

# Enseñanza de la óptica geométrica con la metodología STEAM en nivel medio superior

## *Teaching geometric optics with the STEAM methodology at the high school*

Angel Farit Pereyra Arguelles<sup>1a</sup>  , Carina Berenice López González<sup>1b</sup> , Hiram Escobar Cornelio<sup>1c</sup> 

<sup>1</sup>Universidad Autónoma del Carmen, Escuela Preparatoria Diurna, Unidad Académica del Campus 2, {<sup>a</sup>Academia de Física, <sup>b</sup>Academia de Humanidades, <sup>c</sup>Academia de Artística}, Ciudad del Carmen, Campeche, México

### RESUMEN

Esta investigación tiene como objetivo desarrollar una estrategia de enseñanza con la metodología STEAM, con el fin de fomentar la comprensión de los principios ópticos básicos e integrando conocimientos de ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas. El estudio se realizó bajo una metodología mixta de investigación, aplicado a 50 estudiantes del último semestre de nivel medio superior de la Escuela Preparatoria Diurna, ubicada en Ciudad del Carmen, Campeche, México, que seleccionaron la asignatura optativa de Temas Selectos de Física, con el objetivo de cumplir con el perfil para estudiar una ingeniería. El enfoque STEAM se aplicó en las tres etapas siguientes: indagación, simulación y diseño y creación de un instrumento óptico. Los resultados muestran que la implementación de la estrategia favoreció el aprendizaje, mejorando la comprensión de los conceptos y su relación con la práctica. Se desarrollaron 8 instrumentos ópticos, 6 clasificados como excelentes en las categorías de conocimientos teóricos, habilidades prácticas y creatividad e innovación. Se concluye que la aplicación de la metodología STEAM ayuda a desarrollar habilidades para la solución de problemas, promueve un desarrollo profundo de los temas de forma que los estudiantes enfrenten desafíos y, por consecuencia, un aumento de interés en los temas propuestos.

**PALABRAS CLAVE:** STEAM; ciencia; enseñanza; óptica geométrica.

### ABSTRACT

This research aims to develop a teaching strategy with the STEAM methodology, in order to promote the understanding of basic optical principles and integrating knowledge of science, technology, engineering, art and mathematics. The study was carried out under a mixed research methodology, applied to 50 students in the last semester of high school at the Escuela Preparatoria Diurna, located in Ciudad del Carmen, Campeche, Mexico, who selected the optional subject of Selected Topics in Physics, with the aim of meeting the profile to study engineering. The STEAM approach was applied in the following three stages: inquiry, simulation and design and creation of an optical instrument. The results show that the implementation of the strategy favored learning, improving the understanding of the concepts and their relationship with practice. Eight optical instruments were developed, 6 classified as excellent in the categories of theoretical knowledge, practical skills and creativity and innovation. It is concluded that the application of the STEAM methodology helps to develop problem-solving skills, promotes a deep development of the topics so that students face challenges and, consequently, an increase in interest in the proposed topics.

**KEYWORDS:** STEAM; science; teaching; geometric optics.

#### Correspondencia:

**DESTINATARIO:** Angel Farit Pereyra Arguelles  
**INSTITUCIÓN:** Universidad Autónoma del Carmen / Escuela Preparatoria Diurna / Unidad Académica del Campus II  
**DIRECCIÓN:** Av. de los Deportes (por Av. Concordia y Av. Corregidora), col. Santa Rosalía, C. P. 24180, Ciudad del Carmen, Campeche, México.  
**CORREO ELECTRÓNICO:** apereyra@pampano.unacar.mx

**Fecha de recepción:** 11 de julio de 2024. **Fecha de aceptación:** 27 de agosto de 2024. **Fecha de publicación:** 17 de septiembre de 2024.



## I. INTRODUCCIÓN

El enfoque STEAM hace referencia a Science, Technology, Engineering, Arts y Mathematics, es decir, Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y las Matemáticas, que enfatiza la educación interdisciplinar entre estos campos del saber <sup>[1]</sup>. De acuerdo con diversos autores, el enfoque STEAM puede definirse como una metodología activa de aprendizaje que promueve la integración y el desarrollo de las materias científico-técnicas y artísticas en un único marco interdisciplinar <sup>[2]</sup>.

El término STEAM se introdujo por primera vez en la década de los años noventa por la Fundación Nacional para la Ciencia en Estados Unidos (NFS), surgiendo de la necesidad de preparar a las nuevas generaciones para el mundo tecnológico, la vida laboral, personal y social <sup>[3]</sup>.

El principal objetivo y reto de la educación STEAM es despertar el interés por la ciencia y tecnología, así como también desarrollar nuevas destrezas y la implementación de soluciones creativas a problemáticas identificadas, la efectividad e innovación de estas soluciones y generar innovación, además de asociar el pensamiento lógico con la creatividad y, en esta perspectiva, hacer más atractivas a las ciencias en el entorno educativo. Estas son las razones del porqué el modelo o enfoque STEAM se ha popularizado en diversos países del mundo <sup>[4]</sup>.

Suárez <sup>[5]</sup> menciona que los cambios sociales, económicos, culturales y tecnológicos plantean nuevas exigencias a las sociedades y, por ende, los sistemas educativos deben responder a ellas de manera que sus egresados desarrollen las competencias para enfrentar los retos que se les presenten.

En un estudio realizado por Vázquez y Manassero <sup>[6]</sup> se determinó que existe un declive de las actitudes hacia la ciencia por parte de los jóvenes: en torno a los 12 años resultan ser positivas y al aumentar la edad van disminuyendo. El interés comienza a transformarse en desinterés por lo que trae como consecuencia el abandono de la ciencia y carreras científicas en las primeras elecciones de estudios y programas educativos.

Martínez <sup>[7]</sup> menciona que la metodología STEAM consiste en el aprendizaje basado en proyectos que incorporen áreas de conocimiento de manera transversal e

integradora en el aula, y estos proyectos STEAM permiten “error” como parte básica del aprendizaje, obteniendo como beneficio la motivación y el aumento del interés por la experiencia práctica. Los proyectos educativos STEAM deben diseñarse cumpliendo algunas premisas, como las siguientes:

- Incorporar el método científico, la creación artística y el razonamiento matemático.
- Conectarse con retos reales y con impacto social.
- Incluir el trabajo colaborativo.
- Utilizar las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) como medio para aprender y crear.
- Dotar el proyecto con una identidad motivadora que provoque el interés por participar.

Existen situaciones en las que pareciera ser que se trata de una competencia para ver quién tiene los más altos índices de reprobación al evaluar asignaturas de ciencias experimentales y exactas. Como consecuencia, los estudiantes pierden el interés y no relacionan la clase con sus aplicaciones en la vida cotidiana.

El desarrollo de proyectos bajo la metodología STEAM puede llegar a favorecer el desarrollo de habilidades prácticas y teóricas en los estudiantes. Esto se debe a que existe una integración de diversas disciplinas, dotando al aprendiz de un pensamiento crítico y brindando la oportunidad de toma de decisiones para la solución de un problema.

La evaluación formativa tiene un rol importante en la revisión de proyectos bajo la metodología que se propone porque involucra a los estudiantes de manera activa en la generación de preguntas y de explicaciones. Esta práctica incluye el prestar atención de manera crítica a las explicaciones y comentarios de los estudiantes, develar conocimientos previos, hacer públicas las diferentes ideas de los estudiantes y utilizarlas para construir nuevos conocimientos de manera colectiva <sup>[8]</sup>.

De acuerdo con lo anterior, el objetivo de este proyecto de investigación es desarrollar una estrategia de enseñanza teniendo como base la metodología STEAM, con el fin de fomentar la comprensión de los principios ópticos, integrando conocimientos de ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas.

## II. METODOLOGÍA

El estudio se realizó bajo una metodología mixta de investigación en una muestra no probabilística.

La muestra estuvo conformada por 50 estudiantes de la Escuela Preparatoria Diurna, Unidad Académica de educación media superior de la Universidad Autónoma del Carmen, ubicada en Ciudad del Carmen, Campeche, México, según el género 22% femenino y 78% masculino. La edad promedio de los participantes fue de 17 años. Son estudiantes que cursaban el último semestre del nivel medio superior y que habían seleccionado la asignatura optativa de Temas Selectos de Física con el objetivo de cumplir con el perfil para estudiar una ingeniería o carrera afín. Cabe mencionar que, históricamente, la población predominante en esta asignatura optativa es masculina. Sin embargo, en este trabajo no se consideró el sesgo por género, aunque se reconoce su importancia y se considerará en trabajos a futuro.

El enfoque STEAM se aplicó en diversas etapas que se describen a continuación:

### 1. ETAPA DE INDAGACIÓN

En esta etapa se asignó que investigaran individualmente en diversas fuentes confiables acerca de los conceptos de lentes, espejos, ojos, problemas oculares, combinación de lentes e instrumentos ópticos. Se solicitó que adjuntaran la investigación en un archivo portable en una asignación de clase de *classroom*.

Posteriormente a la investigación, se conformaron equipos y se evaluaron de forma oral los conceptos establecidos, donde los integrantes trabajaron de forma colaborativa para dar una explicación gráfica y oral.

### 2. ETAPA DE SIMULACIÓN

Se creó una nueva asignación en la clase de *classroom* con las siguientes indicaciones:

- Acceder al simulador PhET: Óptica geométrica <https://phet.colorado.edu/es/simulations/geometric-optics>
- Realizar la simulación de un objeto colocado después del centro, en el centro, entre el centro y el foco, en el foco y después del foco. Describir la naturaleza de las imágenes que se forman.

- Adjuntar las simulaciones y descripciones como captura de pantalla en diapositivas y entregar en la asignación de *classroom*.

### 3. ETAPA DE DISEÑO Y CREACIÓN

Conformados los equipos, los estudiantes seleccionaron un instrumento óptico para diseñarlo y elaborarlo. Se utilizó una lista de cotejo, que se muestra en la [Tabla 1](#), para la evaluación del prototipo teniendo las bases del modelo STEAM.

TABLA 1  
LISTA DE COTEJO PARA LA EVALUACIÓN DE UN INSTRUMENTO ÓPTICO

CRITERIO	NIVEL				
Conocimiento teórico					
Los estudiantes demuestran la comprensión de los principios ópticos básicos.	1	2	3	4	5
Los estudiantes muestran las bases matemáticas usadas para el diseño y elaboración del instrumento óptico.	1	2	3	4	5
Los estudiantes utilizan correctamente la terminología científica relacionada con los instrumentos ópticos.	1	2	3	4	5
Habilidad práctica					
El instrumento óptico es funcional.	1	2	3	4	5
Los estudiantes demuestran habilidad para solucionar problemas y superar obstáculos durante el proceso de construcción del instrumento óptico.	1	2	3	4	5
Creatividad e innovación					
El instrumento óptico es funcional.	1	2	3	4	5
Los estudiantes demuestran habilidad para solucionar problemas y superar obstáculos durante el proceso de construcción del instrumento óptico.	1	2	3	4	5

Descripción de nivel: 1 insuficiente, 2 deficiente, 3 regular, 4 bueno, 5 excelente.

Tres profesores evaluaron los proyectos de forma transdisciplinaria de las áreas de ciencias experimentales, sociales y artes. Además de los criterios evaluados, a los estudiantes se les preguntó ¿cuáles fueron las mayores dificultades que se presentaron al realizar el proyecto?, ¿cómo solucionaron el problema? y ¿qué aprendizajes obtuvieron durante las diferentes etapas del proyecto?

## III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los 50 estudiantes fueron divididos en 8 equipos. Al evaluar la comprensión de los principios ópticos básicos necesarios en el tema de aprendizaje, solo 13% de

estudiantes mostró un nivel insuficiente. Esto equivale a 1 equipo colaborativo, mientras que un 87% mostró niveles bueno y excelente, como se muestra en la **Figura 1**. Coincidiendo con Elizondo [9], en Física, el motivo y lo que está en juego en la argumentación son las restricciones propias del problema a resolver y relacionarlo con el lenguaje matemático.

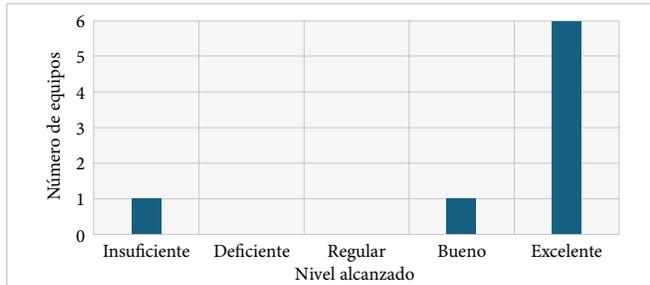


Figura 1. Comprensión de los principios ópticos.

En la **Figura 2** se observa que el 75% (6 equipos) utilizaron y señalaron las bases matemáticas para el diseño y elaboración de su instrumento óptico, mientras que un 25% (2 equipos) no mostraron las bases matemáticas, aunque sus instrumentos fueron funcionales.

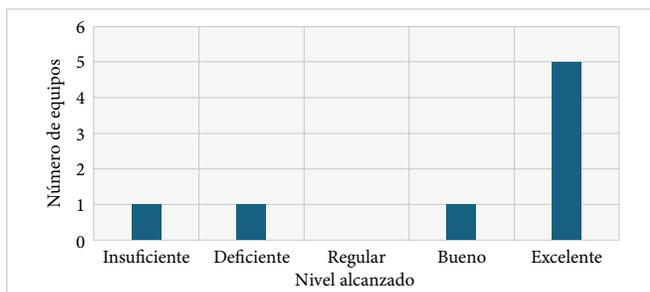


Figura 2. Bases matemáticas para el diseño y elaboración del instrumento.

Al explicar y poner a prueba el instrumento óptico, el 75% de estudiantes utilizaron la terminología científica, y el 25% no contó con las bases teóricas y la terminología correcta (**Figura 3**).

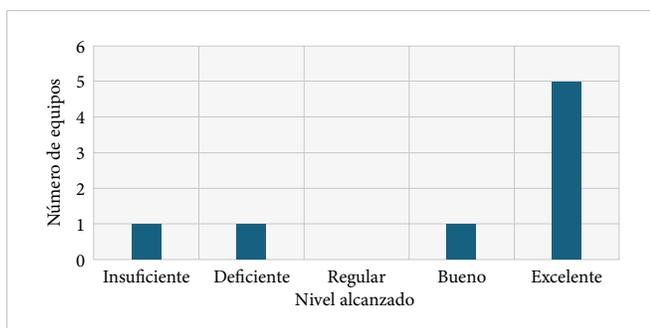


Figura 3. Uso correcto de la terminología científica.

En la **Figura 4** se muestra que 6 instrumentos ópticos cumplieron con la funcionalidad para los cuales fueron diseñados, solo 2 equipos tuvieron un funcionamiento regular, esto debido a que presentaron fallas en algunas de sus partes o se desajustaban al utilizarlos.

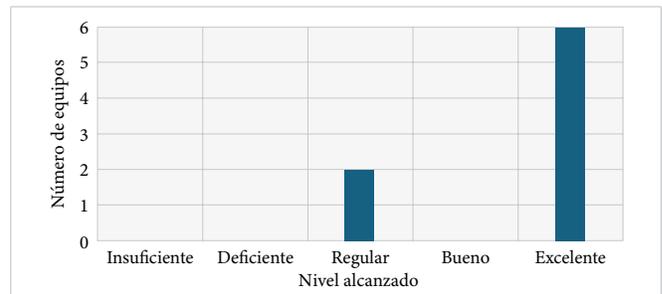


Figura 4. Funcionalidad del instrumento óptico.

De acuerdo con las habilidades para solucionar problemas y superar obstáculos durante el proceso de construcción del instrumento óptico (**Figura 5**), el 75% de estudiantes lograron superarlo, mientras que el 25% mostró deficiencia al hacerlo.

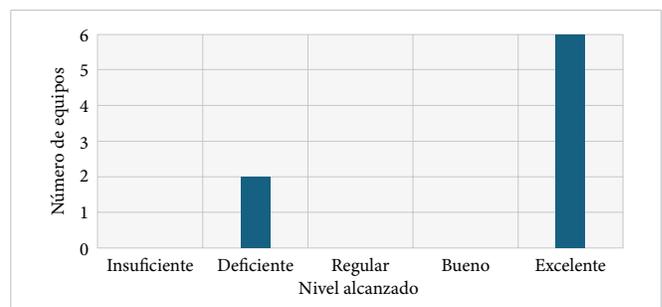


Figura 5. Habilidad para solucionar problemas.

De acuerdo con Nuria y Lara [10], en los proyectos STEAM la creatividad confiere una mayor habilidad para encontrar soluciones a problemas inesperados. En la **Figura 6** se observa que un 88% de los proyectos mostraron un diseño original y creativo y solo un 12% mostraron un nivel insuficiente.

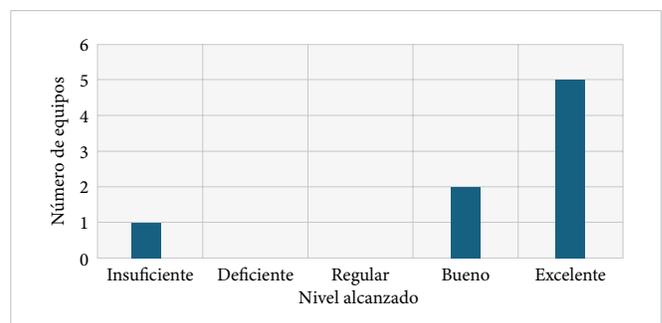


Figura 6. Diseño original y creativo.

Los estudiantes deben implementar innovaciones y aprender mediante la experimentación en primera persona. La enseñanza STEAM facilita el aprendizaje y que crea el ambiente idóneo para que los estudiantes aprendan. En la **Figura 7** se puede observar que un 75% de estudiantes lograron tener niveles altos de originalidad, innovación y aplicación del instrumento. Esto significa que la metodología STEAM favorece el aprendizaje de los estudiantes en lo teórico y práctico.

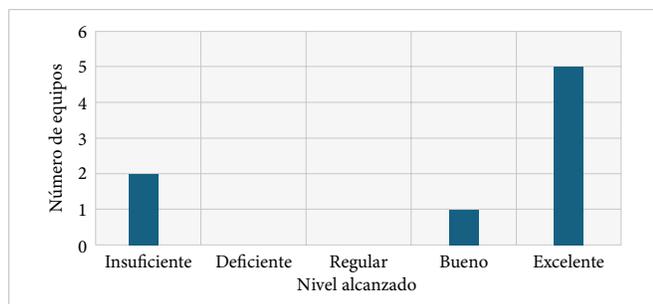


Figura 7. Innovación en el uso y aplicación.

En las **Figuras 8 y 9** se visualizan dos telescopios realizados por los estudiantes.



Figura 8. Telescopio elaborado por estudiantes.



Figura 9. Telescopio 2 elaborado por estudiantes.

## IV. CONCLUSIONES

La integración de la ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas favorece el aprendizaje profundo de la física. En los resultados obtenidos se observa que los estudiantes, de forma colaborativa, en un gran porcentaje superaron los desafíos al desarrollar un proyecto funcional y con las bases teóricas científicas requeridas.

La aplicación de la metodología STEAM ayuda a desarrollar habilidades para la solución de problemas, promueve un desarrollo profundo de los temas de forma que los estudiantes enfrenten desafíos y, por consecuencia, que exista un aumento de interés en los temas propuestos.

Por último, el trabajo transdisciplinar por parte de los docentes tiene un rol importante para el desarrollo de proyectos STEAM, impulsando habilidades como el pensamiento crítico y la colaboración, y permitiendo abordar los problemas desde distintas perspectivas brindando soluciones efectivas.

## REFERENCIAS

- [1] D. Y. Pineda, “Enfoque STEAM: Retos y oportunidades para los docentes”, *RIPIE*, vol. 3, n.º 1, pp. 229-244, dic. 2022, doi: [10.51660/ripie.v3i1.115](https://doi.org/10.51660/ripie.v3i1.115).
- [2] J. Santillán, E. Jaramillo, R. Santos y V. Cadena, “STEAM como metodología activa de aprendizaje en la educación superior”, *Pol. Con.*, vol. 5, n.º 8, pp. 467-492, 2020.
- [3] E. Asinc y S. Alvarado, “Steam como enfoque interdisciplinario e inclusivo para desarrollar las potencialidades y competencias actuales”, presentado en el 5to Congreso Internacional de Ciencias Pedagógicas de Ecuador, Guayaquil, Ecuador, 2019, pp. 1504-1514.
- [4] L. A. Monroy, L.-E. Mendoza y H. Alarcón-Acosta, “Educación STEAM en preparatoria”, *prepa1*, vol. 4, n.º 7, pp. 12-15, 2021.
- [5] C. E. Mora, C. del P. Suárez y J. Felix, coords., *La enseñanza de la física y el modelo STEM*. Ediciones Comunicación Científica, 2022, doi: [10.52501/cc.037](https://doi.org/10.52501/cc.037).
- [6] Á. Vázquez y M. A. Manassero, “El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica”, *Rev Eureka Ensen*

- Divulg Cienc*, vol. 8, n.º 3, pp. 274-292, 2008, doi: [10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2008.v5.i3.03](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2008.v5.i3.03).
- [7] F. Martínez, “Proyectos STEAM: Las matemáticas y el turismo espacial”, presentado en el Congreso Internacional de Centros Innovadores, Andalucía, may. 2022. [En línea]. Disponible en: <https://raco.cat/index.php/DIM/article/view/402817/496519>
- [8] V. Talanquer, “La importancia de la evaluación formativa”, *Educación Química*, vol. 26, n.º 3, pp. 177-179, jul. 2015, doi: [10.1016/j.eq.2015.05.001](https://doi.org/10.1016/j.eq.2015.05.001).
- [9] Ma. del S. Elizondo Treviño, “Dificultades en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Física”, *Presencia Universitaria*, vol. 3, n.º 5, pp. 70-77, 2013.
- [10] A. Nuria y O. Lara, “La robótica educativa: Competencia STEAM y Creatividad”, en *Libro de Resúmenes: 2.ª Conferencia Virtual en Investigación Educativa e Innovación*, Ed., Adaya Press, 2018, p. 99.