



UNIVERSIDAD DE INVESTIGACIÓN DE TECNOLOGÍA EXPERIMENTAL YACHAY

Carrera de:

Maestría en estrategias para la docencia STEM con mención en Ciencias Físicas.

Análisis de la nanotecnología en la sociedad actual y sus necesidades de enseñanza-aprendizaje en la educación.

Trabajo de fin de master previo a la obtención del título de Magister en estrategias para la docencia STEM con mención en Ciencias Físicas.

Autor:

Hugo Ernesto Cabrera González.

CI: 1105063117

Tutor:

Johnny Fabricio Chimborazo Guerrón Ph.D.

CI: 1803301421

Urcuquí - Ecuador

Mayo, 2024

AUTORÍA

Yo, **HUGO ERNESTO CABRERA GONZÁLEZ**, con cédula de identidad 1105063117, declaro que las ideas, juicios, valoraciones, interpretaciones, consultas bibliográficas, definiciones y conceptualizaciones expuestas en el presente trabajo; así cómo, los procedimientos y herramientas utilizadas en la investigación, son de absoluta responsabilidad del autor del trabajo de titulación.

Así mismo, me acojo a la normativa interna de la Universidad de Investigación de Tecnología Experimental Yachay.

San Miguel de Urququí, mayo 2024

Hugo Ernesto Cabrera González

CI: 1105063117

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo, **HUGO ERNESTO CABRERA GONZÁLEZ**, con cédula de identidad 1105063117, cedo a la Universidad de Tecnología Experimental Yachay, los derechos de publicación de la presente obra, sin que deba haber un reconocimiento económico por este concepto. Declaro además que el texto del presente trabajo de titulación no podrá ser cedido a ninguna empresa editorial para su publicación u otros fines, sin contar previamente con la autorización escrita de la Universidad.

Asimismo, autorizo a la Universidad que realice la digitalización y publicación de este trabajo de titulación en el repositorio virtual, de conformidad a lo que dispone la Ley Orgánica de Educación Superior

San Miguel de Urququí, mayo 2024

Hugo Ernesto Cabrera González

CI: 1105063117

Dedicatoria

“Dedico este trabajo de investigación a Dios y la Sra. Isabel Ordoñez Espinoza, quien ha sido mi mayor fuente de apoyo incondicional durante este arduo proceso. Agradezco infinitamente su amor incondicional, que ha sido como el de una madre para mí. Su guía y luz han sido fundamentales en este periodo de mi vida y en este camino académico. Este trabajo lleva impresa su huella, y es un humilde reconocimiento a su valiosa contribución en mi vida y en este proceso académico. Sin su apoyo, este logro no habría sido posible. Gracias por estar siempre presente cuando más necesite de su ayuda.”

Con amor y admiración.

Hugo Ernesto Cabrera González

Agradecimiento

Mi agradecimiento va dirigido especialmente a mis queridos padres Rosa Victoria Cabrera y Oswaldo Enrique Cabrera les dedico este espacio con todo mi amor y gratitud. Agradezco infinitamente su esfuerzo y dedicación que ha hecho posible que hoy este culminando esta etapa de mi vida

También deseo expresar mi profundo agradecimiento a la familia Pachar Ordoñez quienes siempre estuvieron presentes con su cariño, comprensión y apoyo incondicional. Su presencia en cada paso de este camino académico ha significado mucho para mí. Gracias por estar ahí en mis momentos difíciles, por celebrar mis logros y por estar siempre ahí siempre brindándome su apoyo.

A mis padres y a la familia Pachar Ordoñez, les debo gran parte de este logro. Sin su amor, comprensión y respaldo, este camino habría sido mucho más difícil. Su presencia ha sido mi mayor fortaleza y motivación. Este trabajo lleva impresas sus huellas, como símbolo de mi eterno agradecimiento por todo lo que han hecho por mí. Gracias por ser la familia, mi inspiración y mi razón para seguir adelante.

Hugo Ernesto Cabrera González

Resumen

El objetivo de este estudio fue analizar la integración de la nanotecnología en la educación secundaria, abordando tanto las necesidades de enseñanza como de aprendizaje. Se empleó un enfoque de investigación mixto que combinó métodos cuantitativos y cualitativos. Esto permitió no solo evaluar el conocimiento previo y los resultados de aprendizaje de los estudiantes, sino también comprender sus percepciones y actitudes hacia la nanotecnología. El diseño de la investigación fue longitudinal e incorporó entrevistas con docentes y encuestas a estudiantes. La población de estudio incluyó estudiantes y docentes de bachillerato en la ciudad de Cuenca, provincia del Azuay. Se utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia seleccionando a 42 estudiantes y 16 docentes, a los cuales se les aplicó una encuesta y los resultados revelaron que tanto estudiantes como docentes necesitaban mayor capacitación y comprensión de la nanotecnología. Se diseñó una guía didáctica fundamentada en principios pedagógicos como el Aprendizaje Basado en Problemas y el Constructivismo, en la cual se desarrollaron 10 actividades, con un enfoque interdisciplinario, con el fin de mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje de la nanotecnología en estudiantes de bachillerato, fomentando habilidades críticas, creatividad e innovación.

Palabras clave: Nanotecnología, enseñanza, aprendizaje, educación secundaria, guía didáctica.

Abstract

The objective of this study was to analyze the integration of nanotechnology in secondary education, addressing both teaching and learning needs. A mixed research approach was employed, combining quantitative and qualitative methods. This allowed not only the evaluation of students' prior knowledge and learning outcomes but also the understanding of their perceptions and attitudes towards nanotechnology. The research design was longitudinal and included interviews with teachers and surveys of students. The study population included secondary school students and teachers in the city of Cuenca, Azuay province. Convenience sampling was used to select 42 students and 16 teachers, who were surveyed. The results revealed that both students and teachers needed more training and understanding of nanotechnology. A didactic guide was designed based on pedagogical principles such as Problem-Based Learning and Constructivism, upon which 10 activities were developed, with an interdisciplinary approach. This guide aims to enhance the teaching and learning process of nanotechnology in high school students, fostering critical thinking, creativity, and innovation.

Keywords: Nanotechnology, teaching, learning, secondary education, didactic guide.

Índice

AUTORÍA.....	ii
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento.....	v
Resumen.....	vi
Abstract.....	vii
Capítulo 1. Introducción.....	1
1.1 Presentación del Tema.....	1
1.2 Declaración del Problema de Investigación.....	2
1.3 Pregunta de Investigación.....	3
1.4 Objetivos.....	3
1.5 Justificación de la Investigación.....	3
Capítulo 2. Revisión de la Literatura.....	6
2.1 Antecedentes.....	6
2.2 Fundamentos Teóricos.....	8
2.2.1 Aspectos tecnológicos, referentes a la nanotecnología.....	8
2.2.2 Aspectos de los Procesos de Enseñanza -Aprendizaje.....	18
Capítulo 3. Metodología.....	32
3.1 Paradigma.....	32
3.2 Enfoque.....	33
3.3 Diseño de la Investigación.....	33
3.4 Tipo de Investigación.....	34
3.5 Población y Muestra.....	34
3.6 Técnicas e Instrumentos.....	37
Capítulo 4. Resultados.....	39
4.1 Resultados de la Aplicación de la Encuesta a los Docentes.....	39
4.2 Resultados de la Aplicación de la Encuesta a los Estudiantes.....	50
4.3 Análisis Global de Resultados.....	55
Capítulo 5. Diseño de la Guía Didáctica.....	56
Conclusiones y Recomendaciones.....	77
Bibliografía.....	80

Lista de Tablas

Tabla 1. <i>Distribución de estudiantes por institución educativa</i>	36
Tabla 2. <i>Distribución de docentes por institución educativa</i>	36
Tabla 3. <i>Resultados sobre si ¿Tiene experiencia previa en la enseñanza de nanotecnología o temas relacionados?</i>	39
Tabla 4. <i>Resultados sobre si ¿Qué objetivos educativos le gustaría lograr al enseñar nanotecnología?</i>	40
Tabla 5. <i>Resultados sobre si ¿Ha utilizado recursos tecnológicos en su enseñanza de nanotecnología?</i>	41
Tabla 6. <i>Resultados sobre el uso de tecnología en su enseñanza, indique qué tipo de recursos tecnológicos ha utilizado</i>	42
Tabla 7. <i>Resultados sobre ¿Qué desafíos ha enfrentado al enseñar nanotecnología utilizando tecnologías educativas?</i>	43
Tabla 8. <i>Resultados sobre si ¿Le gustaría incorporar nuevas tecnologías o herramientas interactivas en su enseñanza de nanotecnología en el futuro?</i>	44
Tabla 9. <i>Resultados sobre si ¿Cree usted que sería una buena opción que la nanotecnología sea incorporada dentro de la malla curricular?</i>	45
Tabla 10. <i>Resultados sobre ¿Seleccionar cuales cree que sería las ventajas de enseñar nanotecnología en el bachillerato?</i>	46
Tabla 11. <i>Resultados sobre si ¿Seleccione cuales cree que sería las desventajas de enseñar nanotecnología en el bachillerato?</i>	47
Tabla 12. <i>Resultados sobre ¿Cree que es necesario la implementación de un laboratorio de nanotecnología con todos los instrumentos necesarios para enseñar la teoría?</i>	48
Tabla 13. <i>Resultados sobre ¿Cuál de las siguientes opciones describe mejor la nanotecnología?</i>	50
Tabla 14. <i>Resultados sobre ¿Cuál es la escala de tamaño típico que aborda la nanotecnología?</i>	51
Tabla 15. <i>Resultados sobre ¿Cuál de las siguientes opciones es una aplicación común de la nanotecnología?</i>	52
Tabla 16. <i>Resultados sobre ¿Cuál es una característica clave de la nanotecnología?</i>	53
Tabla 17. <i>Resultados sobre si ¿Se ha discutido sobre la nanotecnología en algunas de la clase recibidas en su colegio?</i>	54
Tabla 18. <i>Actividades globales</i>	75

Lista de Figuras

Figura 1. <i>Nanomateriales</i>	10
Figura 2. <i>Rol del estudiante y del profesorado en el proceso de aprendizaje.</i>	21
Figura 3. <i>Deficiencias identificadas en el uso de herramientas interactivas en el ámbito educativo aprendizaje</i>	30
Figura 4. <i>Resultados sobre si ¿Tiene experiencia previa en la enseñanza de nanotecnología o temas relacionados?</i>	39
Figura 5. <i>Resultados sobre si ¿Qué objetivos educativos le gustaría lograr al enseñar nanotecnología?</i>	40
Figura 6. <i>Resultados sobre si ¿Ha utilizado recursos tecnológicos en su enseñanza de nanotecnología?</i>	41
Figura 7. <i>Resultados sobre el uso de tecnología en su enseñanza, indique qué tipo de recursos tecnológicos ha utilizado</i>	42
Figura 8. <i>Resultados sobre ¿Qué desafíos ha enfrentado al enseñar nanotecnología utilizando tecnologías educativas?</i>	43
Figura 9. <i>Resultados sobre si ¿Le gustaría incorporar nuevas tecnologías o herramientas interactivas en su enseñanza de nanotecnología en el futuro?</i>	44
Figura 10. <i>Resultados sobre si ¿Cree usted que sería una buena opción que la nanotecnología sea incorporada dentro de la malla curricular?</i>	45
Figura 11. <i>Resultados sobre ¿Seleccionar cuales cree que sería las ventajas de enseñar nanotecnología en el bachillerato?</i>	46
Figura 12. <i>Resultados sobre si ¿Seleccione cuales cree que sería las desventajas de enseñar nanotecnología en el bachillerato?</i>	48
Figura 13. <i>Resultados sobre ¿Cree que es necesario la implementación de un laboratorio de nanotecnología con todos los instrumentos necesarios para enseñar la teoría?</i>	49
Figura 14. <i>Resultados sobre ¿Cuál de las siguientes opciones describe mejor la nanotecnología?</i>	50
Figura 15. <i>Resultados sobre ¿Cuál es la escala de tamaño típico que aborda la nanotecnología?</i>	51
Figura 16. <i>Resultados sobre ¿Cuál de las siguientes opciones es una aplicación común de la nanotecnología?</i>	52
Figura 17. <i>Resultados sobre ¿Cuál es una característica clave de la nanotecnología?</i>	53

Figura 18. Resultados sobre si ¿Se ha discutido sobre la nanotecnología en algunas de la clase recibidas en su colegio?.....	54
Figura 19. Fases para una planificación efectiva del currículo	57
Figura 20. Representación gráfica de los tamaños de la nanotecnología.....	61
Figura 21. Ejemplo de un modelo nanotecnológico	62
Figura 22. Representación gráfica de la nanotecnología en la medicina	75

Capítulo 1. Introducción

1.1 Presentación del Tema

La nanotecnología, en la actualidad, representa una de las áreas más prometedoras y revolucionarias de la ciencia, la tecnología, su influencia y aplicaciones se extienden a una variedad de campos, desde la medicina la electrónica hasta la industria energética y la fabricación de materiales avanzados. Esta disciplina, que opera a escala nanométrica (a nivel de átomos y moléculas), ha transformado la forma en que percibimos y utilizamos la materia (Taran et al., 2021).

El impacto de la nanotecnología en la sociedad moderna es innegable, desde la mejora de la eficiencia de los sistemas de entrega de medicamentos hasta la creación de materiales más resistentes y livianos para la industria aeroespacial (Das et al., 2019). Sin embargo, este asombroso avance tecnológico también plantea preguntas y desafíos significativos, no solo en términos de desarrollo científico y tecnológico, sino también en lo que respecta a la educación y la comprensión pública.

Uno de los aspectos cruciales en el análisis de la nanotecnología es su integración en el sistema educativo, específicamente en el nivel de bachillerato. Los estudiantes, en su fase inicial de formación, se encuentran en una etapa crucial de su desarrollo intelectual y están ávidos de conocimiento (Bauer, 2021). La enseñanza de la nanotecnología en este nivel no solo es relevante, sino que también es esencial para preparar a las generaciones futuras para una sociedad impulsada por la innovación y la tecnología.

El presente trabajo tiene como objetivo principal analizar la nanotecnología en la sociedad actual y, en particular, explorar las necesidades de enseñanza y aprendizaje de la nanotecnología para los estudiantes de bachillerato. A lo largo de esta tesis, se investigarán las aplicaciones, los desafíos éticos, las implicaciones socioeconómicas y los métodos pedagógicos más efectivos para impartir este conocimiento de manera accesible y comprensible para los estudiantes de bachillerato.

1.2 Declaración del Problema de Investigación

La nanotecnología, como disciplina científica y tecnológica, ha emergido como una fuerza revolucionaria que influye en una variedad de campos, desde la medicina, la electrónica hasta la energía y la fabricación de materiales avanzados. Sin embargo, a pesar de su creciente presencia en la sociedad contemporánea, existe una notable brecha en la educación sobre nanotecnología en las escuelas de bachillerato.

Esta brecha es evidente en la falta de conciencia pública sobre la nanotecnología y sus aplicaciones, dado que, la mayoría de las personas carecen de una comprensión adecuada de los conceptos fundamentales de la nanotecnología y de cómo esta tecnología afecta sus vidas diarias (Camacho et al., 2021). Esto plantea un problema significativo en términos de la falta de conciencia pública sobre las implicaciones de la nanotecnología y su impacto en la sociedad.

Una de las dimensiones críticas de esta brecha educativa radica en la falta de integración de la nanotecnología en el plan de estudios de bachillerato. A pesar de su crecimiento exponencial y su influencia en la sociedad moderna, la nanotecnología a menudo se pasa por alto en el sistema educativo, esta desconexión entre los avances científicos y la educación formal limita la capacidad de los estudiantes para comprender y participar en la sociedad tecnológica actual (Spyrtou et al., 2021). Como resultado, se hace evidente la necesidad de abordar la falta de integración de la nanotecnología en el currículo de bachillerato.

Otro aspecto clave de esta problemática es la falta de recursos educativos adecuados y enfoques pedagógicos específicos para enseñar la nanotecnología de manera efectiva en el nivel de bachillerato, dado que, la nanotecnología opera en una escala extremadamente pequeña, a nivel de átomos y moléculas, lo que la convierte en un tema complejo de enseñar (Baughman et al., 2023). La falta de recursos y enfoques pedagógicos adaptados dificulta la incorporación exitosa de la nanotecnología en el aula, lo cual impide que los educadores proporcionen a los estudiantes una comprensión sólida de los conceptos clave de la nanotecnología y sus aplicaciones (Lee & Lajium, 2022).

En base a esta información, se ha determinado la necesidad de llevar a cabo el presente estudio que aborde el análisis de la nanotecnología en la sociedad actual y sus necesidades de

enseñanza-aprendizaje a nivel de bachillerato, destacando que, este problema de investigación se perfila como un desafío crítico y oportuno en el contexto educativo y social.

1.3 Pregunta de Investigación

¿Cuáles son las necesidades de enseñanza y aprendizaje de la nanotecnología en el nivel de bachillerato dentro de la sociedad actual?

1.4 Objetivos

Objetivo General

Analizar la nanotecnología en la sociedad actual y sus necesidades de enseñanza-aprendizaje de bachillerato.

Objetivos Específicos

- Determinar los fundamentos teóricos que sustentan la guía didáctica para la enseñanza de la nanotecnología en estudiantes de bachillerato
- Diagnosticar las necesidades y el nivel de conocimiento previo de los estudiantes de bachillerato en relación con la nanotecnología
- Diseñar una estructura y contenidos adecuados para la guía didáctica, utilizando recursos tecnológicos y herramientas interactivas que fomenten la participación activa de los estudiantes en su proceso de aprendizaje.

1.5 Justificación de la Investigación

La justificación de esta investigación se basa en la creciente importancia de abordar la nanotecnología y su enseñanza en el nivel de bachillerato, debido a su relevancia socioeconómica, técnico y educativa, por lo que, la capacidad de comprender y aplicar la nanotecnología es esencial para el desarrollo económico de una nación en la era actual, ya que impulsa la innovación y la competitividad en el mercado global.

No obstante, en el contexto educativo, en la mayoría de las contribuciones con respecto a la nanotecnología tratan sobre la importancia de enseñar nanotecnología el nivel de bachillerato, el contenido enseñado dentro de los cursos de nanotecnología o los experimentos

de laboratorio útiles para ilustrar conceptos importantes en nanotecnología. Sin embargo, solo hay varias contribuciones publicadas sobre las actividades en el aula de nanotecnología en cualquier nivel, ya que la mayoría de las contribuciones se centran en lo que enseñan y no en cómo lo enseñan (Bauer, 2021).

Además, la nanotecnología representa uno de los avances científicos y tecnológicos más prometedores y de rápido crecimiento, por lo tanto, su influencia se extiende a campos tan diversos como la medicina, la energía y la fabricación, lo que la convierte en una disciplina crucial para el futuro. En este sentido, enseñar nanotecnología desde temprano es esencial para cultivar futuros científicos e innovadores capaces de abordar los desafíos de la sociedad contemporánea.

Otro aspecto crucial es la conciencia pública, dado que, a medida que la nanotecnología se integra en la vida cotidiana, es esencial que la ciudadanía comprenda sus implicaciones. Una educación adecuada en nanotecnología no solo forma ciudadanos informados, sino también críticos, capaces de tomar decisiones fundamentadas sobre cuestiones relacionadas con la tecnología y la ética.

Por otro lado, la brecha educativa en la enseñanza de la nanotecnología en el nivel de bachillerato es evidente, y esta desconexión entre los avances científicos y la educación formal limita la capacidad de los estudiantes para comprender y participar en una sociedad tecnológica. Por lo tanto, es esencial abordar la falta de integración de la nanotecnología en el currículo de bachillerato para cerrar esta brecha y garantizar que los estudiantes estén preparados para el mundo actual.

Conjuntamente, la falta de recursos educativos adecuados y enfoques pedagógicos específicos para enseñar la nanotecnología son otros desafíos significativos, dada la complejidad de este tema, se requieren herramientas y métodos de enseñanza adaptados para transmitir el conocimiento de manera efectiva. Esta investigación busca abordar esta carencia y proporcionar orientación para la creación de recursos educativos en nanotecnología.

Finalmente, en un mundo cada vez más impulsado por la tecnología, la comprensión de la nanotecnología es esencial para los estudiantes de bachillerato, ya que les permite explorar las bases científicas y las aplicaciones prácticas de esta disciplina. Además, la formación en

nanotecnología equipa a los estudiantes no solo con el conocimiento técnico para innovar, sino también con un pensamiento crítico avanzado y una perspectiva ética integral, preparándolos para contribuir de manera efectiva a un futuro donde la nanotecnología seguirá desempeñando un papel transformador.

Capítulo 2. Revisión de la Literatura

Este capítulo se centra en dar a conocer las bases teóricas y conceptuales que sustentan y generan el soporte a esta investigación. Por lo cual, se definen las variables con base a investigadores que han generado varios aportes y han puesto las bases con sus teorías útiles, para la explicación y la respectiva comprensión de los procesos que conllevan al análisis de la nanotecnología.

2.1 Antecedentes

Entre los antecedentes, se tiene el estudio de Livian (2020), en el cual desarrolló una propuesta didáctica innovadora para enseñar nanomateriales a estudiantes de educación secundaria, combinando métodos pedagógicos tradicionales con estrategias contemporáneas. Esta propuesta incluyó actividades prácticas, experimentos y recursos educativos interactivos que no solo fomentaron la participación activa de los estudiantes, sino que también promovieron debates y reflexiones sobre la importancia de la nanociencia en el currículo escolar. Los resultados mostraron un incremento en el interés de los estudiantes por la nanotecnología y proporcionaron a los docentes una guía práctica para implementar estrategias similares, enriqueciendo la enseñanza de esta disciplina de manera efectiva y motivadora.

De igual manera, se tiene el estudio de Camacho et al. (2022), el cual tuvo como objetivo difundir los conceptos, aplicaciones y ventajas de la nanotecnología entre docentes de primaria en diversas provincias de Costa Rica, con el fin de aumentar su comprensión y promover la enseñanza de este tema. Para llevar a cabo este estudio, se convocó a educadores de diferentes regiones del país, y se llevaron a cabo 5 talleres de formación en lugares como Turrialba, Cahuita, Alajuela, Buenos Aires y Nicoya. Estos talleres abordaron aspectos esenciales de la nanotecnología y sus aplicaciones, así como las oportunidades educativas que este campo ofrece. Los talleres se realizaron de manera presencial a lo largo de dos días completos e incluyeron presentaciones, actividades prácticas y debates. También se creó material didáctico, como un póster y un folleto informativo, además de dos videos educativos relacionados con la nanotecnología. En total, se capacitaron 98 docentes, de los cuales el 87 % eran hombres y el 13 % mujeres, procedentes de distintas provincias del país. Los resultados de las evaluaciones realizadas al final de los talleres demostraron un aumento significativo en el conocimiento

adquirido por los docentes, con un promedio de calificación del 57,30 %, en comparación con el 5,10 % que tenían antes de iniciar la capacitación. Este proyecto contribuyó a fortalecer la comprensión de los educadores sobre la nanotecnología y sus aplicaciones, al mismo tiempo que les brindó la oportunidad de conocer proyectos de investigación a nivel nacional e internacional relacionados con esta disciplina, como resultado, los docentes están mejor preparados para transmitir estos nuevos conocimientos a sus estudiantes y convertirse en agentes multiplicadores del saber.

Así mismo, se tiene el estudio de Bauer (2021), el cual tuvo como objetivo desarrollar una actividad de aprendizaje centrada en una propuesta de investigación para un curso de nanotecnología de tercer año dirigido a estudiantes de química en la educación superior, con el fin de ayudarles a comprender los conceptos de nanotecnología de una manera participativa y estimulante, fomentando al mismo tiempo el pensamiento científico crítico y el desarrollo de habilidades académicas y profesionales. En cuanto a la metodología, los estudiantes trabajaron en parejas y seleccionaron un tema relevante y actual en el campo de la nanotecnología. Luego, propusieron y desarrollaron una idea de investigación original relacionada con ese tema. Esta idea se presentó de manera oral ante sus compañeros como parte de una presentación y se redactó siguiendo una plantilla de artículo científico. Los resultados de la investigación indicaron que esta actividad de aprendizaje fue efectiva en lograr los objetivos establecidos. Los estudiantes demostraron un mayor entendimiento de los conceptos de nanotecnología, y la actividad estimuló su pensamiento crítico y su capacidad para proponer investigaciones originales en el campo. La evaluación de los estudiantes se basó en la calidad de sus presentaciones orales, su participación activa en las discusiones y la calidad de sus propuestas de investigación escritas. En conclusión, esta actividad de aprendizaje demostró ser una forma efectiva de enseñar nanotecnología a estudiantes de química en la educación superior.

Por otro lado, se tiene la investigación desarrollada por Pampa y Torres (2022) cuyo objetivo fue subrayar la importancia de la nanociencia y nanotecnología como disciplinas interdisciplinarias cruciales en la educación contemporánea., para lo cual se ha llevado a cabo una exhaustiva revisión de diversas fuentes de información relacionadas con la nanociencia y nanotecnología, sus contribuciones y logros en el ámbito educativo. Como resultado de este análisis, se llegó a la conclusión de que las instituciones académicas tienen la responsabilidad de incluir la enseñanza de estas áreas del conocimiento interdisciplinario en todos los niveles educativos, desde la educación básica hasta la educación superior. Esto no solo permitirá a los

estudiantes adquirir nuevas habilidades científicas, sino que también mejorará la formación de los docentes en estas áreas clave.

2.2 Fundamentos Teóricos

En este apartado se presentan las definiciones importantes que sustentan la investigación sobre el análisis de la nanotecnología y su utilidad dentro de la enseñanza de la misma en los estudiantes del bachillerato.

2.2.1 Aspectos tecnológicos, referentes a la nanotecnología

2.2.1.1 Nanotecnología

La nanotecnología es una disciplina interdisciplinaria que abarca áreas como la ciencia, la ingeniería y la tecnología y se centra en la manipulación y gestión de la materia a una escala extremadamente pequeña, específicamente a nivel de nanómetros, para contextualizar, un nanómetro representa una fracción extremadamente diminuta de un metro, siendo una mil millonésima parte de un metro (Das et al., 2019).

La nanotecnología se dedica a diseñar, crear y utilizar estructuras, dispositivos y sistemas a esta escala extremadamente pequeña. Esta ciencia permite trabajar con átomos y moléculas individuales, lo que abre un vasto campo de posibilidades para crear nuevos materiales con propiedades únicas, desarrollar dispositivos y aplicaciones innovadoras en una variedad de campos, desde la medicina y la electrónica hasta la energía y la manufactura. La nanotecnología tiene un gran impacto en la mejora de la eficiencia y el rendimiento de productos y procesos en muchas industrias (Taran et al., 2021).

La nanotecnología es un proceso que combina los atributos básicos de las ciencias biológicas, físicas y químicas. Estos procesos ocurren a una escala minúscula de nanómetros. Físicamente, el tamaño se reduce; químicamente, se gobiernan nuevos enlaces y propiedades; y se producen acciones biológicas a escala nanométrica, como la unión y entrega de medicamentos en sitios particulares (Malik et al., 2023).

La nanotecnología proporciona un vínculo entre la mecánica clásica y cuántica en un área gris llamada sistema mesoscópico. Este sistema mesoscópico se utiliza para fabricar nano ensamblajes de la naturaleza, como productos agrícolas, nanomedicina y nano herramientas para fines de tratamiento y diagnóstico en la industria médica. Enfermedades que anteriormente eran intratables ahora están siendo controladas mediante medicamentos y kits de diagnóstico basados en nanotecnología como por ejemplo las quimioterapias que se realizan contra el cáncer. Esta tecnología ha afectado enormemente a la fabricación industrial y producción a granel. En lugar de fabricar materiales cortando grandes cantidades de material, la nanotecnología utiliza el principio de ingeniería inversa, que opera en la naturaleza. Permite la fabricación de productos a escala nanométrica, como átomos, y luego desarrolla productos para trabajar a una escala más profunda (Malik et al., 2023).

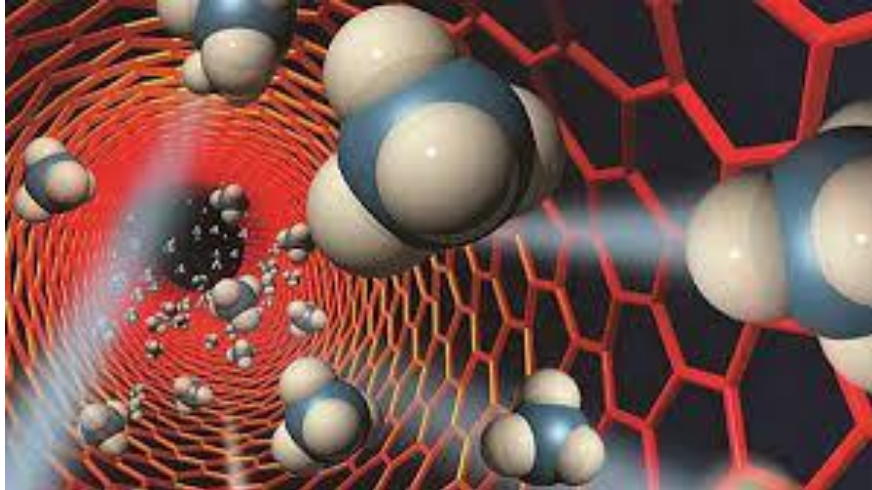
2.2.1.2 Nanomateriales

Los nanomateriales/nanopartículas/nanoestructuras, debido a su nano tamaño (aproximadamente 1 a 100 nm), exhiben extraordinarias propiedades físicas, químicas y biológicas. La nanotecnología se ocupa del diseño, producción, manipulación y aplicación de materiales nanoestructurados. A continuación, se presenta los diferentes tipos de nanomateriales (Chausali et al., 2023):

- Súper nanomateriales: también se denominan nano puros, es decir, cada átomo tiene su geometría perfecta. Estos materiales son muy fuertes y están libres de defectos y podrían mejorarse aún más mediante nano ingeniería. Ejemplos de super nanomateriales son las alas de los aviones y los pernos de diamante.
- Nanomateriales inteligentes: Los materiales inteligentes se denominan inteligentes porque pueden responder a cualquier señal/comando. Estos materiales son capaces de cambiar de tamaño, forma, color, densidad o cualquier propiedad física. Las pinturas inteligentes son capaces de cambiar la refracción de la luz reorganizando los átomos y son un buen ejemplo de nanomateriales inteligentes.
- Nanomateriales activos: Los nanomateriales activos constan de sensores, actuadores y ordenadores. Al utilizar estos componentes, los nanomateriales activos pueden controlar su entorno, detectar un cambio y responder.

- Enjambres de nanomateriales: Enjambres compuestos por varias nanomáquinas que trabajan colectivamente para cumplir un objetivo específico. Los enjambres pertenecen a la categoría de nanomateriales activos.

Figura 1. *Nanomateriales*



Nota. Tomado de Perez (2013) Los cinco nanomateriales que pueden cambiar el mundo. El Confidencial. https://www.elconfidencial.com/tecnologia/2013-06-01/los-cinco-nanomateriales-que-pueden-cambiar-el-mundo_766824/

2.2.1.3 Toxicidad de la Nanotecnología

Según Xuam et al. (2023) los efectos tóxicos de las nanopartículas (NPs) en los humanos, son los siguientes:

- En el sistema respiratorio: desencadenan respuestas que van desde la inflamación hasta la fibrosis e incluso el desarrollo de cáncer de pulmón. La gravedad de estos efectos depende de factores como el tamaño, la forma y la composición química de las NPs, que determinan su capacidad para penetrar en el sistema respiratorio. Una vez en el cuerpo, las NPs pueden desencadenar respuestas celulares, como la generación de especies reactivas de oxígeno, (ROS, por su nombre en inglés *Reactive Oxygen Species*) y la liberación de citocinas inflamatorias, que contribuyen a la inflamación y otros efectos adversos en los tejidos pulmonares.
- Efectos tóxicos de las NPs en el sistema nervioso: Las NPs tienen la capacidad de atravesar la barrera hematoencefálica y llegar al cerebro, donde pueden causar daño cerebral, apoptosis (muerte celular programada) y estrés oxidativo. Estudios han observado cambios en la morfología celular y la muerte celular después de la exposición

a NPs, especialmente aquellas como el dióxido de silicio (SiO_2), que pueden inducir inflamación cerebral y daño oxidativo en las células nerviosas.

- Efectos tóxicos de las NPs en el sistema endocrino: Las NPs pueden afectar el equilibrio hormonal al imitar hormonas o inducir estrés oxidativo en las células endocrinas. Por ejemplo, la exposición a NPs como el dióxido de titanio (TiO_2) puede aumentar los efectos tóxicos de otros compuestos, como los disruptores endocrinos, y se ha observado que NPs como el óxido de zinc (ZnO) afectan la función de las células endocrinas y la producción de hormonas.
- Efectos tóxicos de las NPs en el sistema inmunitario: Las NPs pueden activar o suprimir la respuesta inmune innata, lo que puede resultar en inflamación y disfunción inmunológica. Se ha observado un aumento en la producción de citocinas proinflamatorias después de la exposición a NPs, y algunas NPs como el SiO_2 pueden exacerbar la respuesta inmune ante infecciones bacterianas, lo que puede tener consecuencias adversas en la salud.
- Efectos tóxicos de las NPs en el sistema reproductivo: Las NPs pueden atravesar las barreras biológicas y afectar la función reproductiva tanto en hombres como en mujeres. Esto puede manifestarse en daño en el ADN, disminución en la calidad del espermatozoides y alteraciones en la función ovárica. La exposición a NPs como la plata (Ag) puede causar inflamación y estrés oxidativo en los órganos reproductores, lo que puede afectar negativamente la fertilidad y la salud reproductiva.
- Carcinogenicidad de las NPs: Algunas NPs, especialmente las metálicas, han demostrado ser carcinogénicas al inducir daño en el ADN y estrés oxidativo en las células. Aunque se necesita más investigación para comprender completamente la relación entre la carcinogenicidad y las propiedades específicas de las NPs, se sabe que la exposición a estas partículas puede aumentar el riesgo de desarrollar cáncer debido a la inflamación crónica y el estrés oxidativo que inducen.

2.2.1.4 Nanotecnología en Diferentes Áreas Industriales

Deporte

El impacto de la nanotecnología en el deporte se puede organizar en varios puntos clave (Pereira, 2020):

- La nanotecnología ha permitido la creación de materiales deportivos de alta calidad utilizando nanomateriales de ingeniería (ENM). Estos materiales, como las fibras de nano celulosa (NF), los nanotubos de carbono (CNT) y las nanopartículas de sílice (MSN), entre otros, mejoran el rendimiento y la durabilidad de los equipos deportivos.
- Los nanomateriales utilizados en los equipos deportivos proporcionan ventajas como una disminución de peso, aumento de resistencia y mayor durabilidad, lo que mejora el rendimiento y la comodidad de los deportistas.
- Los NF y CNT se utilizan para mejorar la resistencia física de los materiales deportivos, haciéndolos más fuertes y duraderos que los materiales convencionales.
- Las nanopartículas inorgánicas se utilizan en piezas refractivas y lubricantes para reducir la fricción de la ropa deportiva, lo que contribuye a un mejor rendimiento y comodidad del deportista.
- Las baterías de iones de litio de nanofosfato se utilizan en sistemas de recuperación de energía en deportes como el ciclismo, lo que permite una carga y descarga más eficientes y una mayor durabilidad de la batería.
- Los nanocompuestos o nanomateriales incorporados en los equipos deportivos proporcionan una mayor rigidez y vida útil en comparación con los equipos tradicionales que no utilizan nanopartículas.

Industria

La nanotecnología ha revolucionado la industria moderna al ofrecer soluciones innovadoras y mejoras significativas en diversos sectores. Uno de los campos más destacados es el de la electrónica, donde la miniaturización de dispositivos electrónicos ha sido posible gracias a la fabricación de componentes a escala nanométrica. Esta reducción de tamaño permite la creación de dispositivos más eficientes y potentes, como chips de computadora más rápidos y sensores más sensibles, lo que impulsa el desarrollo de la tecnología digital y la conectividad en todas las áreas de la industria (Malik et al., 2023).

Cosmética

Entre los aportes de la nanotecnología a la cosmética, se tiene (Ekpa et al., 2020):

- La nanotecnología ha permitido la formulación y el uso de nanoestructuras como cubosomas, nanodots, liposomas, dendrímeros y nanoemulsiones en la producción de cosméticos y cosmeceúticos.
- : Los cosméticos basados en nanopartículas han ampliado los límites de las aplicaciones cosméticas, especialmente en el manejo del envejecimiento cutáneo, las arrugas, la deshidratación y la hiperpigmentación dispersa.
- La investigación se centra en comprender las propiedades peculiares de las estructuras de tamaño nano y cómo influyen en la eficacia y seguridad de los productos cosméticos.
- Se están llevando a cabo estudios para evaluar los posibles riesgos para la salud asociados con los productos cosméticos incorporados con nanopartículas, como posibles efectos adversos en la piel y el organismo en general.
- Las autoridades reguladoras y los investigadores académicos están desempeñando un papel importante en la regulación y supervisión de la industria cosmética, asegurándose de que los productos cosméticos que contienen nanopartículas cumplan con los estándares de seguridad y calidad establecidos.

Electrónica

Según Pandey (2021), la nanotecnología se relaciona con la electrónica a partir de los siguientes elementos:

- La nanotecnología permite la fabricación de componentes electrónicos a una escala mucho más pequeña, lo que conduce a dispositivos más compactos y ligeros.
- Los dispositivos electrónicos fabricados con nanomateriales pueden ser más eficientes en el consumo de energía, lo que los hace ideales para aplicaciones donde se requiere una larga duración de la batería o una alta eficiencia energética.
- La manipulación de materiales a escala nanométrica permite mejorar el rendimiento de los dispositivos electrónicos, aumentando la velocidad de procesamiento, la capacidad de almacenamiento y la sensibilidad de los sensores.

- La nanoelectrónica permite la creación de dispositivos con funciones avanzadas y capacidades mejoradas, como la capacidad de comunicarse de forma inalámbrica, la integración de sensores y la capacidad de procesamiento de datos en tiempo real.
- Los materiales nanoestructurados pueden ser más resistentes a condiciones ambientales adversas y a la degradación, lo que mejora la fiabilidad y la vida útil de los dispositivos electrónicos.

Energético

Según Inshakova et al. (2020), las tendencias del mercado global de nanomateriales ingenieriles:

- La nanotecnología se encuentra entre las tres principales áreas de aplicación en el sector energético, después de la electrónica y la biomédica.
- Los nanomateriales se utilizan en la generación, conversión, almacenamiento, ahorro y transmisión de energía en sistemas convencionales y renovables.
- Entre los nanomateriales más utilizados en el mercado energético se encuentran el grafeno, los fullerenos (como los nanotubos de carbono), las nanoestructuras de carbono, los óxidos metálicos y los revestimientos nanocompuestos. Los cuales tienen propiedades como alta conductividad eléctrica y térmica, que los hacen ideales para aplicaciones en almacenamiento y generación de energía.
- Se están desarrollando nuevos nanomateriales, como el aerogel de grafeno y los aerogeles impresos en 3D y 4D, que ofrecen oportunidades innovadoras en áreas como el almacenamiento de energía, las células solares y las pilas de combustible, los cuales tienen propiedades únicas, como estructuras porosas y alta estabilidad química, que los hacen adecuados para diversas aplicaciones en el sector energético.
- La nanotecnología está transformando el sector energético al ofrecer soluciones innovadoras para la generación, almacenamiento y transmisión de energía y se espera que la nanotecnología juegue un papel cada vez más importante en la transición hacia un sistema energético más sostenible y eficiente, con el continuo desarrollo de nuevos nanomateriales y la creciente demanda en el mercado.

Medicina

La nanotecnología ofrece aplicaciones significativas en el campo médico, acelerando los procesos de diagnóstico y tratamiento mediante dispositivos portátiles que permiten un análisis casi instantáneo. Entre las áreas de aplicación más importantes se encuentran (Haleem et al., 2023):

- **Diagnósticos:** La nanotecnología proporciona herramientas sensibles y precisas para diagnósticos in vitro e in vivo, permitiendo la detección temprana de enfermedades a nivel celular y subcelular.
- **Ingeniería de tejidos y tratamiento celular:** La nanotecnología facilita la creación de estructuras funcionales similares a tejidos naturales, donde se pueden introducir y cultivar células vivas para regeneración y reparación de tejidos.
- **Desarrollo terapéutico:** Las nanopartículas permiten dirigir medicamentos específicamente a la causa de la enfermedad, mejorando la eficacia y reduciendo los efectos adversos.
- **Suministro de medicamentos:** Los sistemas de entrega de medicamentos basados en nanotecnología mejoran la biodisponibilidad de los fármacos, prolongan su vida media y reducen los efectos secundarios.
- **Detección de enfermedades:** Desde nanopartículas bioingenierizadas hasta biosensores implantados en tejidos, la nanomedicina ofrece diversas aplicaciones para la prevención, detección, tratamiento y monitoreo de enfermedades.
- **Detección de oxígeno corporal:** Los nanosensores pueden detectar concentraciones de oxígeno y dióxido de carbono en el cuerpo, así como materiales peligrosos, facilitando programas dietéticos personalizados y tratamientos de cáncer con menos efectos secundarios.
- **Atención médica económica:** La nanomedicina ofrece esperanzas para una atención médica mejor, más eficiente y económica, con aplicaciones que van desde diagnósticos hasta cirugías y medicamentos regenerativos.
- **Mejora de la eficiencia de los medicamentos:** Los materiales inteligentes y las nanopartículas mejoran la eficiencia de los medicamentos existentes y eliminan algunos efectos secundarios sistemáticos.
- **Gestión de enfermedades:** La nanotecnología puede ayudar a prevenir y tratar enfermedades, especialmente ante la creciente resistencia bacteriana a los antibióticos.

- Lucha contra el cáncer: La nanotecnología ofrece una forma prometedora de administrar medicamentos contra el cáncer con menos efectos secundarios y mayor eficacia.
- Beneficios para enfermedades cardiovasculares: La nanomedicina utiliza materiales a escala nanométrica para prevenir y tratar enfermedades cardiovasculares, entre otras afecciones cardíacas.
- Nanobots: Los nanobots pueden reparar células dañadas, reemplazar componentes celulares e incluso corregir defectos genéticos, ofreciendo nuevas perspectivas en la medicina regenerativa.
- Procedimientos preventivos: La nanomedicina busca convertir la atención médica en un proceso completamente preventivo, permitiendo la detección temprana de enfermedades y la mejora de la calidad de vida.
- Terapia de radiación: La nanotecnología puede mejorar la terapia de radiación, concentrando la radiación en tumores y minimizando el daño a tejidos sanos.

2.2.1.5 Nanotecnología y Educación

La enseñanza de la nanotecnología en el ámbito educativo se destaca por su importancia en la orientación de los avances científicos y por su capacidad para fomentar vocaciones científicas entre los estudiantes. Su enfoque permite ilustrar las diversas aplicaciones científicas y tecnológicas de la nanotecnología en nuestra vida cotidiana. Sin embargo, su enseñanza requiere de estrategias efectivas que faciliten su difusión, tales como la formación adecuada de los educadores, el uso de un vocabulario accesible y la implementación de métodos prácticos y conferencias interdisciplinarias que aborden diferentes aspectos de la nanotecnología y sus aplicaciones (Camacho et al., 2022).

En la última década, muchos países han comenzado a implementar acciones de divulgación sobre la nanociencia y la nanotecnología, incorporando estos temas en los programas educativos de ciencias desde los niveles de primaria y secundaria (Hsiao & Enyi, 2020). Esta inclusión temprana, junto con la formación especializada en educación superior, ha contribuido a cultivar una cierta cultura en relación con la nanotecnología en algunos segmentos de la población. Además, diversas investigaciones han demostrado la efectividad de introducir la nanotecnología a estudiantes de primaria y secundaria, evidenciando resultados positivos en su aprendizaje (Mandrikas et al., 2020).

Sin embargo, en el contexto de Iberoamérica, aún no se observa una iniciativa oficial por parte de los Ministerios de Educación para incluir contenidos relacionados con la nanotecnología en los programas escolares de nivel primario y secundario. Además, se identifican deficiencias en los materiales didácticos disponibles, los cuales no siempre priorizan la enseñanza de los métodos científicos. Por ende, es crucial promover estrategias educativas que no solo enseñen conceptos de nanotecnología, sino que también fomenten el desarrollo de habilidades científicas y el interés por las ciencias naturales entre los estudiantes (Tutor et al., 2015).

La nanotecnología ha tenido un impacto significativo en la educación en todo el mundo, y diversos países han adoptado enfoques diferentes para incorporarla en sus sistemas educativos. A continuación, se presentan algunos de los avances de la nanotecnología en la educación en varios países (Torres, 2021):

Estados Unidos:

- Estados Unidos ha sido uno de los países líderes en la promoción de la nanotecnología en la educación. En el año 2000, se creó la National Nanotechnology Initiative (NNI), una iniciativa gubernamental que busca mejorar la investigación y desarrollo en nanotecnología.
- Se ha enfocado en el desarrollo de la enseñanza de nanotecnología en las escuelas y la creación de una red de enseñanza de Nano y tecnologías emergentes.
- La Fundación Nacional de Ciencias (NSF) ha promovido la incorporación de la nanotecnología en los planes de estudio de ciencia y tecnología, con énfasis en la educación STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) desde edades tempranas.

Europa:

- La Unión Europea ha enfatizado la educación integral en ciencias, incluyendo la nanotecnología, en todos los niveles educativos.
- Se busca fomentar la interconexión de diferentes áreas de conocimiento y promover la colaboración entre instituciones educativas y empresas para mejorar las habilidades y aptitudes de los estudiantes.

- Algunos países europeos, como Bulgaria, Croacia, República Checa, Dinamarca, Alemania e Italia, han incorporado conceptos de nanotecnología en sus planes de estudio de física, química y biología.

Asia:

- En países como Taiwán, el gobierno ha promovido programas nacionales de ciencia y tecnología en nanotecnología, incluyendo la educación en grados K-12.
- Japón ha desarrollado programas de formación de docentes y materiales de apoyo para estudiantes, enfocándose en la alfabetización en nanotecnología y el desarrollo de habilidades científicas y de liderazgo.

Iberoamérica:

- La red NANODYF ha trabajado en la divulgación y formación en nanotecnología en países de la región iberoamericana.
- Se ha buscado establecer estrategias de divulgación y formación en nanotecnología que puedan adaptarse a los diferentes niveles de desarrollo socioeconómico y científico-técnico en la región.

2.2.2 Aspectos de los Procesos de Enseñanza -Aprendizaje

2.2.2.1 Proceso de enseñanza-aprendizaje

El aprendizaje se considera un proceso dinámico en el que se produce un cambio en los conocimientos, creencias, comportamientos y actitudes de una persona como resultado de sus experiencias vividas y este cambio tiene como objetivo mejorar la capacidad y las habilidades de la persona para enfrentar desafíos presentes y futuros. Para lograr un aprendizaje efectivo, es fundamental que el alumno sea capaz de relacionar de manera significativa la nueva información que está adquiriendo con sus conocimientos previos y sus experiencias previas. Además, es esencial que esté dispuesto a aprender y a encontrarle sentido a lo que aprende, contando con los recursos y contenidos adecuados para enriquecer sus conocimientos. En este proceso, el papel del docente y sus estrategias de enseñanza son cruciales, ya que desempeñan

un rol fundamental en facilitar y guiar el aprendizaje efectivo del estudiante (Hernández et al., 2021).

El proceso de enseñanza-aprendizaje implica la actividad cognitiva de los estudiantes, que se lleva a cabo bajo la supervisión y dirección del profesor, con el objetivo de que adquieran conocimientos, habilidades, hábitos y desarrollen una comprensión científica del mundo. En este proceso, se establece una relación dialéctica entre el profesor y el estudiante, donde cada uno desempeña roles distintos. El profesor actúa como guía y orientador, además de estimular, dirigir y supervisar el proceso de aprendizaje, mientras que el estudiante participa de manera consciente y activa en dicho proceso (Cuarán et al., 2022).

Según Kapur (2020) los métodos de enseñanza son los siguientes:

- Métodos de conferencia: Los instructores imparten conocimientos a los estudiantes a través de explicaciones en persona.
- Ejemplos resueltos: Los ejemplos paso a paso demuestran cómo resolver problemas o llevar a cabo tareas.
- Talleres interactivos: Los estudiantes trabajan en grupos para resolver problemas y participar en actividades.
- Aula invertida: Los estudiantes primero aprenden a través de recursos en línea antes de asistir a la clase para prácticas guiadas.
- Cuestionamiento socrático: Los instructores utilizan preguntas para fomentar el pensamiento crítico en los estudiantes.
- Aprendizaje basado en discusión: Los estudiantes participan en discusiones y debates para aplicar el aprendizaje y desarrollar habilidades de pensamiento crítico.
- Aprendizaje basado en casos: Se utilizan casos o situaciones para que los estudiantes comprendan los conceptos.
- Aprendizaje colaborativo: Los estudiantes trabajan juntos en grupos para aprender y resolver problemas.
- Aprendizaje basado en la investigación: Los estudiantes hacen preguntas y buscan respuestas para desarrollar habilidades de pensamiento crítico.
- Aprendizaje basado en problemas: Los estudiantes resuelven problemas para comprender mejor los conceptos.
- Aprendizaje basado en proyectos: Los estudiantes trabajan en proyectos para aplicar y ampliar su conocimiento.

Según Kapur (2020) los métodos de aprendizaje son los siguientes:

- Visual (Espacial): Los estudiantes aprenden mejor a través de imágenes y gráficos.
- Aural (Auditivo-Musical): Los estudiantes responden bien a los sonidos y la música.
- Verbal (Lingüístico): Los estudiantes aprenden a través de la lectura y la escritura.
- Físico (Kinestésico): Los estudiantes aprenden a través de la acción y la experiencia práctica.
- Lógico (Matemático): Los estudiantes se destacan en la resolución de problemas y el pensamiento lógico.
- Social (Interpersonal): Los estudiantes aprenden mejor en grupos y a través de la interacción social.
- Solitario (Intrapersonal): Los estudiantes prefieren aprender de manera independiente y reflexiva.
- Naturalista: Los estudiantes aprenden mejor observando la naturaleza y el entorno natural.
- Uso de tecnologías: Los estudiantes utilizan tecnologías como computadoras y dispositivos móviles para aprender.
- Utilización de métodos modernos, científicos e innovadores: Los estudiantes hacen uso de herramientas modernas y métodos innovadores, como gráficos, realidad virtual y proyectos.

A partir de estos criterios, se confirma que el aprendizaje no ocurre de manera casual ni es inducido, sino que es un proceso planificado, dirigido y desarrollado de manera integral. En este proceso, el alumno ocupa un lugar central, tal como se ha enfatizado previamente. Es importante destacar que el alumno puede estar aprendiendo incluso sin ser consciente de las estrategias utilizadas para ello. Además, es posible que el alumno tenga conocimiento de las estrategias metodológicas empleadas e incluso pueda tener sus propias estrategias personales, ya sea aprendidas de forma autodidacta o identificadas durante el proceso de aprendizaje (Reynosa et al., 2021).

Figura 2. Rol del estudiante y del profesorado en el proceso de aprendizaje.



Nota. Tomado de Reynosa Navarro, E., Serrano Polo E. A., Ortega-Parra, A. J., Navarro Silva O., Cruz-Montero J. M. & Salazar Montoya E. O. (2019). Estrategias didácticas para investigación científica: relevancia en la formación de investigadores. *Universidad y Sociedad*, 12(1), 259-266

2.2.2.2 Didáctica

La palabra "didáctica" tiene sus raíces en el griego "didaskhein," que significa enseñar, instruir, explicar, hacer, saber y demostrar, así como en el latín "discere" y "docere," que significan aprender y enseñar, respectivamente. La palabra "didáctica" conserva su significado original de enseñanza y aprendizaje desde el griego y el latín. En el siglo XVII, Wolfgang Ratke introdujo la palabra en su libro "Principales Aforismos Didácticos". Jan Komensky, o Comenio, la consolidó como disciplina metodológica con su obra "Didáctica Magna" en 1657. En el siglo XIX, pensadores como Herbert y Willman contribuyeron al desarrollo de la didáctica como un campo centrado en la organización de la enseñanza y el aprendizaje (Casasola, 2020).

La didáctica se comprende como una disciplina auxiliar y práctica de la Pedagogía. Su principal función es llevar a cabo las labores educativas con el propósito de aplicar el conocimiento psicológico relacionado con los procesos de formación intelectual y determinar las técnicas metodológicas más adecuadas para facilitar dicho proceso. Desde esta perspectiva, no se establecen límites claros entre la pedagogía, la didáctica y la metodología, ya que están estrechamente interconectadas en su enfoque y aplicación (Castillo et al., 2022).

La didáctica, como rama de la pedagogía, juega un papel fundamental en la aplicación práctica del proceso educativo y está intrínsecamente ligada a la teoría pedagógica. Se reconoce que la teoría y la práctica están interconectadas y que, separadas una de la otra, carecen de eficacia. Además, la didáctica no se reduce a ser simplemente un conjunto de estrategias, herramientas, técnicas y experiencias que el profesor emplea en el aula para facilitar el aprendizaje de los estudiantes. Va más allá de estos aspectos, ya que existen otros factores determinantes en la acción didáctica de los docentes (Hoz & Hard, 2022).

La verdadera esencia de la didáctica radica en su capacidad para reflexionar sobre la enseñanza y los procesos de instrucción, esto cobra sentido cuando los maestros tienen una visión clara de sus objetivos educativos; comprenden hacia dónde deben dirigir sus esfuerzos y conocen los fundamentos pedagógicos que respaldan sus métodos. La didáctica, en este contexto, se convierte en un puente entre la teoría y la práctica educativa, asegurando que la acción docente esté fundamentada en principios sólidos y orientada hacia metas claras de aprendizaje (Hoz & Hard, 2022).

2.2.2.3 Estrategias Didácticas

Las estrategias didácticas, se refieren a los métodos empleados de manera reflexiva y adaptable por los educadores para facilitar el logro de los objetivos de aprendizaje. Es fundamental que los estudiantes sean capaces de aplicar estas estrategias de manera efectiva durante el proceso de enseñanza para alcanzar un aprendizaje exitoso (Fernández et al. 2022).

Por otro lado, el concepto de estrategia didáctica se refiere a un conjunto de acciones planificadas y organizadas por los docentes con el propósito de guiar a los estudiantes desde un nivel inicial de falta de competencia hasta, alcanzar un nivel final en el cual han adquirido habilidades, conocimientos y aptitudes específicas. Estas acciones se diseñan de manera consciente para lograr metas educativas previamente establecidas y orientar eficazmente el proceso de aprendizaje de los estudiantes (Roa et al., 2021). Las estrategias didácticas comprenden una serie de acciones que el docente utiliza como una guía pedagógica para alcanzar diversos objetivos en los estudiantes, incluyendo la comprensión de contenidos (Celi et al., 2021).

En su investigación, Reynosa et al. (2021) destacaron algunas precisiones teóricas del aprendizaje que son importantes considerar al diseñar estrategias didácticas:

- Cambio de conducta: El aprendizaje se define como un cambio en la conducta, este enfoque resalta la idea de que el aprendizaje implica una modificación observable en el comportamiento del individuo.
- Aprendizaje significativo: el aprendizaje significativo se refiere a la capacidad del individuo para asimilar o integrar el nuevo conocimiento en su estructura cognitiva existente. Esto implica que el aprendizaje no consiste simplemente en memorizar información, sino en darle sentido y relevancia personal.
- Integración en la estructura de pensamiento: El aprendizaje implica la necesidad de que el alumno pueda integrar en su estructura de pensamiento los significados, representaciones y emociones relacionadas con el contenido que está aprendiendo, haciéndolo propio.
- Aprendizaje cooperativo: destaca que el aprendizaje significativo requiere momentos de interacción entre los estudiantes. Esto subraya la importancia de la colaboración y la comunicación entre los miembros de un grupo para facilitar la comprensión y el procesamiento profundo del conocimiento.

Según López (2024) las estrategias de aprendizaje, son procedimientos que involucran técnicas, operaciones o actividades con un propósito específico. Estas estrategias se refieren a disposiciones genéticas que, una vez desarrolladas a través de la experiencia en un entorno culturalmente organizado, resultarán en habilidades individuales y existen diferentes tipos de estrategias que son fundamentales para promover aprendizajes constructivos de los contenidos escolares, ya sea por parte del docente o del alumno, dependiendo del caso. Estas estrategias deben ser flexibles, heurísticas y adaptables según los dominios de conocimiento, contextos o demandas específicas de los procesos de enseñanza y aprendizaje:

- Estrategias de enseñanza: Estos son procedimientos que el docente emplea de manera reflexiva y flexible para facilitar el logro de aprendizajes significativos en los alumnos. El docente debe contar con una variedad de estrategias para seleccionar aquellas que se ajusten mejor a las necesidades e intereses de los estudiantes, con el objetivo de alcanzar aprendizajes significativos.
- Estrategias preinstruccionales: Estas estrategias se centran en preparar y alertar al estudiante sobre qué y cómo va a aprender. Su propósito principal es activar o generar

conocimientos y experiencias previas relevantes. También ayudan al estudiante a situarse en el contexto conceptual adecuado y a generar expectativas apropiadas.

- Estrategias coinstruccionales: Estas estrategias apoyan los contenidos curriculares durante el proceso de enseñanza-aprendizaje. Se enfocan en mejorar la atención del estudiante, ayudar a identificar la información principal, facilitar una mejor codificación y conceptualización de los contenidos, así como en organizar, estructurar e interrelacionar las ideas clave.
- Estrategias postinstruccionales: Estas estrategias se utilizan al finalizar la enseñanza y permiten al alumno tener una visión sintética, integradora e incluso crítica del material aprendido. También pueden ayudar al alumno a evaluar su propio aprendizaje. Algunas de estas estrategias incluyen resúmenes finales, organizadores gráficos, redes y mapas conceptuales.

2.2.2.4 Guía Didáctica

Las guías didácticas son herramientas pedagógicas diseñadas para facilitar y orientar el proceso de enseñanza y aprendizaje en contextos educativos formales y son elaboradas por los docentes con el propósito de planificar de manera estructurada y efectiva las actividades de enseñanza, de modo que se puedan alcanzar los objetivos educativos planteados (Ostaiza et al., 2022). Las guías didácticas suelen incluir una serie de elementos clave, como (Pino & Urías, 2020):

- Objetivos de aprendizaje: Establecen claramente lo que se espera que los estudiantes logren al finalizar la lección o unidad didáctica.
- Contenido: Especifica los temas o conceptos que se van a enseñar, junto con los recursos y materiales que se utilizarán.
- Secuencia de actividades: Organiza las actividades de enseñanza y aprendizaje en un orden lógico y coherente, de modo que los estudiantes puedan seguir un proceso de aprendizaje gradual.
- Recursos: Indica los materiales, libros de texto, recursos en línea, videos u otros recursos que se utilizarán en el proceso de enseñanza.
- Evaluación: Incluye criterios y métodos para evaluar el progreso de los estudiantes y determinar si han alcanzado los objetivos de aprendizaje.

- Estrategias pedagógicas: Describe las estrategias y enfoques de enseñanza que se utilizarán para facilitar la comprensión y el aprendizaje de los estudiantes.
- Tiempo estimado: Establece el tiempo aproximado que se dedicará a cada actividad o sección de la guía didáctica.

Las guías didácticas son herramientas flexibles que permiten a los docentes adaptarse a las necesidades específicas de sus estudiantes y al contexto educativo en el que trabajan. También son útiles para garantizar la coherencia y la planificación adecuada en el proceso de enseñanza y aprendizaje, lo que contribuye a que los estudiantes logren un mejor entendimiento y dominio de los contenidos educativos (García et al., 2019).

El desarrollo de una guía didáctica, consta de los siguientes elementos (Lizarro, 2020):

- Análisis de necesidades: En esta fase, se lleva a cabo un análisis detallado de las necesidades de los estudiantes, tanto en términos de contenido educativo como de características individuales. Se considera la definición de los materiales educativos y se analizan aspectos como el grado de madurez, el nivel de desarrollo social, los conocimientos previos y las motivaciones de los estudiantes.
- Definición de objetivos: Los objetivos de aprendizaje se establecen de manera clara y precisa, orientando todas las actividades educativas. Estos objetivos están estrechamente relacionados con las características de los estudiantes, el contenido del curso, las actividades de aprendizaje y el sistema de evaluación.
- Diseño: contenidos, actividades y evaluación: En esta fase, se diseñan los contenidos del curso, las actividades de aprendizaje y los mecanismos de evaluación. Se seleccionan y organizan los materiales educativos, se plantean actividades variadas que se correspondan con los objetivos del curso y se definen los criterios de evaluación.
- Desarrollo: En esta etapa, se lleva a cabo la elaboración y preparación de los materiales educativos, las actividades de aprendizaje y los instrumentos de evaluación. Se digitalizan los recursos necesarios y se integran en la estructura general del curso.
- Implementación: Se lleva a cabo la puesta en marcha del diseño educativo, siguiendo el plan establecido. Se ejecutan las actividades planificadas y se facilita el acceso a los materiales educativos. Se monitorea el progreso de los estudiantes y se realiza un seguimiento de su participación y desempeño.
- Evaluación: Se evalúa la efectividad del diseño educativo y la calidad del aprendizaje ofrecido a los estudiantes. Se analizan los resultados obtenidos y se realizan ajustes o mejoras según sea necesario. Se busca garantizar que los objetivos de aprendizaje se

cumplan de manera satisfactoria y que los estudiantes alcancen un nivel óptimo de comprensión y competencia en los temas tratados.

2.2.2.5 Educación STEAM

La educación STEAM busca integrar de manera interdisciplinaria las áreas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas en el proceso de enseñanza-aprendizaje y se entiende como un recurso metodológico didáctico ideal para construir conocimiento y desarrollar habilidades aplicables en diferentes campos y situaciones cotidianas de la vida (Santillán et al., 2020). Según Yakman y Lee (2012) STEAM se desglosa de la siguiente manera:

"S" para Ciencias (Science): Relacionada con todo lo que se encuentra en la naturaleza y abarca el estudio de fenómenos naturales y el mundo que nos rodea.

"T" para Tecnología (Technology): Engloba todas las innovaciones y modificaciones realizadas por el ser humano, tanto las existentes como las que están por venir.

"E" para Ingeniería (Engineering): Involucra todos los procesos y sistemas utilizados por las personas para alcanzar sus objetivos, incluyendo la planificación y construcción de soluciones.

"A" para Artes (Arts): Esta adición se incluye para permitir la incorporación de otros campos educativos. Se subdivide en las siguientes categorías:

- Artes y lengua: Comunicación e interpretación, como la escritura o la música.
- Artes físicas: Artes prácticas, como la pintura, y actividades físicas, como la danza.
- Artes liberales: Incluye áreas como la educación, la historia, la filosofía y otras disciplinas humanísticas.
- Artes finas: Se refiere a la estética y la apreciación artística.

"M" para Matemáticas (Mathematics): Engloba la disciplina de las matemáticas, que es fundamental en la resolución de problemas y la comprensión de conceptos cuantitativos.

Según Díaz et al. (2023) la metodología STEAM se caracteriza por:

- Construcción del conocimiento a partir de experiencias previas: Se enfoca en aprovechar las experiencias previas de los estudiantes como punto de partida para el aprendizaje.

- Enfoque transversal entre Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas: Integra de manera interdisciplinaria estas áreas, promoviendo la conexión entre ellas en proyectos y actividades.
- Rol del profesor como facilitador: El profesor actúa como facilitador de información y no como la única fuente de conocimiento, fomentando la autonomía del estudiante.
- Participación activa del estudiante: Los estudiantes tienen un papel activo en la selección de información y toma de decisiones relacionadas con su proceso de aprendizaje.
- Individualización del conocimiento: El conocimiento se percibe como algo personal y consolidado de acuerdo con la relación única de cada individuo con sus experiencias.
- Promoción de la colaboración: Fomenta la colaboración entre pares, tanto entre estudiantes como entre estudiantes y profesores, para abordar proyectos y resolver problemas de manera conjunta.
- Desarrollo del pensamiento crítico y creativo: Se centra en cultivar habilidades de pensamiento crítico y creativo en los estudiantes, alentándolos a encontrar soluciones innovadoras.
- Revisión de objetivos para el desarrollo sostenible: Incluye la consideración de los objetivos para el desarrollo sostenible de la Agenda 2030 de la UNESCO, lo que promueve la conciencia de los problemas globales y la búsqueda de soluciones.
- Aprendizaje basado en proyectos: El aprendizaje se basa en la realización de proyectos y actividades prácticas que involucran la aplicación de conocimientos de manera tangible.

La metodología STEAM se destaca por su capacidad para fomentar el desarrollo de un conjunto de competencias, lo que incluye diversas dimensiones que contribuyen a la formación integral de los estudiantes mediante la transformación de los procesos curriculares. Desde esta perspectiva, STEAM abarca todos los componentes del proceso curricular que incluyen (Celis & González, 2020):

- Objetivos o metas educativas: STEAM define metas específicas que deben ser alcanzadas a través de sus enfoques interdisciplinarios.
- Condiciones y recursos: La metodología considera la información, recursos y herramientas necesarios para llevar a cabo proyectos y actividades STEAM.

- Acciones o estrategias: Se enfoca en las acciones y estrategias pedagógicas requeridas para implementar proyectos STEAM de manera efectiva.
- Uso de recursos: STEAM utiliza de manera efectiva los recursos disponibles para alcanzar los objetivos propuestos en sus proyectos y actividades.

En general, la metodología STEAM se considera un proceso curricular completo en sí mismo, ya que abarca todos los componentes y etapas mencionados. Además, se destaca por su capacidad para promover un conjunto de competencias y enriquecer los procesos educativos al brindar una enseñanza interdisciplinaria y contextualizada que prepara a los estudiantes para enfrentar desafíos del mundo real. Sin embargo, es importante destacar que aún existe la necesidad de investigar y definir los procesos curriculares específicos a través de los cuales STEAM mejora la educación (Celis & González, 2020).

Santillán et al. (2019) argumentan que la educación STEAM fomenta la colaboración entre disciplinas, como el arte y las matemáticas, como una forma efectiva de superar las barreras relacionadas con múltiples puntos de vista que pueden afectar la generación y promoción conjunta del aprendizaje. Este enfoque aprovecha las habilidades y conocimientos de los estudiantes y docentes, reconociendo sus experiencias previas y considerando el tiempo que cada participante puede dedicar al proyecto. Además, se tiene en cuenta la disponibilidad de recursos materiales y otros recursos, tanto tangibles como intangibles, que el equipo pueda utilizar para avanzar en el desarrollo del proyecto de aprendizaje, lo cual resulta esencial para superar desafíos relacionados con limitaciones de tiempo, recursos, lugares de reunión con otros participantes y necesidades de infraestructura.

Su importancia radica en su capacidad para preparar a los estudiantes para el mundo actual y futuro, donde estas áreas desempeñan un papel fundamental en la sociedad y la economía. Al adoptar la metodología STEAM, los estudiantes no solo adquieren conocimientos en estas disciplinas, sino que también desarrollan habilidades esenciales como el pensamiento crítico, la creatividad y la resolución de problemas (Hsiao & Su, 2021).

Uno de los aspectos clave de la educación STEAM es su enfoque en la interdisciplinariedad, dado que, a través de proyectos y actividades prácticas, los estudiantes tienen la oportunidad de ver cómo estas disciplinas se relacionan entre sí en el mundo real. Esto les permite comprender cómo la ciencia y la tecnología pueden aplicarse en la ingeniería y

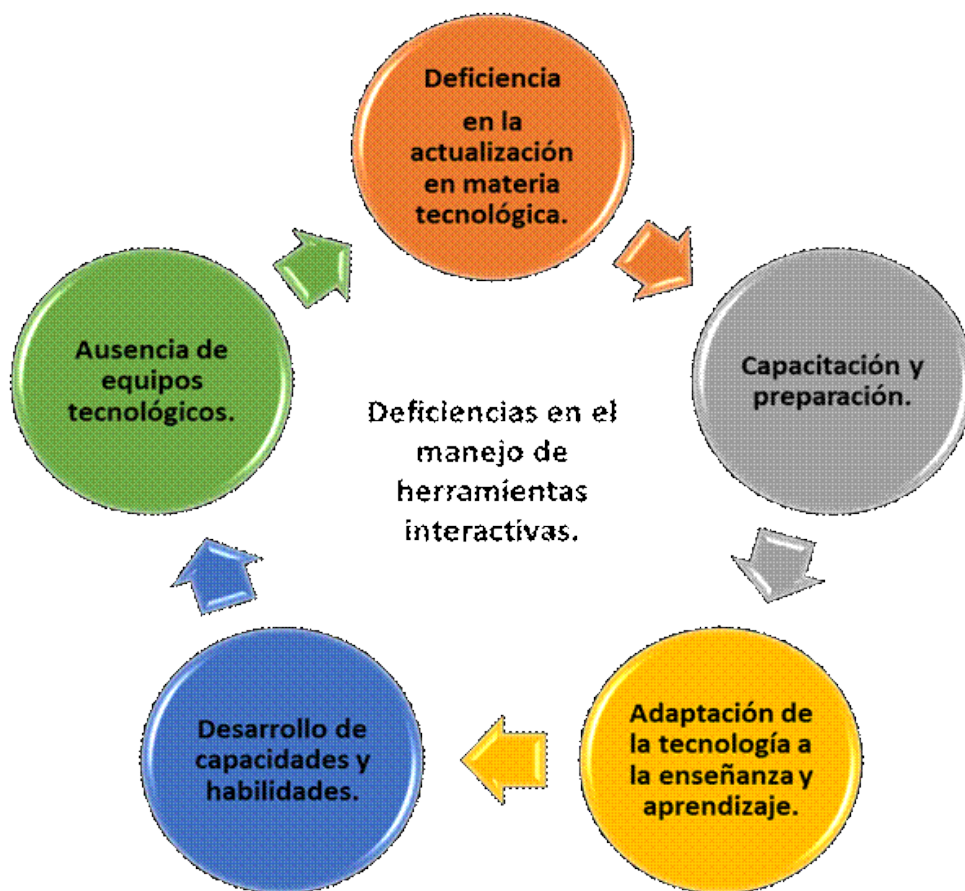
cómo las artes y las matemáticas pueden desempeñar un papel en la solución de problemas complejos. Además, STEAM fomenta la colaboración y la inclusión, dado que, los estudiantes trabajan juntos en proyectos, lo que promueve la comunicación efectiva y el trabajo en equipo. También se valora la diversidad de perspectivas y habilidades, lo que crea un ambiente en el que todos los estudiantes pueden contribuir y aprender de manera significativa (Bertrand & Namukasa, 2021).

2.2.2.6 Recursos Tecnológicos y Herramientas Interactivas

Las deficiencias identificadas en el uso de herramientas interactivas en el ámbito educativo son las siguientes (Rodríguez et al., 2023):

- Falta de conocimientos por parte de los docentes en la creación y manejo de herramientas didácticas interactivas, lo que dificulta su integración efectiva en la planificación educativa.
- Carencia de capacitación y preparación adecuada de los docentes, lo que limita su habilidad para utilizar herramientas interactivas de manera eficaz en el aula.
- Ausencia de herramientas didácticas interactivas en el entorno de enseñanza, lo que impacta negativamente en el desarrollo académico de los estudiantes al privarlos de oportunidades de aprendizaje enriquecedoras.
- Limitado uso de herramientas de comunicación e información en ambientes virtuales de aprendizaje, condicionado en gran medida por la motivación de los docentes y su falta de experiencia en su manejo.
- Necesidad de promover ambientes significativos de enseñanza-aprendizaje mediante el uso adecuado de herramientas interactivas, lo cual requiere una formación adecuada para los docentes y una comprensión más profunda de su potencial educativo.
- Requerimiento de una mayor apropiación de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) por parte de las instituciones educativas y los docentes, incluyendo la creación de contenidos en la web y la utilización de la misma como canal de comunicación en todos los aspectos del proceso educativo.

Figura 3. Deficiencias identificadas en el uso de herramientas interactivas en el ámbito educativo aprendizaje



Nota. Tomado de Rodríguez, V., Esteves, Z., & Garcés, N. (2023). Las herramientas interactivas vinculantes con la competencia docente como espacio de aprendizaje. Guayaquil, Ecuador. Episteme Koinonía. Revista Electrónica de Ciencias de la Educación, Humanidades, Artes y Bellas Artes, 6(12)

Entre las herramientas interactivas, se tiene (Rodríguez et al., 2023):

- Herramientas colaborativas: Google Drive y Dropbox.
- Redes Sociales: Facebook, Twitter, YouTube, Vimeo.
- Mapas Conceptuales y Mentales: Mindmeister, Coggle.it, Mindomo y Bubbl.us.
- Presentaciones: Prezi, Slideshare, Issuu, Emaze y Scribd.
- Podcast: Audacity, Podomatic y Soundcloud.
- Blog: Wordpress, Wix, Blogger, etc.
- Wiki: Wikispaces y Pbwiki.
- Plataformas Virtuales: e-learning, b-learning, m-learning, etc.

- Otras aplicaciones on-line Web 2.0: Jigsaw Planet, Educaplay, Thatquiz, Calameo, Calendarios, geolocalización, libros virtuales compartidos, ofimática on-line, etc.

Capítulo 3. Metodología

3.1 Paradigma

El paradigma constructivista no se presenta como un conjunto de instrucciones rígidas, sino más bien como un conjunto de principios integrados desde los cuales se pueden identificar problemas y encontrar soluciones. En este enfoque, los profesores juegan un papel crucial al proporcionar a los estudiantes las estrategias necesarias para fomentar un aprendizaje significativo, interactivo y dinámico, que estimule la curiosidad de los estudiantes por la investigación. En contraste, la educación tradicional se centra en la transmisión de contenidos para que los estudiantes los memoricen, lo que conduce a la pasividad en el aprendizaje (Tigse, 2020).

En el contexto de un estudio, el constructivismo implica que los investigadores consideran que el conocimiento sobre el tema en estudio no es algo preexistente que se descubre o se observa de manera objetiva, sino que es construido por los participantes del estudio a medida que interactúan con el fenómeno bajo investigación. En el caso específico del estudio sobre la nanotecnología en la sociedad actual y sus necesidades de enseñanza-aprendizaje de bachillerato, el enfoque constructivista implica que los investigadores no solo buscan identificar las características y demandas de la enseñanza de la nanotecnología, sino también comprender cómo los estudiantes construyen su comprensión y conocimiento sobre este tema.

Los objetivos específicos del estudio, como determinar fundamentos teóricos, diagnosticar necesidades y niveles de conocimiento previo, y diseñar una estructura y contenidos adecuados para la guía didáctica, reflejan esta perspectiva constructivista. Por ejemplo, al diagnosticar las necesidades y el nivel de conocimiento previo de los estudiantes, los investigadores reconocen que los estudiantes tienen concepciones previas y construcciones mentales sobre la nanotecnología que influirán en su proceso de aprendizaje. Del mismo modo, al diseñar una guía didáctica, se busca crear un entorno de aprendizaje que permita a los estudiantes construir activamente su comprensión y conocimiento sobre la nanotecnología a través de la interacción con recursos tecnológicos y herramientas interactivas.

3.2 Enfoque

El enfoque de esta investigación fue de naturaleza mixta, empleando una combinación de métodos cuantitativos y cualitativos, la cual permitió no solo analizar datos numéricos relacionados con el nivel de conocimiento previo y los resultados de aprendizaje de los estudiantes, sino también comprender sus percepciones y actitudes hacia la nanotecnología.

En este sentido, según Polanía et al. (2020):

- **Enfoque Cuantitativo:** Se refiere a un enfoque de investigación que se centra en la medición objetiva de fenómenos mediante el análisis de datos numéricos. Este enfoque utiliza métodos estadísticos y experimentales para recolectar y analizar datos con el fin de comprobar hipótesis predefinidas. La recolección de datos se realiza a través de instrumentos estandarizados y se busca generalizar los resultados a una población más amplia. Se caracteriza por su naturaleza deductiva y secuencial, donde se plantean hipótesis y se realizan pruebas para confirmarlas o refutarlas.
- **Enfoque Cualitativo:** Se refiere a un enfoque de investigación que busca comprender fenómenos sociales complejos desde una perspectiva subjetiva, centrándose en las experiencias, perspectivas e ideologías de los participantes. En este enfoque, no se manipulan las variables experimentalmente, y la recolección de datos se realiza a través de técnicas como entrevistas en profundidad, observación participante y análisis de contenido. El objetivo principal es obtener una comprensión profunda y contextualizada del fenómeno en estudio, sin buscar la generalización de los resultados. Se caracteriza por su naturaleza inductiva, donde se generan teorías o interpretaciones a partir de los datos recopilados.

3.3 Diseño de la Investigación

El diseño de la investigación se llevó a cabo en forma longitudinal, lo que implicó el seguimiento de los mismos estudiantes a lo largo de un período de tiempo específico. Además, se incorporó una dimensión cualitativa mediante la realización de entrevistas con docentes y encuestas a los estudiantes, con el objetivo de ampliar la comprensión de los factores que influyen en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la nanotecnología.

3.4 Tipo de Investigación

Esta investigación se clasifica como una investigación aplicada, ya que su enfoque principal radica en la resolución de un problema concreto y práctico en el ámbito educativo, referido a la enseñanza efectiva de la nanotecnología a estudiantes de bachillerato; por lo que, para abordar este problema, se ha diseñado un estudio exhaustivo que busca proporcionar soluciones y recomendaciones concretas que puedan mejorar la calidad de la enseñanza de este tema particular.

La investigación aplicada surge a partir de la investigación básica o fundamental en las ciencias, tanto fácticas como formales, y busca resolver problemas concretos que surgen en la vida productiva de la sociedad. Su enfoque tecnológico implica que el producto de esta investigación no es un conocimiento puro, sino más bien tecnológico, orientado a mejorar, perfeccionar u optimizar sistemas, procedimientos y normas existentes en consonancia con los avances en ciencia y tecnología (Esteban, 2018). La investigación aplicada se centra en la generación de conocimiento que puede aplicarse directamente a los problemas que enfrenta la sociedad o el sector productivo. Su fundamento principal radica en los descubrimientos tecnológicos derivados de la investigación básica, concentrándose en el proceso de conexión entre la teoría y la creación de productos o soluciones prácticas. (Lozada, 2014).

El enfoque aplicado implica que esta investigación no se limita a la generación de conocimiento teórico o abstracto, sino que se orienta hacia la aplicación práctica de los hallazgos. En este contexto, se desarrollará una guía didáctica específica que se espera tenga un impacto directo en la mejora del proceso de enseñanza y aprendizaje de la nanotecnología en el nivel de bachillerato. Además, se llevarán a cabo entrevistas con docentes y encuestas a los estudiantes para obtener una comprensión más profunda de los desafíos y las oportunidades en la enseñanza de este tema.

3.5 Población y Muestra

Según Ventura (2017), la población específicamente se compone de los elementos que son accesibles o están dentro del ámbito particular donde se desarrolla el estudio. Estos elementos forman la base sobre la cual se realizará la investigación. Mientras que, la muestra,

por otro lado, representa una parte representativa de la población, seleccionada de manera que refleje las mismas características generales que la población en su conjunto. Esta muestra se elige cuidadosamente para que sea representativa y permita generalizar los resultados obtenidos en la investigación al resto de la población.

La población de estudio de esta investigación correspondió a los estudiantes de bachillerato y docentes de varias instituciones educativas de la ciudad de Cuenca, de la provincia del Azuay.

Para la selección de la muestra, se aplicó los criterios de muestreo no probabilístico por conveniencia, el cual es definido por Hernández (2021) como aquella que implica la selección de la muestra según la disponibilidad y accesibilidad de los participantes, sin seguir un método aleatorio o probabilístico. En este enfoque, el investigador elige a los participantes basándose en su conveniencia, lo que le permite seleccionar de manera arbitraria el tamaño y la composición de la muestra. Este método es útil cuando resulta difícil o impracticable seleccionar una muestra de manera aleatoria, ya sea debido a limitaciones de tiempo, recursos o acceso a la población de interés.

Con base en los siguientes criterios de inclusión y exclusión para docentes y estudiantes:

Criterios de inclusión y exclusión, estudiantes de Bachillerato:

Criterios de inclusión:

- Estudiantes matriculados en el periodo lectivo 2023-2024 en instituciones educativas de la ciudad de Cuenca, provincia del Azuay.
- Estudiantes de bachillerato de cualquier género y edad.
- Estudiantes que hayan dado su consentimiento para participar en el estudio.

Criterios de exclusión:

- Estudiantes que no estén matriculados en instituciones educativas de la ciudad de Cuenca.
- Estudiantes que no estén cursando el bachillerato durante el periodo lectivo 2023-2024.
- Estudiantes que no hayan dado su consentimiento para participar en el estudio.

Criterios de inclusión y exclusión, docentes de Bachillerato:

Criterios de inclusión:

- Docentes que estén trabajando en instituciones educativas de la ciudad de Cuenca, provincia del Azuay, durante el periodo lectivo 2023-2024.
- Docentes de cualquier área o especialidad.
- Docentes que hayan dado su consentimiento para participar en el estudio.

Criterios de exclusión:

- Docentes que no estén trabajando en instituciones educativas de la ciudad de Cuenca.
- Docentes que no estén activos durante el periodo lectivo 2023-2024.
- Docentes que no hayan dado su consentimiento para participar en el estudio.

Con base en los siguientes criterios, la muestra correspondió a 42 estudiantes y 16 docentes, los cuales se distribuyeron de la siguiente manera.

Tabla 1. *Distribución de estudiantes por institución educativa*

Institución Educativa	Número de estudiantes
Institución Educativa 1	15
Institución Educativa 2	9
Institución Educativa 3	5
Institución Educativa 4	6
Institución Educativa 5	7
Total	42

De igual manera se encuestó a 16 docentes, distribuidos de la siguiente manera:

Tabla 2. *Distribución de docentes por institución educativa*

Institución Educativa	Número de docentes
Institución Educativa 1	3
Institución Educativa 2	5
Institución Educativa 3	8
Total	16

3.6 Técnicas e Instrumentos

Encuesta:

La encuesta es una técnica ampliamente utilizada en investigaciones científicas para recopilar datos. En este proceso, un entrevistador capacitado administra un cuestionario estructurado a un entrevistado que forma parte de la muestra poblacional seleccionada. Es crucial que el cuestionario haya sido previamente probado para garantizar su eficacia en la recopilación de datos que sean representativos de toda la población (Cisneros et al., 2022).

Existen varias formas de aplicar una encuesta, entre las cuales se encuentran la tradicional o presencial, la Offline y la Online. En la encuesta presencial, el entrevistador interactúa directamente con el entrevistado utilizando un cuestionario impreso, lo que requiere que estén cara a cara. En cambio, la encuesta Offline implica el uso de un sistema computarizado, donde se envía al entrevistado una explicación clara del objetivo de la encuesta, y este responde en un momento posterior según su disponibilidad de internet. Por último, la encuesta Online no requiere la presencia física del entrevistado y permite el procesamiento casi inmediato de los datos, ya que se administra a través de correo electrónico, llamadas telefónicas u otras plataformas digitales (Cisneros et al., 2022).

La técnica principal es la recopilación de datos a través de encuestas, para lo cual se utilizarán cuestionarios estructurados diseñados específicamente para estudiantes de bachillerato y los docentes. Estas encuestas contendrán preguntas cerradas que evaluarán el nivel de conocimiento previo de los estudiantes sobre nanotecnología, sus necesidades de aprendizaje y sus percepciones sobre la enseñanza de este tema, en el caso de los docentes el objetivo de la encuesta será evaluar su experiencia, perspectivas y necesidades en relación con la enseñanza de la nanotecnología en el bachillerato.

Revisión Documental:

La técnica de revisión documental es una herramienta esencial en la investigación y desarrollo de la guía didáctica propuesta para la enseñanza de la nanotecnología. Esta técnica implica un exhaustivo análisis y síntesis de la literatura existente sobre nanotecnología y su relación con la pedagogía. Para llevar a cabo esta revisión, se utilizarán diversas fuentes de

información académica, que incluyen libros, artículos de revistas científicas, informes técnicos y recursos educativos específicos relacionados con la nanotecnología.

La revisión documental se llevará a cabo de manera sistemática y crítica, lo que significa que se examinarán y evaluarán los documentos de manera rigurosa y objetiva. Este proceso tiene como objetivo fundamental fundamentar teóricamente la guía didáctica propuesta, asegurando que esté respaldada por una base sólida de conocimiento y evidencia científica.

Para garantizar la efectividad de la revisión documental, se seguirán pasos claros y metodológicos. Esto incluirá la búsqueda activa de fuentes relevantes, la extracción de información clave, la evaluación de la calidad de los documentos y la síntesis de los hallazgos más relevantes. A medida que se analiza la literatura, se identificarán las mejores prácticas, enfoques pedagógicos efectivos y las últimas tendencias en la enseñanza de la nanotecnología.

Capítulo 4. Resultados

4.1 Resultados de la Aplicación de la Encuesta a los Docentes

A continuación, se presentan los resultados correspondientes a la aplicación de la encuesta a 16 docentes, para evaluar su experiencia, perspectivas y necesidades en relación con la enseñanza de la nanotecnología en el bachillerato.

Tabla 3. Resultados sobre si ¿Tiene experiencia previa en la enseñanza de nanotecnología o temas relacionados?

	Frecuencia	Porcentaje
No tengo experiencia previa en la enseñanza de nanotecnología	9	56,3
Sí, he cubierto temas relacionados con nanotecnología	7	25,0
Total	16	100,0

Nota. Datos tomados de la encuesta aplicada a docentes de varias instituciones educativas de la ciudad de Cuenca, de la provincia del Azuay, 2023

Figura 4. Resultados sobre si ¿Tiene experiencia previa en la enseñanza de nanotecnología o temas relacionados?



Nota. Datos tomados de la encuesta aplicada a docentes de varias instituciones educativas de la ciudad de Cuenca, de la provincia del Azuay, 2023

Los resultados de la encuesta muestran que el 56,3% no tienen experiencia previa en la enseñanza de nanotecnología, lo cual señala que la mayoría de los encuestados carecen de experiencia en la enseñanza de nanotecnología, lo que puede tener implicaciones importantes en términos de la preparación y capacitación necesarias para abordar este tema en un entorno

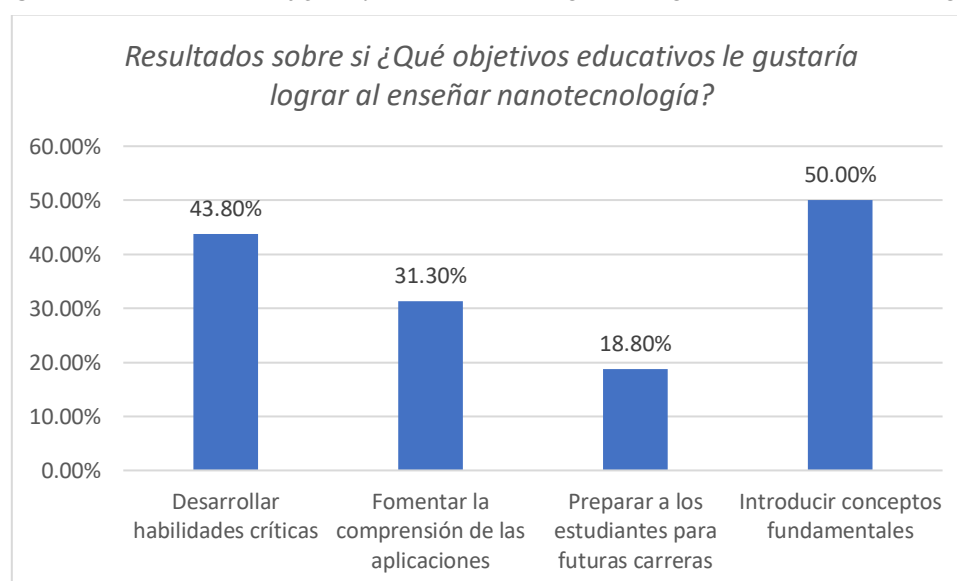
educativo. Por otro lado, el 25,0% de los encuestados mencionaron que sí han cubierto temas relacionados con nanotecnología en algún momento, lo que sugiere un grupo minoritario con experiencia previa en el tema. Estos resultados indican la necesidad de considerar estrategias de formación y apoyo específicas para aquellos que carecen de experiencia en la enseñanza de nanotecnología.

Tabla 4. Resultados sobre si ¿Qué objetivos educativos le gustaría lograr al enseñar nanotecnología?

Objetivos de la enseñanza de la nanotecnología	Frecuencia	Porcentaje
Desarrollar habilidades críticas	7	43,8
Fomentar la comprensión de las aplicaciones	5	31,3
Preparar a los estudiantes para futuras carreras	3	18,8
Introducir conceptos fundamentales	8	50,0

Nota. Datos tomados de la encuesta aplicada a docentes de varias instituciones educativas de la ciudad de Cuenca, de la provincia del Azuay, 2023

Figura 5. Resultados sobre si ¿Qué objetivos educativos le gustaría lograr al enseñar nanotecnología?



Nota. Datos tomados de la encuesta aplicada a docentes de varias instituciones educativas de la ciudad de Cuenca, de la provincia del Azuay, 2023

Los resultados de la encuesta muestran que los docentes tienen objetivos educativos claros al enseñar nanotecnología en el bachillerato. En primer lugar, un porcentaje significativo, el 50,0%, expresó su intención de introducir conceptos fundamentales de la nanotecnología. Este hallazgo resalta la importancia de establecer una base sólida de conocimientos en esta

disciplina para los estudiantes, lo que es esencial para comprender su relevancia en el mundo actual.

Además, un 43,8% de los docentes señaló el objetivo de desarrollar habilidades críticas, lo cual pone de relieve la necesidad de fomentar la capacidad de pensamiento crítico entre los estudiantes mientras aprenden sobre nanotecnología. Por otro lado, un 31,3% mencionó el objetivo de fomentar la comprensión de las aplicaciones de la nanotecnología, lo que destaca la relevancia de conectar la teoría con aplicaciones prácticas. Esto puede ayudar a los estudiantes a comprender cómo la nanotecnología impacta en la vida cotidiana y en diversas industrias.

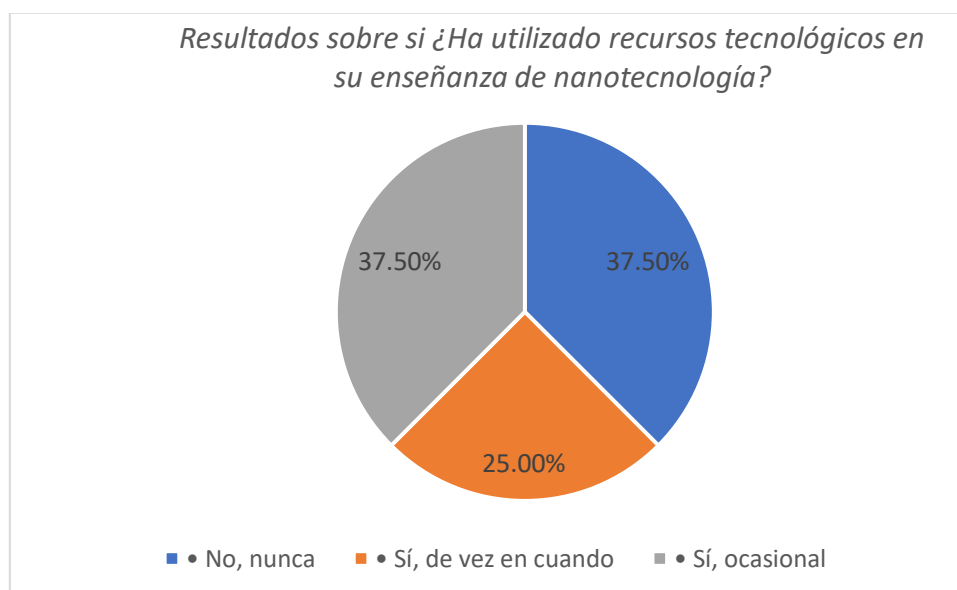
Por último, un 18,8% de los docentes indicó el objetivo de preparar a los estudiantes para futuras carreras relacionadas con la ciencia y la tecnología, lo cual subraya la importancia de vincular la enseñanza de la nanotecnología con perspectivas profesionales y oportunidades laborales, lo que puede motivar a los estudiantes y prepararlos para el futuro.

Tabla 5. Resultados sobre si ¿Ha utilizado recursos tecnológicos en su enseñanza de nanotecnología?

	Frecuencia	Porcentaje
• No, nunca	6	37,5
• Sí, de vez en cuando	4	25,0
• Sí, ocasional	6	37,5
Total	16	100,0

Nota. Datos tomados de la encuesta aplicada a docentes de varias instituciones educativas de la ciudad de Cuenca, de la provincia del Azuay, 2023

Figura 6. Resultados sobre si ¿Ha utilizado recursos tecnológicos en su enseñanza de nanotecnología?



Nota. Datos tomados de la encuesta aplicada a docentes de varias instituciones educativas de la ciudad de Cuenca, de la provincia del Azuay, 2023

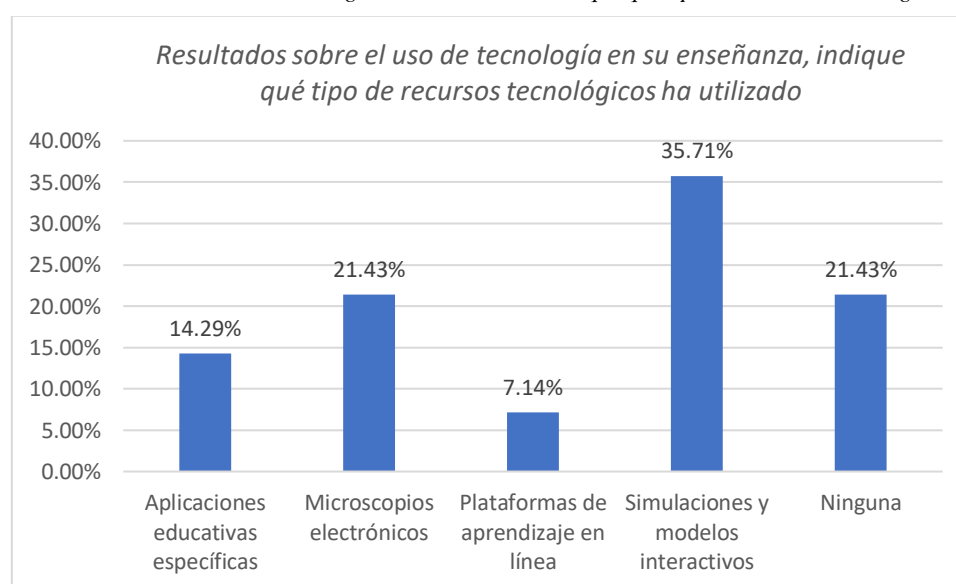
El análisis de la encuesta indica que existe una diversidad en la utilización de recursos tecnológicos por parte de los docentes en su enseñanza de nanotecnología. Un 37,5% de los docentes declaró que nunca ha utilizado recursos tecnológicos, lo que refleja una falta de incorporación de la tecnología en sus enfoques pedagógicos. Por otro lado, un 37,5% mencionó que utiliza tecnología ocasionalmente, mientras que un 25,0% la utiliza de vez en cuando. Estos resultados resaltan la necesidad de fomentar la capacitación y el apoyo para la integración efectiva de tecnología en la enseñanza de la nanotecnología en el bachillerato, con el propósito de enriquecer la experiencia de aprendizaje de los estudiantes y promover un uso más regular y efectivo de recursos tecnológicos en este campo educativo.

Tabla 6. Resultados sobre el uso de tecnología en su enseñanza, indique qué tipo de recursos tecnológicos ha utilizado

Recursos para enseñar nanotecnología	Frecuencia	Porcentaje
Aplicaciones educativas específicas	2	14,29
Microscopios electrónicos	3	21,43
Plataformas de aprendizaje en línea	1	7,14
Simulaciones y modelos interactivos	5	35,71
Ninguna	3	21,43
Total	16	100,0

Nota. Datos tomados de la encuesta aplicada a docentes de varias instituciones educativas de la ciudad de Cuenca, de la provincia del Azuay, 2023

Figura 7. Resultados sobre el uso de tecnología en su enseñanza, indique qué tipo de recursos tecnológicos ha utilizado



Nota. Datos tomados de la encuesta aplicada a docentes de varias instituciones educativas de la ciudad de Cuenca, de la provincia del Azuay, 2023

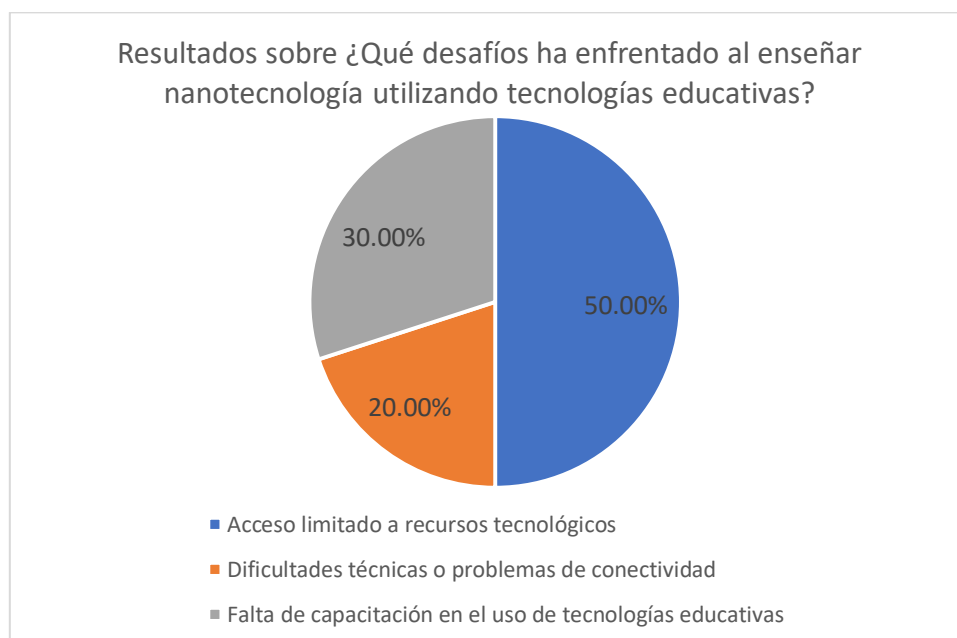
El resultado más relevante de la encuesta muestra que un 35,71% de los docentes ha utilizado simulaciones y modelos interactivos en su enseñanza de nanotecnología, lo cual destaca la importancia de las herramientas interactivas y las simulaciones como recursos tecnológicos preferidos por los docentes para enseñar conceptos de nanotecnología. Estas herramientas pueden ofrecer una experiencia de aprendizaje efectiva al permitir a los estudiantes explorar y comprender conceptos complejos de manera visual y práctica. La alta utilización de simulaciones y modelos interactivos resalta su valor en la enseñanza de la nanotecnología en el bachillerato.

Tabla 7. Resultados sobre ¿Qué desafíos ha enfrentado al enseñar nanotecnología utilizando tecnologías educativas?

Desafíos en la enseñanza de la nanotecnología	Frecuencia	Porcentaje
Acceso limitado a recursos tecnológicos	5	50,0
Dificultades técnicas o problemas de conectividad	2	20,0
Falta de capacitación en el uso de tecnologías educativas	3	30,0
Total	16	100,0

Nota. Datos tomados de la encuesta aplicada a docentes de varias instituciones educativas de la ciudad de Cuenca, de la provincia del Azuay, 2023

Figura 8. Resultados sobre ¿Qué desafíos ha enfrentado al enseñar nanotecnología utilizando tecnologías educativas?



Nota. Datos tomados de la encuesta aplicada a docentes de varias instituciones educativas de la ciudad de Cuenca, de la provincia del Azuay, 2023

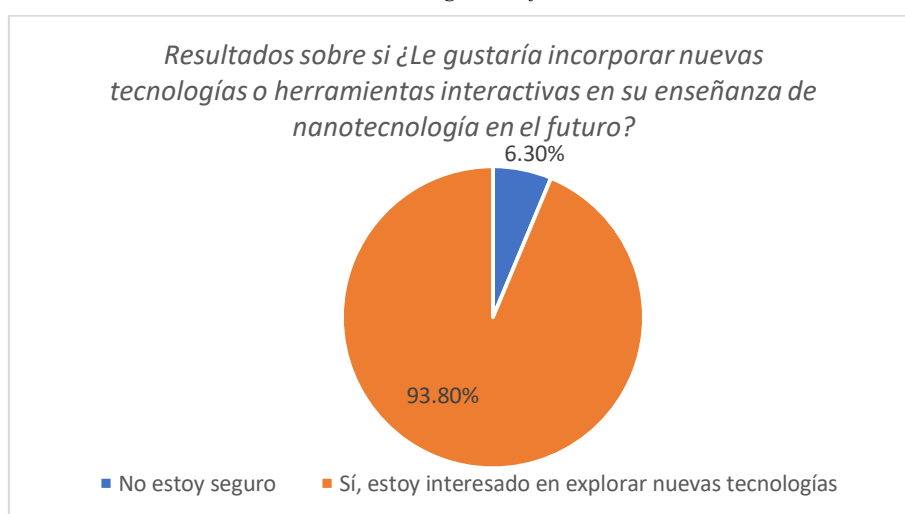
Los resultados de la encuesta entre docentes revelan que enfrentan varios desafíos al enseñar nanotecnología utilizando tecnologías educativas. El desafío más destacado, mencionado por el 50,0% de los docentes encuestados, es el acceso limitado a recursos tecnológicos, lo que sugiere que la falta de acceso a tecnología adecuada puede ser un obstáculo significativo en la enseñanza de la nanotecnología. Además, un 30,0% de los docentes enfrenta la falta de capacitación en el uso de tecnologías educativas, lo que señala la importancia de la formación docente en este ámbito. Un 20,0% mencionó dificultades técnicas o problemas de conectividad, lo que indica que los problemas técnicos pueden afectar la implementación efectiva de tecnologías educativas. Estos desafíos destacados resaltan la necesidad de abordar cuestiones relacionadas con el acceso a recursos tecnológicos, la capacitación docente y la resolución de problemas técnicos para mejorar la enseñanza de la nanotecnología utilizando tecnologías educativas en el bachillerato.

Tabla 8. Resultados sobre si ¿Le gustaría incorporar nuevas tecnologías o herramientas interactivas en su enseñanza de nanotecnología en el futuro?

	Frecuencia	Porcentaje
No estoy seguro	1	6,3
Sí, estoy interesado en explorar nuevas tecnologías	15	93,8
Total	16	100,0

Nota. Datos tomados de la encuesta aplicada a docentes de varias instituciones educativas de la ciudad de Cuenca, de la provincia del Azuay, 2023

Figura 9. Resultados sobre si ¿Le gustaría incorporar nuevas tecnologías o herramientas interactivas en su enseñanza de nanotecnología en el futuro?



Nota. Datos tomados de la encuesta aplicada a docentes de varias instituciones educativas de la ciudad de Cuenca, de la provincia del Azuay, 2023

Los resultados de la encuesta indican que un 93,8% de los docentes expresan interés en explorar nuevas tecnologías o herramientas interactivas en su enseñanza de nanotecnología en el futuro. Esta cifra refleja un alto grado de disposición por parte de los docentes para adoptar tecnologías innovadoras en la enseñanza de la nanotecnología. Solo un 6,3% de los docentes indicó que no está seguro, lo que sugiere que la gran mayoría está abierta a la incorporación de nuevas tecnologías en su enfoque pedagógico.

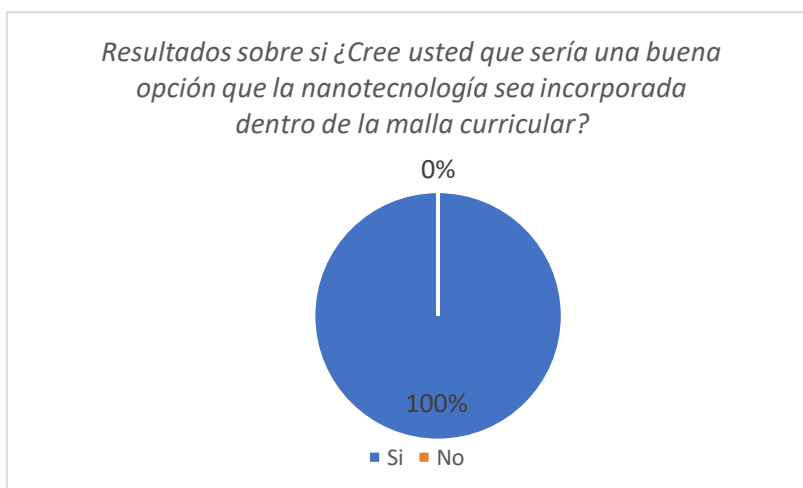
Este alto porcentaje de interés en la adopción de nuevas tecnologías es un indicio positivo y muestra la disposición de los docentes para adaptarse a los avances tecnológicos y mejorar la calidad de la enseñanza de la nanotecnología en el futuro. La disposición de los docentes a utilizar herramientas interactivas y tecnologías puede contribuir al enriquecimiento de la experiencia educativa de los estudiantes en este campo.

Tabla 9. Resultados sobre si ¿Cree usted que sería una buena opción que la nanotecnología sea incorporada dentro de la malla curricular?

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Si	16	100,0

Nota. Datos tomados de la encuesta aplicada a docentes de varias instituciones educativas de la ciudad de Cuenca, de la provincia del Azuay, 2023

Figura 10. Resultados sobre si ¿Cree usted que sería una buena opción que la nanotecnología sea incorporada dentro de la malla curricular?



Nota. Datos tomados de la encuesta aplicada a docentes de varias instituciones educativas de la ciudad de Cuenca, de la provincia del Azuay, 2023

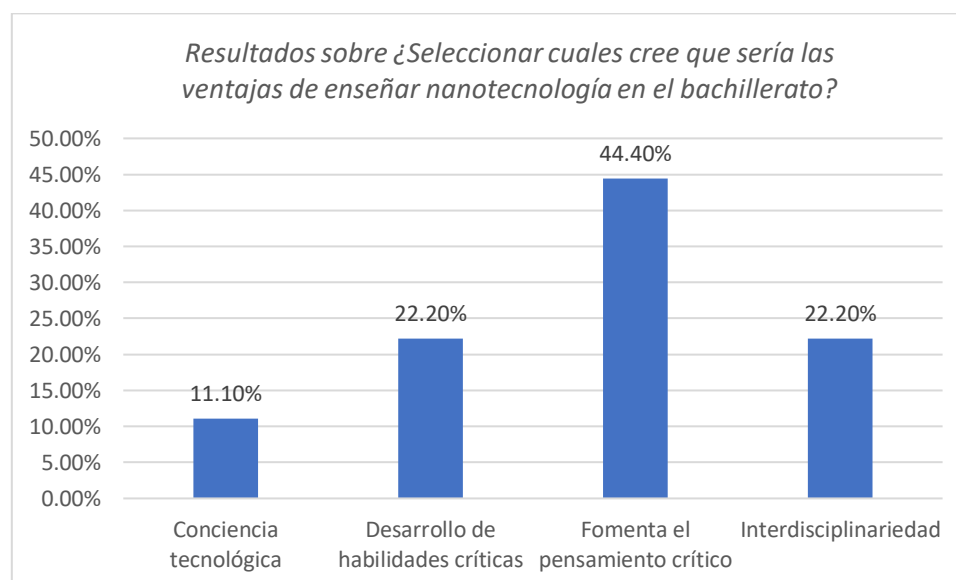
Los resultados de la encuesta indican que el 100% de los docentes considera que sería una buena opción incorporar la nanotecnología dentro de la malla curricular. Este resultado es especialmente relevante, ya que refleja un consenso total entre los docentes encuestados sobre la importancia de integrar la nanotecnología en el plan de estudios, lo cual sugiere un fuerte respaldo a la idea de que la nanotecnología debería formar parte de la educación en el bachillerato, lo que puede ser fundamental para satisfacer las necesidades de enseñanza-aprendizaje relacionadas con esta disciplina en la sociedad actual. Estos resultados respaldan la importancia de considerar la inclusión de la nanotecnología en la malla curricular como una opción valiosa para la educación en el bachillerato.

Tabla 10. Resultados sobre ¿Seleccionar cuales cree que sería las ventajas de enseñar nanotecnología en el bachillerato?

Beneficios de la enseñanza de la nanotecnología	Frecuencia	Porcentaje
Conciencia tecnológica	1	11,1
Desarrollo de habilidades críticas	2	22,2
Fomenta el pensamiento crítico	4	44,4
Interdisciplinariedad	2	22,2

Nota. Datos tomados de la encuesta aplicada a docentes de varias instituciones educativas de la ciudad de Cuenca, de la provincia del Azuay, 2023

Figura 11. Resultados sobre ¿Seleccionar cuales cree que sería las ventajas de enseñar nanotecnología en el bachillerato?



Nota. Datos tomados de la encuesta aplicada a docentes de varias instituciones educativas de la ciudad de Cuenca, de la provincia del Azuay, 2023

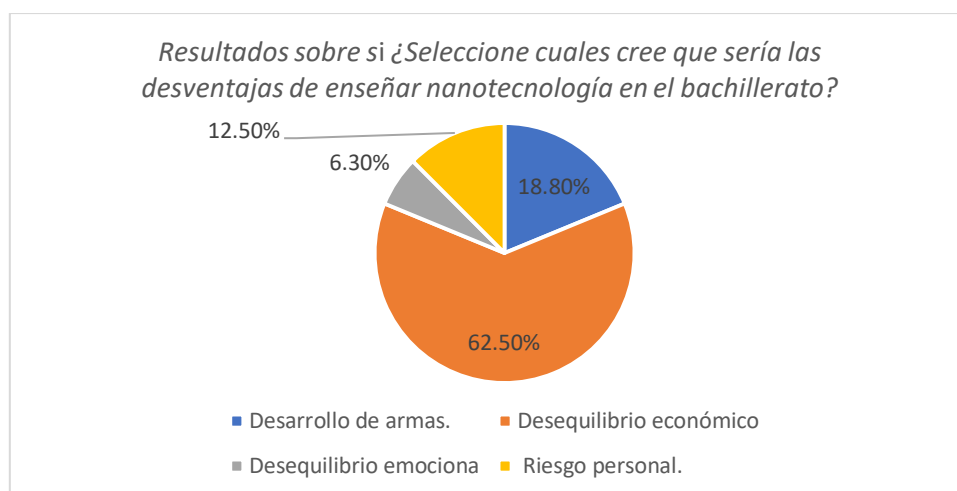
Los resultados de la encuesta entre docentes sobre la enseñanza de la nanotecnología en el bachillerato revelan que existe un claro reconocimiento de las ventajas asociadas a esta materia. En particular, el 44,4% de los docentes destacó que la enseñanza de la nanotecnología fomenta el pensamiento crítico, lo que sugiere que esta disciplina tiene el potencial de promover una habilidad fundamental entre los estudiantes. Además, un 22,2% de los docentes señaló la interdisciplinariedad como una ventaja, lo que indica que la nanotecnología puede facilitar la integración de conocimientos de diferentes áreas. Un porcentaje igualmente relevante de 22,2% mencionó el desarrollo de habilidades críticas, subrayando la importancia de esta disciplina en el fortalecimiento de habilidades analíticas y críticas entre los estudiantes. Finalmente, un 11,1% de los docentes destacó la conciencia tecnológica como una ventaja, lo que sugiere que la enseñanza de la nanotecnología puede contribuir a aumentar la comprensión de los avances tecnológicos entre los estudiantes.

Tabla 11. Resultados sobre si ¿Seleccione cuales cree que sería las desventajas de enseñar nanotecnología en el bachillerato?

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Desarrollo de armas.	3	18,8
Desequilibrio económico	10	62,5
Desequilibrio emocional	1	6,3
Riesgo personal.	2	12,5
Total	16	18,8

Nota. Datos tomados de la encuesta aplicada a docentes de varias instituciones educativas de la ciudad de Cuenca, de la provincia del Azuay, 2023

Figura 12. Resultados sobre si ¿Seleccione cuales cree que sería las desventajas de enseñar nanotecnología en el bachillerato?



Nota. Datos tomados de la encuesta aplicada a docentes de varias instituciones educativas de la ciudad de Cuenca, de la provincia del Azuay, 2023

Los resultados de la encuesta señalan que el 62,5% de los docentes considera que una de las principales desventajas de enseñar nanotecnología en el bachillerato sería el desequilibrio económico, lo cual sugiere que existe una preocupación significativa entre los docentes acerca de cómo la enseñanza de la nanotecnología podría contribuir al desequilibrio económico o a la brecha entre diferentes grupos socioeconómicos.

Además, el 18,8% de los docentes mencionó el desarrollo de armas como una desventaja potencial, lo que indica una preocupación por la posibilidad de que los conocimientos en nanotecnología puedan ser utilizados en aplicaciones militares o armamentísticas. En menor medida, un 12,5% de los docentes mencionó el riesgo personal como una desventaja, lo que sugiere inquietudes sobre la seguridad y los posibles riesgos asociados con la manipulación de nanomateriales en un entorno educativo.

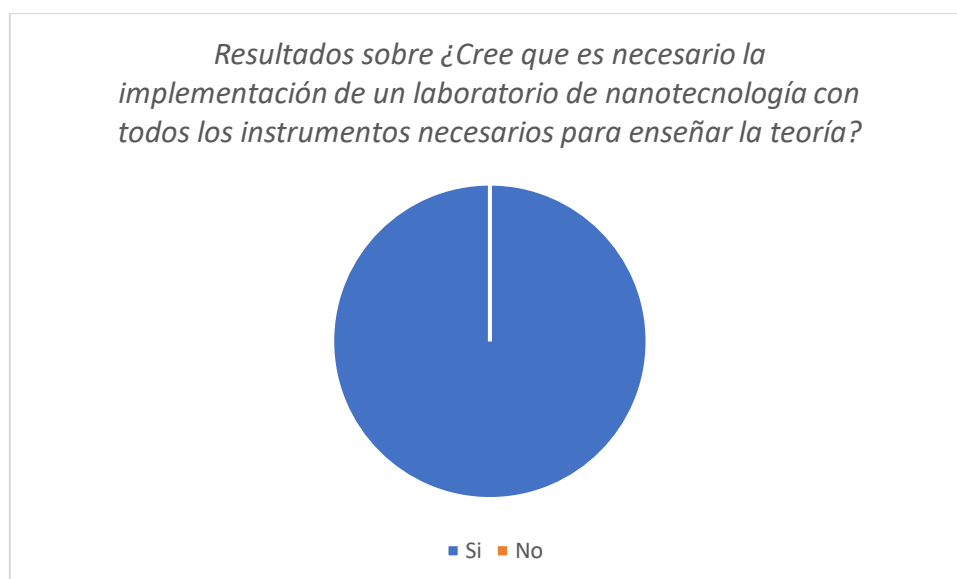
Estos porcentajes relevantes destacan las preocupaciones de los docentes con respecto a las posibles implicaciones negativas de enseñar nanotecnología en el bachillerato, lo que podría influir en la forma en que se aborda esta materia en el currículo educativo.

Tabla 12. Resultados sobre ¿Cree que es necesario la implementación de un laboratorio de nanotecnología con todos los instrumentos necesarios para enseñar la teoría?

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Si	16	100,0

Nota. Datos tomados de la encuesta aplicada a docentes de varias instituciones educativas de la ciudad de Cuenca, de la provincia del Azuay, 2023

Figura 13. Resultados sobre ¿Cree que es necesario la implementación de un laboratorio de nanotecnología con todos los instrumentos necesarios para enseñar la teoría?



Nota. Datos tomados de la encuesta aplicada a docentes de varias instituciones educativas de la ciudad de Cuenca, de la provincia del Azuay, 2023

Los resultados de la encuesta indican que el 100% de los docentes considera necesario implementar un laboratorio de nanotecnología con todos los instrumentos necesarios para enseñar tanto la teoría como la práctica. Este alto porcentaje refleja una clara demanda por parte de los docentes de recursos y herramientas que permitan una enseñanza-aprendizaje más eficiente en el campo de la nanotecnología. Esto sugiere que los docentes reconocen la importancia de combinar la teoría con la práctica en la enseñanza de la nanotecnología y están dispuestos a respaldar la implementación de laboratorios para lograr este objetivo.

4.2 Resultados de la Aplicación de la Encuesta a los Estudiantes

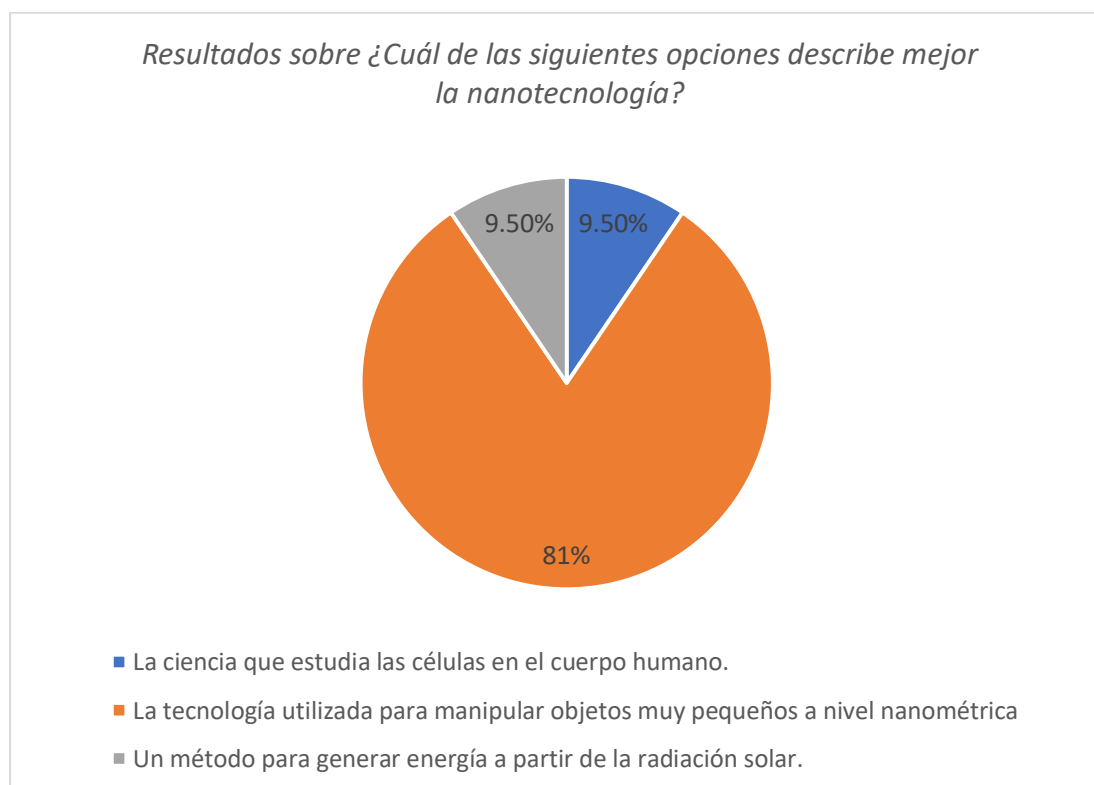
A continuación se presentan los resultados correspondientes a la encuesta aplicada a los estudiantes:

Tabla 13. Resultados sobre ¿Cuál de las siguientes opciones describe mejor la nanotecnología?

	Frecuencia	Porcentaje
La ciencia que estudia las células en el cuerpo humano.	4	9,5
La tecnología utilizada para manipular objetos muy pequeños a nivel nanométrica	34	81,0
Un método para generar energía a partir de la radiación solar.	4	9,5
Total	42	100,0

Nota. Datos tomados de la encuesta aplicada a estudiantes de varias instituciones educativas de la ciudad de Cuenca, de la provincia del Azuay, 2023

Figura 14. Resultados sobre ¿Cuál de las siguientes opciones describe mejor la nanotecnología?



Nota. Datos tomados de la encuesta aplicada a estudiantes de varias instituciones educativas de la ciudad de Cuenca, de la provincia del Azuay, 2023

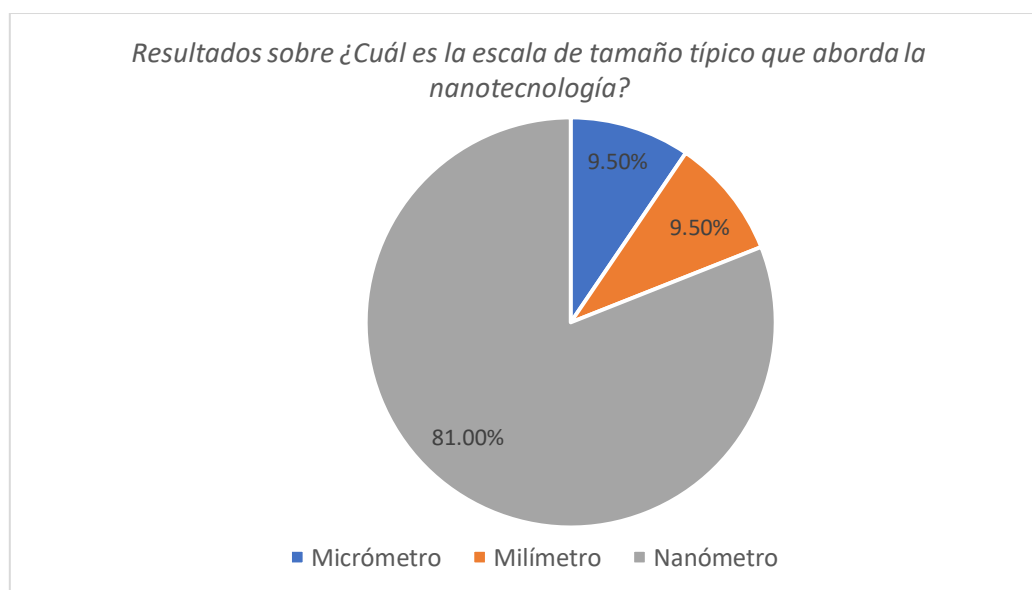
Los resultados de la encuesta aplicada a los estudiantes muestran una clara tendencia en cuanto al entendimiento de la nanotecnología. Un 81% de los estudiantes identificaron correctamente la nanotecnología como la tecnología utilizada para manipular objetos muy pequeños a nivel nanométrico. Este alto porcentaje indica un nivel de conocimiento inicial sólido sobre el concepto de nanotecnología entre los estudiantes de bachillerato. Sin embargo, es importante notar que un 9,5% de los participantes eligieron la opción incorrecta, lo que sugiere que existe un pequeño grupo de estudiantes que podría necesitar una mayor clarificación o información adicional sobre el tema. Estos resultados proporcionan una base para comprender el nivel de conocimiento previo de los estudiantes en relación con la nanotecnología, lo que permitirá diseñar estrategias de enseñanza más efectivas y adaptadas a sus necesidades específicas.

Tabla 14. Resultados sobre ¿Cuál es la escala de tamaño típico que aborda la nanotecnología?

	Frecuencia	Porcentaje
Micrómetro	4	9,5
Milímetro	4	9,5
Nanómetro	34	81,0
Total	42	100,0

Nota. Datos tomados de la encuesta aplicada a estudiantes de varias instituciones educativas de la ciudad de Cuenca, de la provincia del Azuay, 2023

Figura 15. Resultados sobre ¿Cuál es la escala de tamaño típico que aborda la nanotecnología?



Nota. Datos tomados de la encuesta aplicada a estudiantes de varias instituciones educativas de la ciudad de Cuenca, de la provincia del Azuay, 2023

Los resultados de la encuesta muestran que la mayoría de los estudiantes tienen una comprensión precisa de esta escala, dado que, el 81,0% de los estudiantes respondió correctamente que la nanotecnología se enfoca típicamente en la escala de tamaño en nanómetros, lo cual indica un nivel de conocimiento adecuado en la materia.

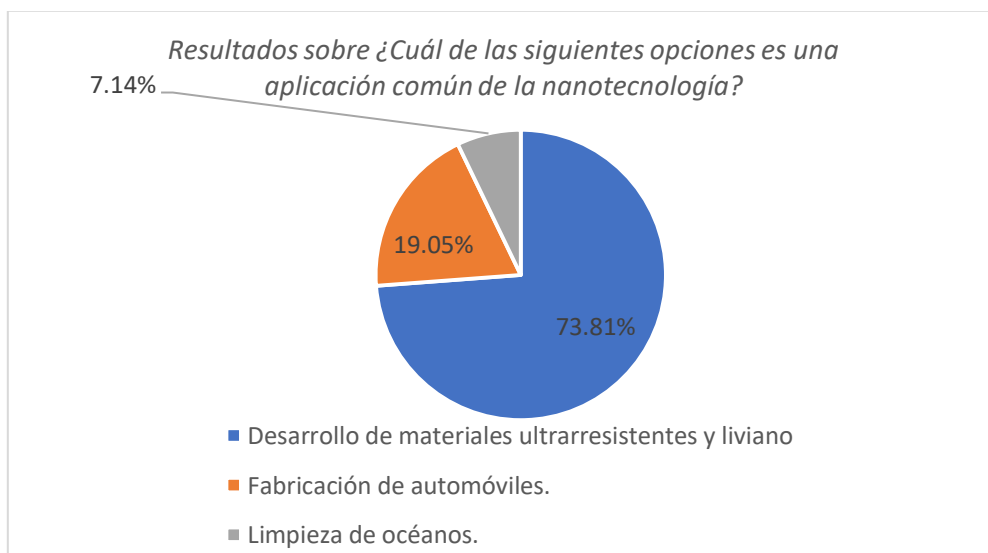
Sin embargo, se observa que el 9,5% de los estudiantes seleccionaron el micrómetro y otro 9,5% seleccionaron el milímetro como la escala típica de la nanotecnología. Esto sugiere que un pequeño grupo de estudiantes puede tener una comprensión incorrecta o imprecisa de la escala de tamaño relevante para la nanotecnología. En la enseñanza de la nanotecnología, sería importante abordar y corregir estas posibles confusiones para garantizar una comprensión precisa y sólida de los conceptos relacionados con la escala de tamaño en nanotecnología.

Tabla 15. Resultados sobre ¿Cuál de las siguientes opciones es una aplicación común de la nanotecnología?

	Frecuencia	Porcentaje
Desarrollo de materiales ultrarresistentes y liviano	31	73,81
Fabricación de automóviles.	8	19,05
Limpieza de océanos.	3	7,14
Total	42	100,0

Nota. Datos tomados de la encuesta aplicada a estudiantes de varias instituciones educativas de la ciudad de Cuenca, de la provincia del Azuay, 2023

Figura 16. Resultados sobre ¿Cuál de las siguientes opciones es una aplicación común de la nanotecnología?



Nota. Datos tomados de la encuesta aplicada a estudiantes de varias instituciones educativas de la ciudad de Cuenca, de la provincia del Azuay, 2023

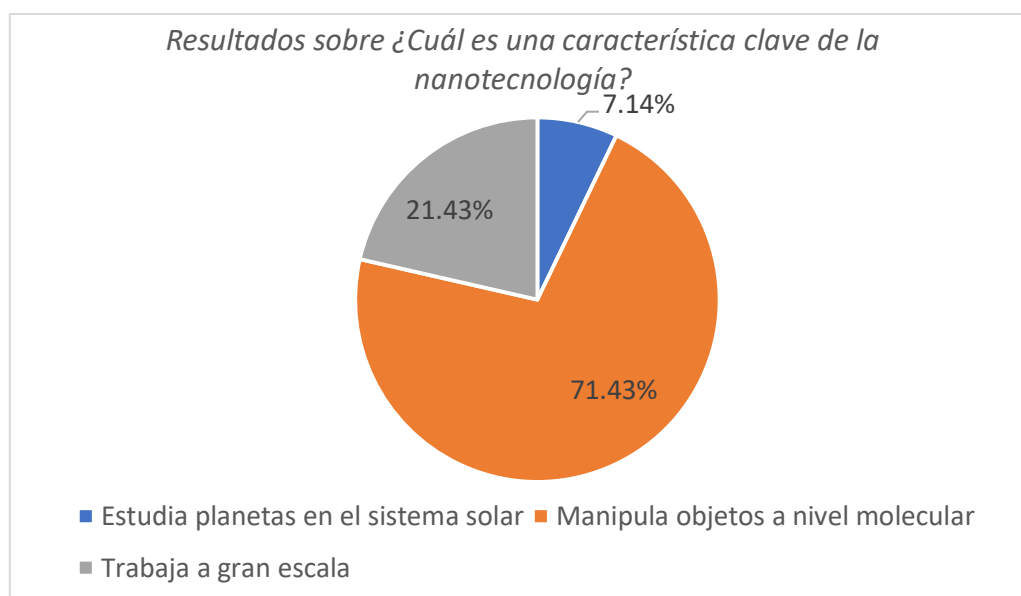
Los resultados de la encuesta indican un nivel de conocimiento sólido entre los estudiantes de bachillerato en lo que respecta a las aplicaciones comunes de la nanotecnología. Un 73,8% de los estudiantes identificaron correctamente el desarrollo de materiales ultrarresistentes y livianos como una aplicación común de la nanotecnología. Esta cifra refleja una comprensión destacada de las aplicaciones clave de la nanotecnología en la creación de materiales avanzados. Sin embargo, un 19% de los participantes eligieron incorrectamente la fabricación de automóviles como una aplicación común, y un 7.1% seleccionó la limpieza de océanos. Estos resultados sugieren que, aunque la mayoría de los estudiantes tienen una comprensión adecuada de las aplicaciones de la nanotecnología, aún existe un grupo que podría beneficiarse de una mayor clarificación o información sobre este tema.

Tabla 16. Resultados sobre ¿Cuál es una característica clave de la nanotecnología?

	Frecuencia	Porcentaje
Estudia planetas en el sistema so	3	7,14
Manipula objetos a nivel molecular	30	71,43
Trabaja a gran escala.	9	21,43
Total	42	100,0

Nota. Datos tomados de la encuesta aplicada a estudiantes de varias instituciones educativas de la ciudad de Cuenca, de la provincia del Azuay, 2023

Figura 17. Resultados sobre ¿Cuál es una característica clave de la nanotecnología?



Nota. Datos tomados de la encuesta aplicada a estudiantes de varias instituciones educativas de la ciudad de Cuenca, de la provincia del Azuay, 2023

Los resultados de la encuesta revelan un nivel de conocimiento significativo entre los estudiantes de bachillerato en relación con una característica clave de la nanotecnología. Un 71,4% de los estudiantes identificaron correctamente que la nanotecnología se enfoca en la manipulación de objetos a nivel molecular, lo cual es una indicación sólida de que tienen una comprensión fundamental de esta característica esencial de la nanotecnología. Por otro lado, un 21,4% de los participantes seleccionaron incorrectamente trabaja a gran escala, y un 7,1% eligió la opción relacionada con la astronomía.

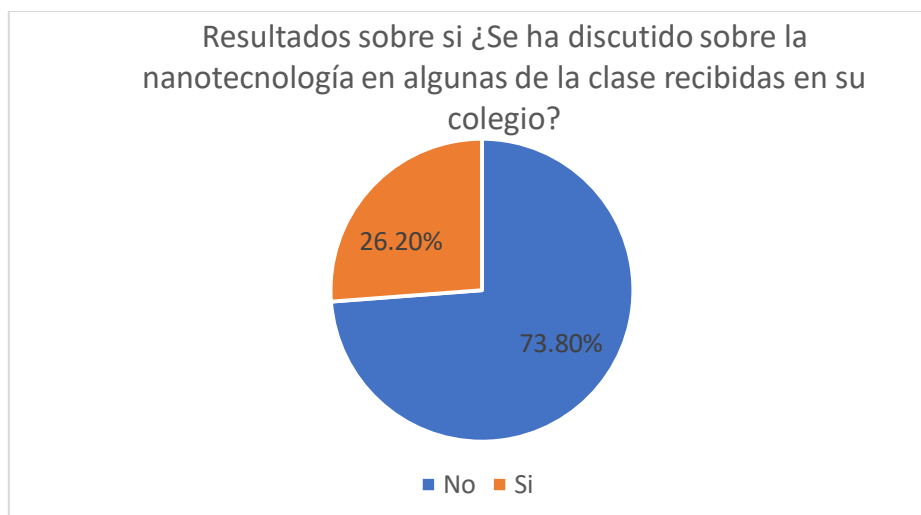
Estos resultados resaltan la importancia de aclarar y reforzar la comprensión de los estudiantes sobre la escala nanométrica en la nanotecnología; estos hallazgos proporcionan información útil para el estudio relacionado, ya que confirman un buen nivel de conocimiento previo en lo que respecta a esta característica clave de la nanotecnología, aunque también identifican áreas donde la clarificación podría ser beneficiosa.

Tabla 17. Resultados sobre si ¿Se ha discutido sobre la nanotecnología en algunas de la clase recibidas en su colegio?

	Frecuencia	Porcentaje
No	31	73,8
Si	11	26,2
Total	42	100,0

Nota. Datos tomados de la encuesta aplicada a estudiantes de varias instituciones educativas de la ciudad de Cuenca, de la provincia del Azuay, 2023

Figura 18. Resultados sobre si ¿Se ha discutido sobre la nanotecnología en algunas de la clase recibidas en su colegio?



Nota. Datos tomados de la encuesta aplicada a estudiantes de varias instituciones educativas de la ciudad de Cuenca, de la provincia del Azuay, 2023

Los resultados de la encuesta muestran que la discusión sobre la nanotecnología en las clases de los estudiantes de bachillerato es limitada. Un 73,8% de los estudiantes indicaron que no se ha discutido sobre la nanotecnología en sus clases, mientras que solo un 26,2% afirmó que sí ha habido discusiones al respecto. Estos porcentajes reflejan un bajo nivel de exposición a la nanotecnología en el entorno educativo de los encuestados. Esto es relevante para el estudio relacionado, ya que indica que existe una necesidad de abordar y promover la enseñanza de la nanotecnología en las aulas, dada su importancia en la sociedad actual y su potencial impacto en el futuro. Estos resultados sugieren que podría ser beneficioso implementar estrategias educativas que incluyan más información y discusión sobre la nanotecnología para mejorar el nivel de conocimiento y conciencia entre los estudiantes de bachillerato.

4.3 Análisis Global de Resultados

Los resultados de las encuestas aplicadas tanto a docentes como a estudiantes revelan claras deficiencias y oportunidades en la enseñanza de la nanotecnología en el nivel de bachillerato. Aunque un número considerable de docentes muestra interés en incorporar nuevas tecnologías en sus metodologías de enseñanza, existe un alto porcentaje que aún no utiliza recursos tecnológicos en sus clases, lo que sugiere una falta significativa de herramientas y capacitación adecuada. Paralelamente, los estudiantes muestran un conocimiento básico, pero aún limitado sobre la nanotecnología, sus aplicaciones y características. Esta situación subraya la necesidad de mejorar la educación en nanotecnología, ajustándola a las exigencias contemporáneas y futuras en ciencia y tecnología. La creación de una guía didáctica enfocada en nanotecnología podría abordar estas carencias, proporcionando a los docentes un recurso estructurado y adaptativo que facilite la incorporación efectiva de contenidos innovadores en sus programas educativos, mejorando así la comprensión y el interés de los estudiantes en este campo emergente. Esta guía también serviría como un catalizador para la incorporación más amplia de prácticas pedagógicas interactivas y basadas en la tecnología, fortaleciendo el vínculo entre la teoría y la práctica en el aula.

Capítulo 5. Diseño de la Guía Didáctica

Esta guía tiene como fin dar a conocer esta disciplina con una perspectiva de recursos educativos basada en procesos integrales como el aprendizaje por proyectos y el aprendizaje por problemas con el fin de lograr que, además de aprender contenidos, estos se refuercen en su desarrollo personal como conocimientos/competencias importantes a desarrollar para garantizar las exigencias de nuestros estudiantes como ciudadanos conscientes y responsables.

Por lo que, los factores más importantes en la planificación del aprendizaje son el desarrollo de una actitud apreciativa, creativa e investigadora, facilitando a los estudiantes la investigación de contenidos desarrollando una conciencia sobre cuestiones científicas y técnicas específicas y del mundo nanotecnológico con el objetivo de encontrar su aplicabilidad a resolver una infinita variedad de problemas actuales en los diferentes ámbitos de la sociedad.

En este contexto, la planeación del aprendizaje se encarga de establecer los propósitos, objetivos y metas de la educación, definiendo qué acciones llevar a cabo, cómo hacerlo y qué recursos y estrategias utilizar para lograr esos propósitos, la cual permite anticipar los elementos necesarios en el proceso educativo, por otro lado, es una herramienta esencial para los docentes, ya que les ayuda a establecer los objetivos de cada actividad en el aula, contribuyendo al desarrollo integral y a una efectiva transmisión del conocimiento a los estudiantes, preparándolos para enfrentar los desafíos actuales; reduciendo la incertidumbre y permitiendo anticipar lo que ocurre en el aula, promoviendo la rigurosidad y la coherencia en la enseñanza dentro del marco de un programa educativo (Carriazo et al., 2020).

A continuación, se describen las fases para una planificación efectiva del currículo (Vinces et al., 2023):

- Fase diagnóstica: Esta fase ocurre al inicio del año escolar y se centra en garantizar que los objetivos propuestos se alcancen, teniendo en cuenta las características y necesidades cognitivas de los estudiantes.
- Fase de propósito de la planificación: Aquí se considera una visión general y específica de la acción educativa, teniendo en cuenta experiencias previas, el entorno sociocultural, el perfil del egresado y los recursos disponibles para el logro de las competencias.
- Fase de selección de estrategias metodológicas: En esta etapa se eligen las estrategias más adecuadas para situaciones específicas de aprendizaje.

- Fase de herramientas para la elaboración de la planificación en el aula: Se integran acciones relacionadas con el conocimiento, habilidades, actitudes y convivencia, junto con los elementos de las competencias.
- Fase de evaluación de la planificación: Esta fase permite medir el rendimiento académico en función del progreso de lo planificado.

Figura 19. Fases para una planificación efectiva del currículo



Asimismo, se vincula el “aprendizaje significativo” con cuestiones de la “vida real”, en un intento de involucrar a los estudiantes en su contribución para resolverlas, en una educación científica de calidad que también promueva la responsabilidad social y ambiental. También presenta un enfoque interdisciplinario, en el que se espera que esté conectado con otras materias académicas, como física, química y biología, que en conjunto conducirían a un conocimiento integrado.

Según Salica (2021) el aprendizaje significativo implica un proceso en el que se desarrollan las competencias metacognitivas, el cual considera que tanto los contenidos

académicos como la motivación juegan un papel fundamental en el impacto que tiene el proceso de aprendizaje en el estudiante.

Para Moreira (2020), el aprendizaje significativo, propuesto por Ausubel en 1968, se fundamenta en la idea de que los estudiantes construyen su propio conocimiento al relacionar los nuevos conceptos con los conocimientos previos que poseen. Este proceso se activa mediante el aprendizaje por descubrimiento, que implica analizar y reflexionar sobre las experiencias prácticas para adquirir nuevas estructuras cognitivas; en este enfoque, el estudiante no solo recibe información pasivamente, sino que participa activamente en la construcción de su comprensión, lo que facilita una asimilación más profunda y duradera del conocimiento.

Moreira (2020) señala que, dos procesos cognitivos son esenciales para el aprendizaje significativo de un conjunto de conocimientos: la diferenciación progresiva y la reconciliación integrativa:

- **Diferenciación Progresiva:** implica que, a medida que los individuos adquieren nuevos conocimientos, estos se integran de manera significativa en su estructura cognitiva y por lo tanto, los nuevos conocimientos interactúan con los conocimientos previos y son diferenciados gradualmente en relación a ellos. Sin embargo, es importante tener en cuenta que si este proceso de diferenciación continúa indefinidamente, existe el riesgo de que los conocimientos no guarden ninguna relación entre sí.
- **Reconciliación Integrativa:** es el proceso complementario a la diferenciación progresiva, que busca integrar los conocimientos diferenciados en un marco coherente e implica encontrar conexiones y relaciones entre los nuevos conocimientos y los previamente adquiridos, para evitar que los conocimientos queden aislados o indistinguibles entre sí. La reconciliación integrativa equilibra la diferenciación progresiva al asegurar que los conocimientos estén organizados y relacionados de manera significativa en la estructura cognitiva del individuo.

Según Garcés et al. (2018) el aprendizaje significativo se produce cuando una nueva información se conecta con un concepto relevante que ya existe en la estructura cognitiva del individuo. Esto implica que las nuevas ideas, conceptos y proposiciones pueden ser aprendidas de manera significativa siempre que existan otras ideas, conceptos o proposiciones relevantes claras y disponibles en la estructura cognitiva del estudiante. En este sentido, el docente puede emplear estrategias didácticas para facilitar que el estudiante construya su propio conocimiento. El autor también identifica algunos tipos de aprendizaje que pueden ser significativos, como el

aprendizaje de representaciones, el aprendizaje de conceptos y el aprendizaje de proposiciones, ilustrando estos conceptos con ejemplos específicos en el contexto del aprendizaje infantil, pero que también son aplicables a otros contextos educativos

Finalmente se espera promover las competencias del siglo XXI, como el pensamiento crítico, las habilidades de comunicación y colaboración, motivando a los estudiantes a pensar en el proceso de aprendizaje que están viviendo e identificar los pasos que creen que podrían mejorar, reflexionando al mismo tiempo sobre su propio éxito.

- **Objetivos y estructura de la guía.**

Los objetivos de la guía son los siguientes:

- Desarrollar una comprensión de la nanotecnología
- Desarrollar la capacidad crítica en los estudiantes
- Estimular la creatividad y la innovación
- Promover el aprendizaje interdisciplinario
- Desarrollar habilidades interpersonales y aprender a trabajar en equipo
- Aumentar la responsabilidad social y ambiental
- Promover el aprendizaje activo y significativo

- **Descripción de las actividades, recursos y evaluación incluidos.**

Actividad 1. ¿Qué tan pequeño es pequeño?

Objetivo: Familiarizar a los estudiantes con la idea de escala y tamaño, especialmente en relación con la nano escala.

Materiales necesarios por grupo de estudiantes:

- Una regla o cinta métrica.
- Cinta adhesiva.
- Un lápiz.

Procedimiento:

- Divida a los estudiantes en grupos pequeños y distribuya los materiales.
- Pídeles que miren cosas cotidianas que les muestren (por ejemplo, una abeja, un grano de polen, una fotografía de poros de polen).
- Inicie un diálogo guiado utilizando las siguientes preguntas:
 - ¿Qué tan pequeño es pequeño? ¿Depende de quién lo mire?

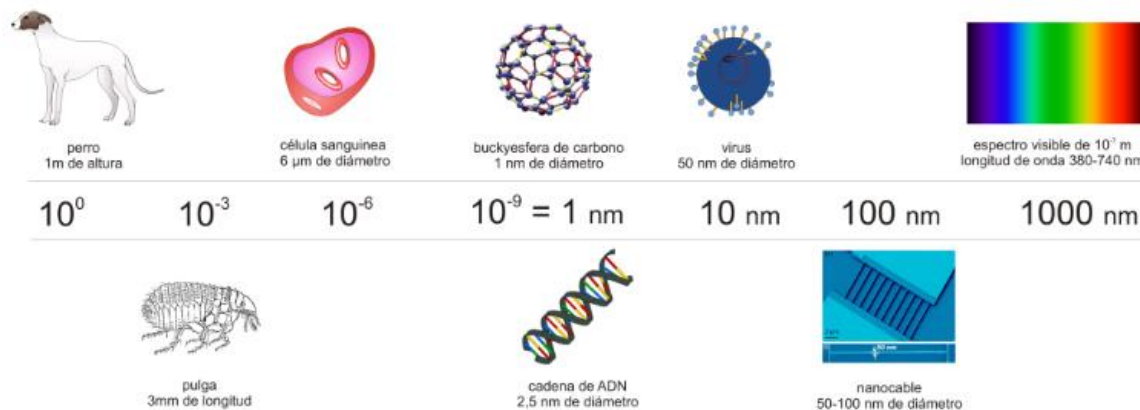
- ¿De qué otra manera podríamos determinar las dimensiones relativas de la abeja, el grano de polen y la superficie del polen?
- ¿Cuál de estos estamos seguros que es el más grande ¿Cuánto es un grano de polen en comparación con una abeja y en comparación con los poros de polen?
- ¿Qué creen que significa estar en la nano escala?
- Anime a los estudiantes a hacer algunas estimaciones de los tamaños de los objetos y luego discutir cómo se relacionan los objetos entre sí en términos de tamaño.
- Resuma la importancia de comprender la escala y cómo los objetos pueden verse muy diferentes desde diferentes perspectivas. Presente la nano escala como incluso más pequeña que las micras y desafíe a los estudiantes a investigar esto más a fondo en la próxima lección.

Evaluación:

- La participación activa de los estudiantes será evaluada durante el diálogo guiado y la discusión grupal. Esto incluye su contribución respondiendo/haciendo preguntas y su participación en la estimación de tamaños y la discusión sobre la nano escala.
- Se evaluará la comprensión de términos e ideas relacionados con la escala y el tamaño, especialmente en lo relacionado con la nano escala. Se analizarán las respuestas de los estudiantes a las preguntas planteadas en el diálogo estructurado para determinar su precisión y claridad, así como su capacidad para identificar por qué es importante conocer la escala y el concepto de que las cosas pueden parecer diferentes según la perspectiva que adoptemos.
- Se valorará la creatividad y originalidad de las estimaciones de tamaño realizadas por los estudiantes. Observaremos la capacidad de los estudiantes para hacer conexiones entre objetos de diferentes tamaños, así como para generar ideas novedosas durante una discusión sobre sus estimaciones.
- Se revisará la reflexión de los estudiantes sobre la nano escala y lo que significa estar en esa escala. Se evaluará la profundidad de su comprensión de la nano escala y se verá si los estudiantes pudieron aplicar el conocimiento que adquirieron para ayudar a explicar los fenómenos que observan en su mundo. También se considerará la curiosidad y el deseo de los estudiantes de continuar explorando la nano escala en lecciones futuras.
- Se evaluará la capacidad de los estudiantes para escribir un resumen subjetivo de la importancia de interpretar la escala vista con diferentes objetos en diferentes perspectivas. El enfoque general se centrará en cómo se escribió y qué tan pertinente es

la información para el lector. También se observará si los estudiantes tienen un lenguaje claro y conciso para comunicar la importancia de este concepto.

Figura 20. Representación gráfica de los tamaños de la nanotecnología



Nota. Tomado de Construinnova. (14 de 12 de 2014). Nanotecnología.

Actividad 2: ¡Desafío de la Nanotecnología!

Objetivo: Esta actividad permitirá a los estudiantes trabajar como ingenieros y explorar los conceptos de área de superficie, tamaño nanométrico y aplicaciones de nanotecnología.

Materiales necesarios:

- Grandes bloques de tofu o gelatina
- Cuchillos sin filo
- Reglas o cintas métricas
- Distintos objetos de diferentes dimensiones para comparar (ej: granos de arena, granos de arroz, semillas, etc.)
- Hojas de trabajo para registrar observaciones y propuestas.

Procedimiento:

Exploración del área superficial:

- Divida la clase en equipos y dé a cada uno un trozo grande de gelatina.
- Pida a los equipos que midan y determinen la superficie bruta del bloque en su estado original sin cortar utilizando reglas o cintas métricas adhesivas.
- Luego, los estudiantes tienen que cortar el bloque en pedazos más pequeños para exponer más superficies estratégicamente.

- Después de cada corte, los equipos deben volver a medir la superficie y registrar los cambios.

Desarrollo de propuestas de aplicaciones de nanotecnología:

- Desafía a los equipos a pensar en un producto o proceso común que podría mejorarse mediante la nanotecnología.

Cada equipo debe trabajar en conjunto para delinear una propuesta detallada, identificando cómo la nanotecnología mejoraría el producto o proceso de producción, qué beneficios podría ofrecer y cómo podría implementarse.

Evaluación:

- Se medirá la participación activa de los estudiantes durante la exploración superficial de los bloques gelatinosos, y en la propuesta de posibles aplicaciones en nanotecnología, concretamente en su participación en la medición de superficie y en la discusión sobre cómo la nanotecnología podría mejorar los productos. y procesos.
- Los estudiantes probarán las medidas realizadas por cada grupo para determinar la superficie bruta inicial de los bloques de gelatina, así como las medidas rehechas una vez que los bloques hayan sido cortados al cubo. Evaluarán la precisión y coherencia con la que se toman las medidas, así como la capacidad de los estudiantes para registrar cambios en la superficie cuando el bloque sea cubo.
- Se evaluará la creatividad y originalidad de la propuesta de aplicación de nanotecnología de los equipos. Se considerará la capacidad de los estudiantes para identificar un producto o proceso fuera de su rutina diaria que podría mejorarse con nanotecnología y la viabilidad y beneficios de la propuesta.

Figura 21. Ejemplo de un modelo nanotecnológico



Actividad 3: "Nanotecnología en el Hogar"

Objetivo: El objetivo de esta actividad es identificar ejemplos de nanotecnología en elementos cotidianos que se pueden encontrar en el hogar.

Materiales necesarios:

- Objetos cotidianos del hogar (por ejemplo, recipientes de plástico, teléfonos móviles, prendas de vestir)
- Hojas de trabajo para registrar observaciones

Procedimiento:

- Exploración de objetos cotidianos:
- Proporciona a cada grupo de estudiantes una selección de objetos cotidianos del hogar.
- Pídeles que busquen características o tecnologías que puedan estar relacionadas con la nanotecnología.
- Esto anima a los estudiantes a buscar etiquetas e información en línea sobre los materiales utilizados en el objeto.

Registro de observaciones:

- Los estudiantes deben registrar sus observaciones en las hojas de trabajo indicando cualquier característica o tecnología que parezca indicar el uso de nanotecnología.

Discusión en grupo:

- Después de explorar los artefactos, reúna a los niños en grupos pequeños para discutir lo que encontraron.
- Pida a los grupos que compartan ejemplos de objetos que podrían contener nanotecnología y cómo mejora su funcionalidad.

Evaluación:

- La participación activa de los estudiantes en la exploración de objetos cotidianos por las características o la tecnología relacionada con la nanotecnología se valorará.
- Los estudiantes registraron sus observaciones en las hojas de trabajo que completaron, y estas observaciones serán revisadas para ver si fueron de buena calidad y relevancia, particularmente con su capacidad para identificar características o tecnologías que hacen que los objetos parezcan tener nanotecnología utilizada en su construcción.
- Se calificarán las contribuciones de los estudiantes a la discusión grupal posterior sobre el uso de objetos cotidianos y la nanotecnología. La calidad de su participación se

evaluará a partir del ejemplo de los estudiantes de objetos cotidianos que pueden contener nanotecnología y de cómo explican cómo las características de sus objetos mejoran su funcionalidad.

- Se evaluará la comprensión de los conceptos de nanotecnología en su hogar. Esto incluirá hasta qué punto el alumno puede reconocer ejemplos concretos de objetos cotidianos que pueden contener nanotecnología y una comprensión de cómo esta tecnología puede mejorar la funcionalidad de estos objetos cotidianos en sus vidas.
- Evaluar su capacidad para reflexionar sobre cómo la nanotecnología está presente en su entorno y cómo podría afectar positivamente a su vida cotidiana.
- Se valorará la capacidad de los estudiantes de trabajar juntos para explorar los objetos de la vida diaria, compartir observaciones y participar en la discusión grupal de forma constructiva.

Actividad 4: "Nanotecnología en la Naturaleza"

Objetivo: Esta actividad tiene como objetivo discutir ejemplos de nanotecnología en la naturaleza y cómo los organismos vivos usan nanoestructuras para diferentes propósitos.

Materiales necesarios:

- Dispositivos con acceso a una plataforma digital de aprendizaje (por ejemplo, Moodle, Google Classroom, Canvas).
- Lupa o microscopio simple.
- Muestras de hojas, insectos u otros materiales naturales disponibles.
- Hojas de trabajo para registrar observaciones.

Procedimiento:

Exploración de la naturaleza a nanoescala:

- Los estudiantes accederán a la plataforma digital de aprendizaje desde sus dispositivos.
- Lleve a los estudiantes a un entorno natural, como un jardín, parque o bosque.
- Proporcione a cada estudiante una lupa o un microscopio simple.
- Pídales que exploren el entorno natural a través de la lupa o el microscopio, observando detenidamente varios objetos naturales como hojas, insectos, etc.
- No es necesario buscar estructuras tan pequeñas como las nanoscópicas, sino que se centrarán en la disposición de las células en una hoja o las escamas de las alas de un insecto, por ejemplo.

Registro de observaciones:

- Los estudiantes registrarán sus observaciones en las hojas de trabajo proporcionadas en la plataforma digital, identificando estructuras a nanoescala y especulando sobre su función biológica específica.

Discusión en grupo:

- Después de la exploración, los estudiantes regresarán al aula (virtual a través de la plataforma digital).
- Aliente a los estudiantes a compartir sus observaciones y ejemplos de nanotecnología en la naturaleza.
- Fomente la discusión sobre cómo estas nanoestructuras en la naturaleza podrían inspirar el diseño de tecnologías humanas.

Evaluación:

- Se evaluará la participación de los estudiantes durante la exploración de la naturaleza a nanoescala a través de la plataforma digital.
- Se evaluará la calidad y precisión de las observaciones registradas, así como la comprensión de los conceptos de nanotecnología en la naturaleza.
- Se calificará la contribución de los estudiantes al debate en grupo y su capacidad para especular sobre cómo los ejemplos de nanotecnología en la naturaleza podrían aplicarse a la tecnología humana.
- Se evaluará la colaboración y el trabajo en grupo durante la actividad realizada en la plataforma digital de aprendizaje.

Actividad 5. Nanotecnología en las industrias

Objetivo:

El objetivo de esta actividad es permitir a los estudiantes explorar y comprender cómo la nanotecnología se aplica en la industria a través de la investigación, el diseño y la presentación de proyectos prácticos.

Materiales necesarios:

- Acceso a internet, libros y otras fuentes de investigación.
- Papel, bolígrafos, lápices de colores y cualquier otro material necesario para la presentación de proyectos.
- Hojas de trabajo con pautas para la planificación y ejecución del proyecto.
- Recursos adicionales sobre nanotecnología en la industria (opcional).

Procedimiento:

- **Introducción a la Nanotecnología en la Industria:** Comience la actividad introduciendo el concepto de nanotecnología y explicando cómo se aplica en diversos sectores industriales, como la medicina, la electrónica, la energía, la alimentación, entre otros. Discuta con los estudiantes ejemplos concretos de productos y procesos industriales que utilizan nanotecnología.
- **Formación de Equipos y Selección de Proyectos:** Divida a los estudiantes en equipos y pídale que seleccionen un proyecto relacionado con la aplicación de la nanotecnología en la industria. Los proyectos pueden ser diversos, como el diseño de materiales más resistentes, la creación de dispositivos electrónicos más eficientes, la mejora de procesos de fabricación, entre otros.
- **Investigación y Planificación del Proyecto:** Cada equipo deberá investigar sobre su proyecto seleccionado, identificando los conceptos de nanotecnología involucrados, los posibles desafíos y las soluciones propuestas. Los equipos deben planificar cómo llevarán a cabo su proyecto, estableciendo metas, plazos y roles para cada miembro del equipo.
- **Ejecución del Proyecto:** Los equipos deberán trabajar en la ejecución de su proyecto, aplicando los conocimientos adquiridos durante la investigación. Pueden llevar a cabo experimentos, diseñar prototipos, realizar simulaciones, entre otras actividades, según la naturaleza de su proyecto.
- **Presentación de Proyectos:** Una vez completado el proyecto, cada equipo deberá preparar una presentación para compartir sus hallazgos y resultados con el resto de la clase. Durante la presentación, los equipos deben explicar el problema abordado, los métodos utilizados, los resultados obtenidos y las conclusiones alcanzadas.
- **Discusión y Retroalimentación:** Después de todas las presentaciones, anime a la clase a participar en una discusión sobre los proyectos presentados. Pregunte a los estudiantes sobre sus opiniones, ideas adicionales y posibles aplicaciones futuras de la nanotecnología en la industria.

Evaluación:

- Se evaluará la participación activa de los estudiantes durante la investigación, la planificación y la ejecución del proyecto.
- Se evaluará la comprensión de los conceptos de nanotecnología en la industria a través de la precisión en la identificación de problemas y la propuesta de soluciones.

- Se alentará a los estudiantes a trabajar en equipo y a colaborar de manera efectiva durante todas las etapas del proyecto.
- Se evaluará la capacidad de los estudiantes para comunicar claramente sus ideas y argumentar sus resultados durante las presentaciones.
- Se fomentará la reflexión crítica y la retroalimentación constructiva durante la discusión posterior a las presentaciones.

Actividad 6. Nanotecnología en el deporte

Objetivo:

El objetivo de esta actividad es permitir a los estudiantes explorar y comprender cómo la nanotecnología se aplica en el deporte mediante la resolución de problemas prácticos y situacionales, utilizando el enfoque educativo del Aprendizaje Basado en Problemas.

Materiales necesarios:

- Papel y bolígrafos o lápices de colores.
- Acceso a internet o libros para investigación.
- Hojas de trabajo con escenarios y problemas relacionados con la nanotecnología en el deporte.
- Recursos adicionales sobre nanotecnología y deporte (opcional).

Procedimiento:

- **Introducción a la Nanotecnología en el Deporte:** Comience la actividad introduciendo brevemente el concepto de nanotecnología y cómo se aplica en el campo del deporte. Explique cómo los materiales y equipos deportivos nanoestructurados pueden mejorar el rendimiento, la seguridad y la comodidad de los atletas.
- **Presentación de Problemas:** Proporcione a los estudiantes una serie de problemas y escenarios relacionados con la nanotecnología en el deporte. Estos problemas pueden incluir situaciones como la mejora de la resistencia de materiales deportivos, la detección de lesiones mediante sensores nanoestructurados, la regulación de la temperatura corporal durante la actividad física, entre otros.
- **Investigación y Análisis:** Divida a los estudiantes en grupos pequeños y pídale que investiguen y analicen los problemas asignados. Deben identificar y comprender los conceptos de nanotecnología relevantes para cada problema, así como proponer posibles soluciones utilizando principios de nanotecnología.

- **Resolución de Problemas:** Los grupos deben trabajar juntos para resolver los problemas asignados, aplicando su comprensión de la nanotecnología en el deporte. Pueden discutir diferentes enfoques, evaluar las ventajas y desventajas de cada solución propuesta y llegar a una conclusión basada en su investigación y análisis.
- **Presentación de Soluciones:** Cada grupo deberá presentar sus soluciones al resto de la clase. Durante la presentación, deben explicar el problema asignado, su análisis, las soluciones propuestas y las razones detrás de sus decisiones. Se alentará a la clase a hacer preguntas y proporcionar retroalimentación constructiva.
- **Discusión y Reflexión:** Después de todas las presentaciones, anime a la clase a participar en una discusión sobre los problemas y soluciones presentados. Pregunte a los estudiantes sobre sus opiniones, ideas adicionales y posibles aplicaciones futuras de la nanotecnología en el deporte.

Evaluación:

- Se evaluará la participación activa de los estudiantes durante la investigación, el análisis y la resolución de problemas.
- Se evaluará la comprensión de los conceptos de nanotecnología en el deporte a través de la precisión en la identificación de problemas y la propuesta de soluciones.
- Se alentará a los estudiantes a trabajar en equipo y a colaborar de manera efectiva durante todas las etapas de la actividad.
- Se evaluará la capacidad de los estudiantes para comunicar claramente sus ideas y argumentar sus soluciones durante las presentaciones.
- Se fomentará la reflexión crítica y la retroalimentación constructiva durante la discusión posterior a las presentaciones.

Actividad 7. Nanotecnología en la cosmética

Objetivo:

El objetivo de esta actividad es que los estudiantes diseñen productos cosméticos que incorporen principios de nanotecnología, fomentando la creatividad y el pensamiento crítico.

Materiales necesarios:

- Papel y bolígrafos o lápices de colores.
- Acceso a internet o libros para investigación.
- Hojas de trabajo con guías para el diseño de productos cosméticos.

Procedimiento:

- **Introducción a la Nanotecnología en la Cosmética:** Comience la actividad explicando brevemente cómo la nanotecnología se puede aplicar en la cosmética para mejorar la textura, la eficacia y otras propiedades de los productos.
- **Investigación y Brainstorming:** Divida a los estudiantes en grupos pequeños y pídale que investiguen sobre las aplicaciones de la nanotecnología en la cosmética. Pueden buscar información en línea o en libros sobre nanotecnología y cosmética. Luego, anime a los grupos a hacer un brainstorming de ideas para diseñar productos cosméticos que incorporen principios de nanotecnología.
- **Diseño de Productos:** Cada grupo deberá elegir un tipo de producto cosmético para diseñar, como una crema hidratante, un protector solar, un maquillaje, etc. Luego, pídale que diseñen su producto teniendo en cuenta cómo la nanotecnología puede mejorar su eficacia y beneficios para la piel. Deben considerar aspectos como la formulación, la textura, la liberación controlada de ingredientes, entre otros.
- **Presentación de Diseños:** Una vez que los grupos hayan completado el diseño de sus productos, cada uno deberá presentar su diseño al resto de la clase. Durante la presentación, los grupos deben explicar cómo la nanotecnología se aplica en su producto, qué beneficios ofrece y por qué creen que sería exitoso en el mercado.
- **Discusión y Retroalimentación:** Después de todas las presentaciones, anime a la clase a participar en una discusión sobre los diseños presentados. Pregunte a los estudiantes qué les parecen las ideas, si creen que los productos serían efectivos y si tienen sugerencias para mejorar los diseños.

Evaluación:

- Se evaluará la participación activa de los estudiantes durante la investigación, el brainstorming y la presentación de diseños.
- Se evaluará la creatividad y la originalidad de los diseños de productos cosméticos, así como la capacidad de los estudiantes para aplicar conceptos de nanotecnología de manera efectiva.
- Se alentará a los estudiantes a trabajar en equipo y a colaborar de manera efectiva durante todas las etapas de la actividad.
- Se evaluará la capacidad de los estudiantes para comunicar claramente sus ideas y argumentar sus decisiones de diseño durante las presentaciones.

- Se fomentará la reflexión crítica y la retroalimentación constructiva durante la discusión posterior a las presentaciones.

Actividad 8. Nanotecnología en la electricidad

Objetivo:

El objetivo de esta actividad es que los estudiantes experimenten y comprendan cómo la nanotecnología influye en la construcción de componentes de circuitos eléctricos y que diseñen en la plataforma proteus, circuitos eléctricos para luego realizar cálculos de voltaje, resistencia y corriente.

Materiales necesarios:

- Papel y bolígrafos o lápices de colores.
- Centro de computación.
- Acceso a internet o libros para investigación.
- Cartulinas u otro material para dibujar los circuitos
- Cinta adhesiva
- Herramienta interactiva de simulación de circuitos eléctricos (por ejemplo, la plataforma Proteus)

Procedimiento:

- Introducción a la Nanotecnología en Electricidad: Comience explicando a los estudiantes cómo la nanotecnología ha permitido la fabricación de dispositivos conductores de energía que utilizan materiales a nano-escala, por ejemplo, las baterías de iones de litio mejoradas.
- Diseño de Circuitos Eléctricos en Proteus: Divida a los estudiantes en grupos pequeños y proporcione a cada grupo una computadora con Proteus instalado y los materiales necesarios. Pídales que diseñen circuitos eléctricos en la plataforma Proteus y que luego dibujen estos circuitos en cartulinas.
- Pruebas y Mediciones: Una vez que los estudiantes hayan dibujado sus circuitos en la herramienta Proteus, pídale que realicen simulaciones para medir la resistencia, corriente y voltaje en diferentes partes de los circuitos. Anímelos a comparar los resultados obtenidos de las simulaciones con los circuitos construidos en Proteus.
- Análisis y Discusión: Después de realizar las simulaciones en Proteus y los cálculos en las hojas, anime a los estudiantes a discutir y analizar los resultados. Pídales que

investiguen qué componentes eléctricos podrían hacer uso de la nanotecnología y cómo esto podría mejorar su rendimiento.

- **Presentación de Resultados:** Cada grupo puede presentar sus hallazgos a la clase, explicando qué circuitos diseñaron y simularon, cómo los diseñaron y qué resultados obtuvieron de sus simulaciones en Proteus. Fomente la discusión y el intercambio de ideas entre los grupos.

Evaluación:

- Se evaluará la participación activa de los estudiantes durante el diseño y la simulación de los circuitos.
- Se evaluará la comprensión de los conceptos de nanotecnología en electricidad a través de la precisión en el diseño de los circuitos y la interpretación de los resultados de las simulaciones.
- Se alentará a los estudiantes a trabajar en equipo y a colaborar de manera efectiva durante todas las etapas de la actividad.
- Se evaluará la capacidad de los estudiantes para analizar críticamente los resultados de las simulaciones y hacer conexiones entre los conceptos aprendidos y las aplicaciones prácticas en la tecnología.
- Se fomentará la creatividad y la originalidad en el diseño y la simulación de los circuitos eléctricos.

Actividad 9. Nanotecnología en electrónica y computación

Objetivo:

El objetivo de esta actividad es introducir a los estudiantes en el campo de la nanotecnología aplicada a la electrónica y la computación de una manera lúdica y participativa.

Materiales necesarios:

- Tarjetas con preguntas relacionadas con la nanotecnología en electrónica y computación (pueden ser impresiones o digitales).
- Cartulinas o papel para escribir.
- Marcadores o bolígrafos.
- Reloj o temporizador.
- Premios pequeños (opcionales).

Procedimiento:

Preparación del Juego: Antes de la clase, prepare una serie de tarjetas con preguntas relacionadas con la nanotecnología en electrónica y computación. Las preguntas pueden variar en dificultad y temática, desde conceptos básicos hasta aplicaciones avanzadas. También puede incluir preguntas de opción múltiple, verdadero/falso o preguntas abiertas que requieran explicaciones más detalladas.

- Formación de Equipos: Divida a la clase en equipos de tres o cuatro estudiantes. Cada equipo necesitará una cartulina o papel para anotar sus respuestas.
- Explicación de las Reglas: Explique a los estudiantes que jugarán un juego de preguntas y respuestas sobre nanotecnología en electrónica y computación. Cada equipo recibirá una serie de preguntas que deberán responder en un tiempo determinado.
- Inicio del Juego: Comience el juego distribuyendo las tarjetas con preguntas a cada equipo. Establezca un tiempo límite para que los equipos discutan y escriban sus respuestas. Por ejemplo, pueden tener 3 minutos para responder cada pregunta.
- Recolección de Respuestas: Una vez que se haya agotado el tiempo, recoja las respuestas de cada equipo. Pida a los equipos que pasen sus tarjetas a otro grupo para corregirlas. Esto fomentará la interacción entre los equipos y les permitirá aprender de sus errores.
- Corrección y Puntuación: Corrija las respuestas junto con la clase. Otorgue puntos a los equipos por respuestas correctas y ofrezca explicaciones adicionales sobre los conceptos si es necesario.
- Ronda de Bonificación (Opcional): Si lo desea, puede incluir una ronda de bonificación donde los equipos puedan ganar puntos extras respondiendo preguntas adicionales o resolviendo problemas más difíciles.
- Premiación (Opcional): Al final del juego, puede premiar al equipo con la puntuación más alta con pequeños premios o reconocimientos simbólicos.

Evaluación:

- Se evaluará la participación activa de los estudiantes durante el juego, incluida su capacidad para discutir y responder las preguntas de manera colaborativa.
- Se evaluará la precisión de las respuestas proporcionadas por cada equipo, así como su comprensión de los conceptos de nanotecnología en electrónica y computación.
- La capacidad de los equipos para trabajar juntos y resolver problemas en un entorno competitivo también será tomada en cuenta en la evaluación.

- Se alentará a los estudiantes a participar en la discusión y a hacer preguntas adicionales para profundizar su comprensión del tema
- Se puede evaluar la creatividad y originalidad de las estrategias utilizadas por los equipos para abordar las preguntas y resolver los problemas del juego.

Actividad 10. Nanotecnología en la medicina

Objetivo:

El objetivo de esta actividad es analizar el papel de la nanotecnología en la medicina contemporánea y reflexionar sobre las implicaciones educativas para estudiantes de bachillerato.

Materiales necesarios:

- Pizarra o papel grande para escribir
- Marcadores o tizas de colores
- Acceso a Internet para búsqueda rápida de información (opcional)
- Hojas de trabajo para cada estudiante

Procedimiento:

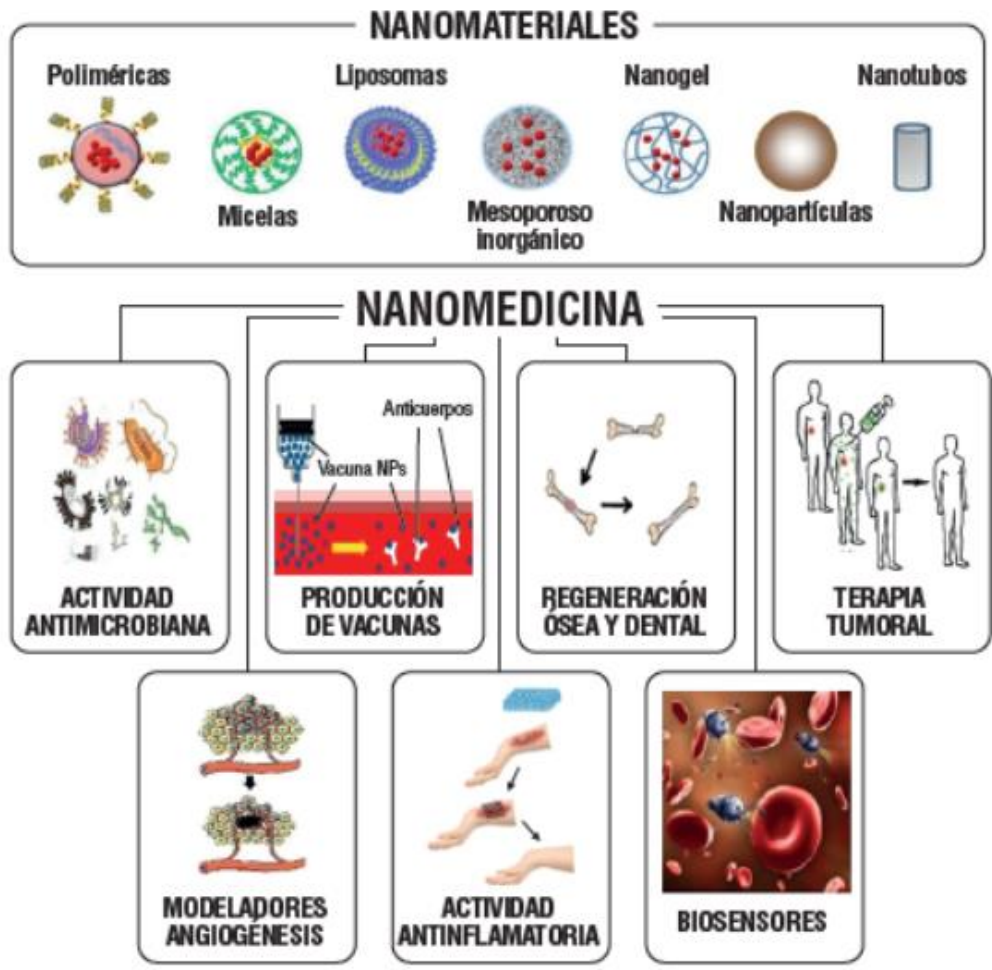
- **Introducción a la Nanotecnología en la Medicina:** Comience la clase explicando qué es la nanotecnología y cómo se aplica en el campo de la medicina. Puede utilizar ejemplos simples y cotidianos para hacerlo más accesible para los estudiantes.
- **Investigación en Grupo:** Divida a los estudiantes en grupos pequeños y asígneles la tarea de investigar un área específica donde la nanotecnología está siendo utilizada en medicina. Algunos ejemplos podrían incluir:
 - Terapias dirigidas para el tratamiento del cáncer.
 - Sistemas de liberación de fármacos.
 - Biosensores para diagnóstico médico.
 - Implantes biomédicos avanzados.
- **Presentación de Hallazgos:** Después de la investigación, cada grupo deberá compartir sus hallazgos con la clase. Pueden usar la pizarra o el papel grande para hacer diagramas, gráficos o esquemas que ayuden a explicar su tema.
- **Discusión en Grupo:** Una vez que todos los grupos hayan presentado, inicie una discusión en clase sobre las implicaciones de la nanotecnología en la medicina. Algunas preguntas guía podrían ser:
 - ¿Cómo crees que la nanotecnología está transformando la medicina?

- ¿Cuáles son algunas de las ventajas y desafíos de utilizar nanotecnología en aplicaciones médicas?
- ¿Qué consideraciones éticas deberían tenerse en cuenta al desarrollar tecnologías médicas basadas en nanotecnología?
- Reflexión Personal: Al final de la discusión, pida a cada estudiante que reflexione sobre lo que han aprendido y cómo creen que la nanotecnología en la medicina podría impactar sus vidas en el futuro. Esto puede hacerse a través de una breve redacción en sus hojas de trabajo.

Evaluación:

- Se evaluará la participación activa de los estudiantes en la investigación, presentación y discusión en grupo.
- Se evaluará la comprensión de los estudiantes sobre el papel de la nanotecnología en la medicina, así como su capacidad para reflexionar críticamente sobre sus implicaciones.
- La calidad de la presentación de cada grupo y la claridad de sus explicaciones también serán tenidas en cuenta en la evaluación.
- Se animará a los estudiantes a ser creativos en sus reflexiones personales y a relacionar lo aprendido con su propia experiencia y conocimiento previo.
- Se evaluará la capacidad de los estudiantes para trabajar en equipo y colaborar efectivamente durante todas las etapas de la actividad.

Figura 22. Representación gráfica de la nanotecnología en la medicina



Nota. Tomado de Pérez, José (2021). El impacto de la microbiología y nanotecnología en el sector transporte, NOTAS, 189.

Tabla 18. Visión global de las actividades

Actividad	Objetivo	Duración Estimada
Actividad 1: ¿Qué tan pequeño es pequeño?	Familiarizar a los estudiantes con la idea de escala y tamaño, especialmente en relación con la nano escala.	1 hora
Actividad 2: ¡Desafío de la Nanotecnología!	Permitir a los estudiantes trabajar como ingenieros y explorar los conceptos de área de superficie, tamaño nanométrico y aplicaciones de nanotecnología.	1.5 horas

Actividad 3: "Nanotecnología en el Hogar"	Identificar ejemplos de nanotecnología en elementos cotidianos que se pueden encontrar en el hogar.	1 hora
Actividad 4: "Nanotecnología en la Naturaleza"	Discutir ejemplos de nanotecnología en la naturaleza y cómo los organismos vivos usan nanoestructuras para diferentes propósitos.	1.5 horas
Actividad 5: Nanotecnología en la industria	Explorar y comprender cómo la nanotecnología se aplica en la industria a través de la investigación, el diseño y la presentación de proyectos prácticos.	2 horas
Actividad 6: Nanotecnología en el deporte	Explorar y comprender cómo la nanotecnología se aplica en el deporte mediante la resolución de problemas prácticos y situacionales.	2 horas
Actividad 7: Cosmética	Diseñar productos cosméticos que incorporen principios de nanotecnología, fomentando la creatividad y el pensamiento crítico.	2 horas
Actividad 8: Electricidad	Experimentar y comprender cómo la nanotecnología puede influir en la conductividad eléctrica y la construcción de circuitos eléctricos.	2 horas
Actividad 9: Electrónica	Introducir a los estudiantes en el campo de la nanotecnología aplicada a la electrónica y la computación de manera lúdica y participativa.	2 horas
Nanotecnología en la medicina	El objetivo de esta actividad es analizar el papel de la nanotecnología en la medicina contemporánea y reflexionar sobre las implicaciones educativas para estudiantes de bachillerato.	2 horas

Conclusiones y Recomendaciones

- La guía didáctica para la enseñanza de la nanotecnología en estudiantes de bachillerato se fundamenta en varios principios teóricos. En primer lugar, se basa en el enfoque del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), que promueve la resolución de problemas prácticos y situacionales para facilitar la comprensión de conceptos complejos como la nanotecnología. Además, se apoya en el Aprendizaje Significativo, donde se busca conectar los nuevos conocimientos con experiencias previas de los estudiantes y con situaciones de la vida real, lo que ayuda a que la información sea más relevante y fácil de retener. Asimismo, la guía promueve un enfoque interdisciplinario, integrando conceptos de física, química, biología y otras áreas del conocimiento para ofrecer una comprensión integral de la nanotecnología. Por último, se sustenta en la Teoría del Constructivismo, que enfatiza el papel activo del estudiante en la construcción de su propio conocimiento a través de la interacción con el entorno y la colaboración con sus pares.
- Los resultados obtenidos de las encuestas realizadas tanto a docentes como a estudiantes de bachillerato en la ciudad de Cuenca, provincia del Azuay, en el año 2023, revelan una serie de hallazgos significativos. Entre los docentes, se destaca que la mayoría carece de experiencia previa en la enseñanza de nanotecnología, lo que subraya la necesidad de estrategias de formación y apoyo. Sin embargo, existe un alto interés por parte de los docentes en la integración de nuevas tecnologías en la enseñanza de esta disciplina, con un 93,8% expresando su disposición a explorar herramientas interactivas en el futuro. Además, el 100% de los docentes y estudiantes considera importante la incorporación de la nanotecnología en la malla curricular. Por otro lado, entre los estudiantes, se observa un buen nivel de conocimiento sobre la nanotecnología, con un 81% identificando correctamente su definición y un 71,4% reconociendo su enfoque en la manipulación a nivel molecular. Sin embargo, se evidencia una falta de discusión sobre nanotecnología en las clases, con solo un 26,2% de los estudiantes reportando haber tenido algún debate al respecto.
- La guía didáctica diseñada para la enseñanza de la nanotecnología en estudiantes de bachillerato refleja un enfoque integral que busca no solo transmitir conocimientos, sino también fomentar habilidades críticas, creatividad e innovación, así como promover el

aprendizaje interdisciplinario y la responsabilidad social y ambiental. Al basarse en procesos educativos como el aprendizaje por proyectos y el aprendizaje por problemas, la guía busca involucrar activamente a los estudiantes en su proceso de aprendizaje, conectando los conceptos de nanotecnología con la vida real y promoviendo una comprensión profunda y significativa de la materia. El uso de recursos tecnológicos y herramientas interactivas complementa este enfoque, permitiendo una experiencia de aprendizaje más dinámica y estimulante para los estudiantes. En conclusión, la guía didáctica ofrece una plataforma completa y efectiva para la enseñanza de la nanotecnología, preparando a los estudiantes para enfrentar los desafíos y aprovechar las oportunidades en este campo en constante evolución.

- Dado que la mayoría de los docentes carecen de experiencia previa en la enseñanza de nanotecnología, es crucial implementar programas de capacitación y actualización que les proporcionen los conocimientos y las habilidades necesarias para abordar este tema de manera efectiva en el aula, los cuales deben incluir talleres, cursos en línea y actividades prácticas que permitan a los docentes familiarizarse con los conceptos clave de la nanotecnología y aprender estrategias pedagógicas innovadoras para enseñarlos.
- Por otro lado, se recomienda que además de ofrecer guías didácticas específicas, se promueva la inclusión de la nanotecnología como un tema transversal en el currículo escolar, integrándolo en asignaturas como ciencias, tecnología, matemáticas y educación ambiental. Esto ayudaría a garantizar que los estudiantes reciban una educación multidisciplinaria sobre este tema crucial para la sociedad actual, preparándolos para comprender y enfrentar los desafíos y oportunidades que presenta la nanotecnología en el mundo moderno.
- Para futuras investigaciones o mejoras en la guía didáctica para la enseñanza de la nanotecnología en estudiantes de bachillerato, se sugiere realizar un seguimiento longitudinal del impacto de la guía en el aprendizaje de los estudiantes. Esto implicaría llevar a cabo evaluaciones periódicas para medir el progreso de los estudiantes en términos de comprensión de los conceptos de nanotecnología, habilidades críticas y creativas, así como su capacidad para aplicar estos conocimientos en situaciones del mundo real. Además, sería beneficioso realizar estudios comparativos entre grupos de

estudiantes que utilizan la guía y aquellos que no lo hacen, para determinar la efectividad relativa de la guía en el logro de los objetivos de aprendizaje.

Bibliografía

- Bauer, J. (2021). Teaching Nanotechnology through Research Proposals. . *Chem. Educ.*, 98, 2347–2355. <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/acs.jchemed.0c01251>
- Bauer, J. (2021). Teaching Nanotechnology through Research Proposals. *J. Chem. Educ.* , 98(1), 2347–2355. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c01251>
- Baughman, B., Dignam, C., & Ramadan, J. (2023). Nanotechnology: Nano Measures with Giga Implications for Education. *Current Academic Studies in Technology and Education*, 74-104. <https://www.researchgate.net/publication/377018725>
- Bertrand, M., & Namukasa, I. (2021). STEAM education: student learning and transferable skills. *Journal of Research in Innovative*, 13(1), 43-56. doi:10.1108/JRIT-01-2020-0003
- Camacho, M., Batista, D., Mora, R., Vega, J., & Oca, G. (2022). Estrategia de difusión de la nanotecnología: Enseñanza interdisciplinaria a profesores de educación primaria. *Uniciencia*, 36(1), 36-48. <https://www.redalyc.org/journal/4759/475974057003/html/>
- Carriazo, C., Perez, M., & Gaviria, K. (2020). Planificación educativa como herramienta. *Utopía y Praxis Latinoamericana*, 25(3). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=27963600007>
- Casasola, W. (2020). El papel de la didáctica en los procesos de enseñanza y aprendizaje universitarios. *Revista Comunicación*, 29(41), 38-51. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/com/v29n1/1659-3820-com-29-01-38.pdf>
- Castillo, G., Sailema, J., & Chalacán, J. (2022). El rol docente como guía y mediador del procesode enseñanza-aprendizaje. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplina*, 6(6), 13911-13922. Obtenido de https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i6.4409
- Celi, S., Sánchez, V., Paladines, M., & Quilca, M. (2021). Estrategias didácticas para el desarrollo del pensamiento lógico matemático en niños de educación inicial. *Revista Horizontes*, 5(19), 826 - 842. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v5i19.240>
- Celis, D., & González, R. (2020). Aporte de la metodología Steam en los procesos curriculare. *Aporte de la metodología steam en los procesos curriculareS*, 279. <https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/1405/1320>
- Chausali, N., Saxena, J., & Prasad, R. (2023). Nanotechnology as a sustainable approach for combating the environmental effects of climate change. *Journal of Agriculture and Food Research*, 12. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100541>

- Cisneros, A., Guevara, A., Urdánigo, J., & Garcés, J. (2022). Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos que apoyan a la Investigación Científica en tiempo de Pandemia. *Dom. Cien.*, 8(1), 1165-1185. <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v8i41.2546>
- Construinnova. (14 de 12 de 2014). Nanotecnología. <https://construinnova.net/2014/12/16/nanotecnologia/>
- Cuarán, G., Quijije, M., Torres, E., & Cabezas, E. (2022). Implementación guía didáctica informatizada para el proceso de enseñanza aprendizaje de la contabilidad. *Revista De Investigación SIGMA*, 9(1), 30-40. <https://doi.org/10.24133/sigma.v9i01.2623>
- Das, G., Kumar, J., Paramithiotis, S., & Shin, H. (2019). The Sustainability Challenge of Food and Environmental Nanotechnology: Current Status and Imminent Perceptions. *Int J Environ Res Public Health*, 16(23). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6926672/>
- Díaz, V., Caraballo, I., & López, R. (2023). Steam: Una breve conceptualización de una metodología orientada al desarrollo de competencias del siglo XXI. *Revista Educare*, 27(2), 73-91.
- Ekpa, D., Otobong, T., Udofa, E., & Elijah, A. (2020). Nanotechnology in Cosmetics: Basics, Current Trends and Safety Concerns—A Review. *Advances in Nanoparticles*, 9(1). <https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=97148>
- Esteban, N. (2018). *TIPOS DE INVESTIGACIÓN*. <https://core.ac.uk/download/pdf/250080756.pdf>
- Fernández, E., Zambrano, J., & Cevallos, H. (2022). Estrategia didáctica para el fortalecimiento del aprendizaje significativo de las Ciencias Naturales. *Dom. Cien.*, 8(3), 1015-1035. <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/2971/pdf>
- Garcés, C., Montaluisa, V., & Salas, J. (2018). El aprendizaje significativo y su relación con los estilos de aprendizaje. *Revista Anales*, 1(376), 231-248. https://www.researchgate.net/publication/336427571_El_aprendizaje_significativo_y_su_relacion_con_los_estilos_de_aprendizaje
- García, M., Vargas, Y., Naranjo, Y., Leyva, M., & González, R. (2019). Guía didáctica del Curso Propio en Estomatología: Interpretación de los procesos inflamatorios pulpares y el dolor. *Correo Científico Médico de Holguín*, 23(3). <https://www.medigraphic.com/pdfs/correo/ccm-2019/ccm193e.pdf>
- Haleem, A., Javaid, M., Prata, R., Rab, S., & Suman, R. (2023). Applications of nanotechnology in medical field: a brief review. *Global Health Journal*, 7(2), 70-77. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2414644723000337>

- Hernández, I., Lay, N., Herrera, H., & Rodríguez, M. (2021). Estrategias pedagógicas para el aprendizaje y desarrollo de competencias investigativas en estudiantes universitarios. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, *XXVII*(2), 242-255. <https://www.redalyc.org/journal/280/28066593015/html/>
- Hernández, O. (2021). Aproximación a los distintos tipos de muestreo no probabilístico que existen. *Rev Cubana Med Gen Integr*, *73*(3). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21252021000300002
- Hoz, J. D., & Hard, E. (2022). Pedagogía y didáctica de las ciencias sociales para la educación infantil. *Revista Innova Educación*, *4*(4), 48-64. <https://revistainnovaeducacion.com/index.php/rie/article/view/553/656>
- Hsiao, P., & Su, C. (2021). A Study on the Impact of STEAM Education for Sustainable Development Courses and Its Effects on Student Motivation and Learning. *Sustainability*, *13*(7). <https://doi.org/10.3390/su13073772>
- Hsiao, Y., & Enyi, J. (2020). Integrating Nanotechnology in the Science Curriculum for Elementary High-Ability Students in Taiwan: Evidenced-Based Lessons. *Roeper Review*, *42*(1), 38-48. <https://doi.org/10.1080/02783193.2019.169007>
- Inshakova, E., Inshakova, A., & Goncharov, A. (2020). Engineered nanomaterials for energy sector: market trends, modern applications and future prospects. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *971*, 1-10. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/971/3/032031/pdf>
- Kapur, R. (2020). *Teaching-Learning Methods: Key Factor in Promoting Student Learning*. University of Delhi. https://www.researchgate.net/publication/345412595_Teaching-Learning_Methods_Key_Factor_in_Promoting_Student_Learning
- Lee, V., & Lajjum, D. (2022). Scoping Review: Appropriate Big Ideas of Nanoscience and Nanotechnology to Teach in Chemistry for Secondary School. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH)*, *7*(2), e002016. <https://www.msocsciences.com/index.php/mjssh/article/view/2016>
- Livián, A. (2020). *Nanociencia y nanotecnología en E.S.O. y bachillerato*. Universidad de Vallaloid. <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/38558/TFM-G1023.pdf?sequence=1>
- Lizarro, N. (2020). Planificación y estructuración del proceso educativo virtual con base en el. *COMPÁS EMPRESARIAL*, *10*. <https://doi.org/10.52428/20758960.v10i30.121>
- López, R. (2024). Didactic strategies for the use of learning in continuity and limit in high. *Journal Scientific*, *8*(1), 323-345 .

- Lozada, J. (2014). Investigación Aplicada. *CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica*, 3(1).
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6163749>
- Malik, S., Muhammad, K., & Waheed, Y. (2023). Nanotechnology: A Revolution in Modern Industry. *Molecules*, 28(2), 661.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9865684/>
- Mandrikas, A., Michailidi, E., & Stavrou, D. (2020). Teaching nanotechnology in primary education. *Research in Science & Technological Education*, 38(4), 377-395.
<https://doi.org/10.1080/02635143.2019.1631783>
- Moreira, J., Beltron, R., & Beltrón, V. (2020). Aprendizaje significativo una alternativa para transformar la educación. *Dom. Cien.*, 7(2), 915-924.
<http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i2.1835>
- Moreira, M. (2020). Aprendizaje significativo: la visión clásica, otras visiones e interés. *Revista Proyecciones*, 14. <https://revistas.unlp.edu.ar/proyecciones/article/view/10481/9744>
- Ostaiza, J., Monserrat, J., & Acosta, Z. (2022). Guía didáctica para el desarrollo del lenguaje en los niños de 4 años de la Escuela “José De Vasconcellos. *Revista Educare*, 418-425.
- Pampa, N., & Torres, J. (2022). Nanociencia & Nanotecnología en la educación actual como propuesta interdisciplinaria emergente. *CIME*. https://amieedu.org/actascimie22/wp-content/uploads/2022/11/NoeBenjamin-Pampa-Quispe_Julissa-Torres-Acurio.pdf
- Pandey, P. (2021). Role of Nanotechnology in Electronics: A Review of Recent Developments and Patents. *Recent Patents on Nanotechnology*, 15(1).
https://www.researchgate.net/publication/348793423_Role_of_Nanotechnology_in_Electronics_A_Review_of_Recent_Developments_and_Patents
- Pereira, L. (2020). Chapter 14 - Engineered nanomaterials in the sports industry. *Handbook of Nanomaterials for Manufacturing Applications*, 309-320.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780128213810000144>
- Perez, D. (01 de 06 de 2013). Los cinco nanomateriales que pueden cambiar el mundo. *El Confidencial*. https://www.elconfidencial.com/tecnologia/2013-06-01/los-cinco-nanomateriales-que-pueden-cambiar-el-mundo_766824/
- Perez, J. (2021). El impacto de la microbiología y nanotecnología en el sector transporte. *Notas*, 189. <https://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=528&IdBoletin=189>
- Pino, R., & Urías, G. (2020). Guías didácticas en el proceso enseñanza-aprendizaje: ¿Nueva estrategia? *Revista Scientific*, 5(18), 371–392.
<https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2020.5.18.20.371-392>

- Polanía, C., Cardona, F., Castañeda, G., Vargas, I., Calvache, O., & Abanto, W. (2020). *Metodología de Investigación Cuantitativa & Cualitativa*. Institución Universitaria Antonio José Camacho.
- Reynosa, E., Serrano E. Ortega, A., O., N., Cruz, J., & Salazar, M. (2021). Estrategias didácticas para investigación científica: relevancia en la formación de investigadores. *Universidad y Sociedad*, 12(1), 259-266. <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v12n1/2218-3620-rus-12-01-259.pdf>
- Roa, J., Acosta, V., & Acosta, V. (2021). EDIC: estrategia didáctica para el desarrollo de competencias en innovación sostenible. *Actualidades Pedagógicas*, 76, 143-161. <https://doi.org/10.19052/ap.vol1.iss76.7>
- Rodríguez, V., Esteves, Z., & Garcés, N. (2023). Las herramientas interactivas vinculantes con la competencia docente como espacio de aprendizaje, Guayaquil, Ecuador. *Episteme Koinonía. Revista Electrónica de Ciencias de la Educación, Humanidades, Artes y Bellas Artes*, 6(12). https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2665-02822023000200184
- Salica, M. (2021). Analítica del aprendizaje significativo d-learning aplicado en la enseñanza de la física de la educación secundaria. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 24(2), 265-284. <https://doi.org/10.5944/ried.24.2.28399>
- Santillán, J., Cadena, V., & Cadena, M. (2019). Educación Steam: Entrada a la sociedad del conocimiento. *Ciencia Digital*, 3(4), 212-227. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i3.4.847>
- Santillán, J., Santos, R., Jaramillo, E., & Cadena, V. (2020). STEAM como metodología activa de aprendizaje en la educación superior. *Pol. Con*, 5(8), 467-492. doi: 10.23857/pc.v5i8.1599
- Spyrtou, A., Manou, L., & Peikos, G. (2021). Educational Significance of Nanoscience–Nanotechnology: Primary School Teachers’ and Students’ Voices after a Training Program. *Educ. Sci.*, 11(11), 724. <https://doi.org/10.3390/educsci11110724>
- Taran, M., Safaei, M., Karimi, N., & Almasi, A. (2021). Benefits and Application of Nanotechnology in Environmental Science: an Overview. *Biointerface Research in Applied Chemistry*, 11(1), 7860 - 7870. <https://biointerfaceresearch.com/wp-content/uploads/2020/07/20695837111.78607870.pdf>
- Tigse, C. (2020). El constructivismo, según bases teóricas de César Coll. *Revista Andina de Educación*. <https://doi.org/10.32719/26312816.2019.2.1.4>

- Torres, E. (2021). Divulgación y formación en Nanociencia y Nanotecnología en Colombia: el gran reto de las Ciencias Naturales en la Educación secundaria y media técnica. *Revista Aquinas 'Scriptum Scientiam'*, 20-23.
- Tutor, J., & Takeuchi, N. (2015). ¿Por qué es necesaria la divulgación y la formación en nanotecnología? *MOMENTO-revista de física*, 51, 45-58. <https://doi.org/10.15446/mo.n51.56204>
- Ventura, J. (2017). <https://www.redalyc.org/pdf/214/21453378014.pdf>. *Revista Cubana de Salud Pública*, 43(4), 648-649. <https://www.redalyc.org/pdf/214/21453378014.pdf>
- Vinces, O., Ramírez, L., & Paladines, J. (2023). Planificación educativa: herramienta fundamental para la gestión de las instituciones educativas. *Revista científica Sociedad & Tecnología*, 6(2), 322-334. <https://doi.org/10.51247/st.v6i2.376>
- Xuan, L., Skonieczna, M., Zhou, P., & Huang, R. (2023). Nanoparticles-induced potential toxicity on human health: Applications, toxicity mechanisms, and evaluation models. *MedComm*, 4(4). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10349198/>
- Yakman, G., & Lee, H. (2012). Exploring the Exemplary STEAM Education in the U.S. as a Practical Educational Framework for Korea. *Journal of The Korean Association For Science Education*, 32(6). doi:10.14697/jkase.2012.32.6.1072