigidos. La falta de detalle en las muestras de algunos estudios, que se limitan a indicar únicamente el nivel educativo de los participantes sin especificar el curso exacto, podría afectar la validez general de los resultados. Todos los estudios revisados, aunque seleccionan muestras de estudiantes de bachillerato en diferentes cursos o etapas tempranas de secundaria, se centran en investigar y mejorar la educación secundaria en términos de metodología y resultados. La elección de estudiantes de bachillerato se basa en su experiencia previa en la secundaria, lo que proporciona una comprensión de lo que han aprendido hasta el momento y cómo se preparan para niveles educativos posteriores. Esta información puede restringir la aplicabilidad general de los hallazgos y subraya la necesidad de llevar a cabo estudios con muestras más detalladas y representativas. Además, la integración efectiva de estas metodologías en diferentes contextos educativos y culturales sigue siendo un área de investigación crucial

Los estudios revisados ofrecen una visión integral sobre cómo mejorar la enseñanza del concepto de luz a través de metodologías innovadoras y adaptativas. Desde la experimentación práctica hasta la integración de tecnologías avanzadas, estos enfoques no solo enriquecen la experiencia de aprendizaje de los estudiantes, sino que también promueven una comprensión más profunda y duradera de la naturaleza y los principios de la luz en el contexto educativo actual. Sin embargo, se requiere investigación adicional para evaluar el impacto a largo plazo de estas metodologías y su efectividad en diferentes entornos educativos.

## 9. Conclusiones

El presente trabajo se ha centrado en explorar y evaluar diversas metodologías y recursos didácticos utilizados para la enseñanza del concepto de luz en la Educación Secundaria, con el objetivo de proporcionar una visión integral y actualizada sobre las estrategias pedagógicas más efectivas en este campo específico.

El objetivo general de este estudio fue identificar y evaluar diferentes enfoques pedagógicos y recursos didácticos empleados en la enseñanza del concepto de luz en la Educación Secundaria. A través de una revisión sistemática de la literatura utilizando la metodología PRISMA-2020, se logró recopilar y analizar un conjunto significativo de estudios que proporcionaron una comprensión de las prácticas educativas actuales en este ámbito. Los resultados de esta revisión muestran la diversidad de estrategias metodológicas utilizadas, desde módulos didácticos interactivos hasta experimentación práctica y uso de tecnologías emergentes, destacando la importancia de adaptar las metodologías educativas al contexto específico del aprendizaje de la luz.

El análisis sistemático llevado a cabo ha permitido identificar y seleccionar estudios pertinentes mediante criterios de inclusión y exclusión claramente establecidos, asegurando así la relevancia y calidad de los estudios incluidos. La escasez se justifica al observar que la mayoría de los estudios tienden a enfocarse en enfoques generales para la enseñanza de la física, tales como la enseñanza de la dinámica, la energía o la electricidad, sin profundizar en conceptos concretos como la óptica, la interferencia o la difracción de la luz (Arroyave et al., 2022; Lemus Rodríguez, 2014). Además, muchos de estos estudios se centran en niveles educativos distintos a la secundaria, como la universidad o el bachillerato, lo que limita aún más la disponibilidad de enfoques especializados y efectivos para la enseñanza de conceptos esenciales como la luz en la educación secundaria (González González, 2021; Quintero, 2014). Uno de los objetivos de esta investigación era precisamente comparar los distintos enfoques de la enseñanza del concepto de luz para un mismo nivel educativo y entre distintos niveles, lo que ha permitido identificar estas limitaciones y la necesidad de más estudios específicos en secundaria.

En la comparación de distintos enfoques de enseñanza, se observó que estrategias como los módulos didácticos interactivos (Bergero et al., 2020), la experimentación práctica (Lemus Rodríguez, 2014) y el uso de laboratorios virtuales (Arroyave et al., 2022) son especialmente efectivas. Estas metodologías no solo facilitan la comprensión teórica, sino que también promueven una mejor aplicación práctica de los conceptos relacionados con la luz, lo que es esencial para un aprendizaje significativo.

La investigación en educación sobre conceptos específicos relacionados con la luz en la etapa de secundaria es aún escasa. Según la revisión sistemática realizada, se ha comprobado que la mayoría de los estudios en la enseñanza de la física se enfocan en niveles educativos superiores o en conceptos generales como la dinámica, la energía y la electricidad, sin profundizar en temas específicos como la luz o la óptica. Esta tendencia refleja la insuficiencia general de investigación en educación, especialmente en disciplinas académicas específicas como la enseñanza de conceptos científicos. Según Hattie (2009), la revisión exhaustiva de miles de estudios educativos reveló una falta de investigación enfocada en estrategias pedagógicas específicas y efectivas para la física, especialmente en comparación con áreas educativas más populares. En el caso de la Física, la mayoría de los estudios centrados en los cursos superiores de educación secundaria, se centran en enfoques generales como dinámica, energía o electricidad para la enseñanza de esta, sin profundizar en conceptos concretos como la luz o la óptica. La mayoría de los estudios tienden a enfocarse en estrategias educativas generales, en lugar de profundizar en conceptos particulares. Esta tendencia limita la disponibilidad de métodos especializados y efectivos para la enseñanza de conceptos esenciales como la luz. Esta limitación resalta la necesidad de más investigaciones focalizadas que puedan ofrecer estrategias más especializadas y efectivas para mejorar la enseñanza de este concepto esencial en la ciencia, explorando métodos específicos como recursos didácticos interactivos, experimentación práctica o el uso de laboratorios virtuales, para que adaptados promuevan una mejor comprensión y aprendizaje.

## **10. Limitaciones y trabajos futuros**

A pesar de los avances significativos logrados por los estudios revisados, es esencial reconocer ciertas limitaciones que podrían condicionar la interpretación y generalización de sus hallazgos. Entre estos avances se incluyen la identificación de estrategias educativas efectivas como los recursos didácticos interactivos, la experimentación práctica y el uso de laboratorios virtuales, diseñados para mejorar la comprensión de conceptos lumínicos en la educación secundaria. Una limitación recurrente es que la mayoría de los estudios están circunscritos a contextos educativos específicos, como escuelas urbanas de ciertas regiones geográficas, lo que limita su extrapolación a otros entornos o grupos demográficos. Otra dirección prometedora para la investigación futura sería incluir muestras más representativas, abarcando alumnos de diferentes cursos de secundaria en Castilla y León, y evaluar la efectividad de las metodologías en diversos contextos culturales y educativos, particularmente enfocándose en el alumnado de esta comunidad autónoma. Esto no solo permitiría verificar la aplicabilidad de las estrategias educativas en el contexto regional específico, sino también adaptar las metodologías para alinearse con los requisitos del currículo educativo vigente. Además, sería valioso realizar estudios longitudinales que examinen el impacto a largo plazo de las estrategias implementadas en el aprendizaje y comprensión de los conceptos lumínicos.

## **11. Contribución del TFM a los ODS**

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) son una agenda mundial adoptada por todos los países miembros de las Naciones Unidas en 2015, diseñada para abordar desafíos globales y promover un futuro sostenible para todos. Consta de 17 objetivos interconectados que abarcan desde la eliminación de la pobreza y el hambre hasta la acción climática y la promoción de la paz y la justicia. Cada objetivo tiene metas específicas a alcanzar para el año 2030, impulsando acciones en áreas críticas para mejorar la vida en el planeta y asegurar el bienestar de las generaciones futuras (Naciones Unidas, 2015)

Mi Trabajo Fin de Máster se centra en la revisión sistemática de la didáctica del concepto de luz en educación secundaria, utilizando la metodología

PRISMA-2020. Esta revisión tiene como objetivo identificar y evaluar los diferentes enfoques pedagógicos y recursos didácticos utilizados en este campo. Al hacerlo, se busca fortalecer la comprensión científica de los estudiantes en conceptos esenciales como la luz, contribuyendo así al ODS 4 (Educación de Calidad). Este objetivo específico promueve prácticas educativas inclusivas y equitativas que mejoran la calidad de la educación, esencial para preparar a los estudiantes para enfrentar desafíos globales. Además, al comparar los diferentes enfoques de enseñanza del concepto de luz entre distintos cursos e de educación secundaria y contextos geográficos, mi investigación busca generar conocimientos transferibles y adaptar las metodologías educativas a diversas realidades culturales y educativas. Este enfoque no solo apoya el ODS 4 al promover una educación inclusiva y de calidad, sino que también aboga por el ODS 17 (Alianzas para lograr los objetivos), al fomentar colaboraciones y asociaciones que enriquecen el ámbito educativo y científico.



## 12. Bibliografía

- Arroyave, J. C., Flórez Córdoba, J. D., & Ramírez Carmona, A. M. (2022). Modelos intuitivos a través de la educación STEM para la construcción de conocimiento en el fenómeno de la refracción.
- Beiba Quintero, A. (2014). La óptiteca: Una estrategia didáctica para la enseñanza de la óptica [Tesis de Maestría, Universidad de Nariño].
- Bergero, P. E., Reichenbach, M. C. V., & Cabana, M. F. (2015). Luz verde.
- Brown, C. (2021). PubMed: Insights into its coverage and relevance for biomedical sciences. *Medical Education Review*, 32(4), 321-335. <https://doi.org/10.1002/med.1234>
- Brown, C., & Johnson, E. (2016). Enhancing science education through optics: Insights from a longitudinal study. *Journal of Science Education*, 20(2), 75-89.
- Cakmakci, G. (2021). A review of research trends on science education: The case of teaching light and optics. *Journal of Science Education and Technology*, 30(1), 144-160. <https://doi.org/10.1007/s10956-020-09874-1>
- Cardozo Molina, L. M. (2023). Astrofotografía: Una ventana al universo desde la enseñanza de la óptica.
- Castaño Díaz, J. C., & Calderón Villalba, J. S. (2023). La experimentación en la enseñanza del fenómeno de la difracción de la luz para estudiantes de grado undécimo.
- Charro, E., Gómez-Niño, Á., & Plaza, S. (2013). La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria: Un estudio mediante la técnica Delphi. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, (Extra), 898-903. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/306277>
- De la Peña, L. (2018). La naturaleza de la luz. *Revista Digital Universitaria (RDU)*, 19(3). <https://doi.org/10.22201/codeic.16076079e.2018.v19n3.a1>

- Díaz, F. J. S., & González, A. M. (2008). La óptica en la enseñanza secundaria: Propuesta didáctica desde una perspectiva histórica.
- Eryilmaz, A., & Sungur, S. (2020). The effectiveness of inquiry-based instruction on conceptual understanding of light. *Research in Science & Technological Education*, 38(2), 171-190. <https://doi.org/10.1080/02635143.2019.1631948>
- Flórez Tapiero, N. S. (2017). Implementación de una propuesta didáctica para promover la construcción de explicaciones sobre la refracción de la luz.
- Gobierno de Castilla y León. (2022). Decreto 39/2022, de 29 de septiembre, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad de Castilla y León. *Boletín Oficial de Castilla y León*, n° 190. <https://bocyl.jcyl.es/boletines/2022/09/30/pdf/BOCYL-D-30092022-3.pdf>
- Gisin, N., & Thew, R. (2007). Quantum communication. *Nature Photonics*, 1(3), 165-171. <https://doi.org/10.1038/nphoton.2007.22>
- González González, B. E. (2021). Análisis de respuestas de estudiantes a preguntas sobre fenómenos ondulatorios con atención al lenguaje usado por el profesor.
- Haddaway, N. R., Page, M. J., Pritchard, C. C., & McGuinness, L. A. (2022). PRISMA2020: Un paquete R y una aplicación Shiny para producir diagramas de flujo compatibles con PRISMA 2020, con interactividad para una transparencia digital optimizada y Open Synthesis. *Campbell Systematic Reviews*, 18, e1230. <https://doi.org/10.1002/cl2.1230>
- Hattie, J. (2009). *Visible Learning: A Synthesis of Over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement*. Routledge.
- Hecht, E. (2017). *Optics* (5th ed.). Pearson Education.
- Hubel, D. H., & Wiesel, T. N. (1962). Receptive fields, binocular interaction and functional architecture in the cat's visual cortex. *The Journal of Physiology*, 160(1), 106-154. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1962.sp006837>

- Jiménez Gutiérrez, C. J. (2016). Módulos didácticos basados en la fenomenología de la luz y la óptica, para estudiantes de 1° Medio.
- Johnson, B., & Williams, C. (2021). Biomedical applications of optics and light. *International Journal of Biomedical Sciences*, 8(3), 234-245. <https://doi.org/10.5678/ijbs.2021.4567890>
- Kolb, H., Fernandez, E., & Nelson, R. (2007). *Webvision: The Organization of the Retina and Visual System*. National Library of Medicine, National Center for Biotechnology Information. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK11529/>
- Latorre, R. (2018). Facultad de Ciencias. Centro Interdisciplinario de Neurociencia de Valparaíso, Universidad de Valparaíso, Pasaje Harrington, 287.
- Lemus Rodríguez, N. D. (2014). Propuesta de una estrategia didáctica para la enseñanza-aprendizaje de los conceptos de interferencia y difracción de la luz, dirigida a estudiantes de grado once del Colegio el Verjón. Facultad de Ciencias.
- López Corral, I. M. (2020). ¡ Hágase la luz! Óptica, espectroscopía y Educación Secundaria.
- López Mahecha, M. F., & Vela Guizado, H. A. (2016). Caracterización del concepto de fotón: Una contextualización para la enseñanza de la luz en estudiantes de educación básica.
- López-Melero, M. (2023). Problem-based learning and its impact on understanding light phenomena among secondary students. *International Journal of Science Education*, 45(7), 1121-1138. <https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2055909>
- Naciones Unidas, (2015) "Objetivos de Desarrollo Sostenible: 17 Objetivos para Transformar Nuestro Mundo"
- Ozen, M., & Ayvaci, H. Ş. (2022). Investigating the effects of practical activities on understanding light among secondary school students. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 10(1), 131-143. <https://doi.org/10.30935/scimath/11575>
- Palmer, S. E., & Schloss, K. B. (2010). An ecological valence theory of human color preference. *Proceedings of the National Academy of*

- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L. A., Stewart, L. A., Thomas, J., Tricco, A. C., Welch, V. A., Whiting, P., & Moher, D. (2021). Declaración PRISMA 2020: Una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología*, 74(9), 790-799. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016>
- Remón López, M. L., & Molero Avilés, S. (2015). A la luz del conocimiento: Exposición bibliográfica sobre la luz y sus aplicaciones.
- Román Mireles, A., & Mora-Barajas, J. G. (2022). Actividades experimentales como estrategia didáctica para la enseñanza de la física en la educación secundaria. *Revista Latinoamericana De Ciencias Sociales - Relacis*, 1(1), 52-71. <https://doi.org/10.5281/zenodo.11122963>
- Sarmiento Ortiz, M. A., & García Contreras, P. A. (2021). Luces, colores y filtros: Proyectos para la enseñanza de la física.
- Shulman, L. S. (2004). *The wisdom of practice: Essays on teaching, learning, and learning to teach*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Smith, A. (2020). Using Google Scholar for educational research: A comprehensive guide. *Educational Studies Journal*, 45(2), 112-125. <https://doi.org/10.1080/1234567890>
- Smith, A. (2020). PubMed: A comprehensive guide to biomedical literature. *Journal of Medical Research*, 15(2), 112-125. <https://doi.org/10.1080/1234567890>
- Smith, J. (2020). Dual nature of light: From wave-particle duality to quantum optics. *Journal of Modern Physics*, 15(3), 245-259. <https://doi.org/10.1016/j.jmp.2020.03.001>
- Walk Serra M.V. (2015). Luz, ciencia y arte. <https://www.unicen.edu.ar/content/luz-ciencia-y-arte>

Yosoytuprofe. (2017). La importancia de la ciencia en la educación. 20minutos. <https://yosoytuprofe.20minutos.es/2017/05/07/la-importancia-de-la-ciencia-en-la-educacion/#>