Universidad Politécnica de Aguascalientes

Maestría en Enseñanza de las Ciencias

USO DE LA METODOLOGÍA STEAM EN EDUCACIÓN SECUNDARIA, PARA MEJORAR LOS APRENDIZAJES DE LA BIOLOGÍA

T E S I S

PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

P R E S E N T A:

LIC. MARÍA ELENA CASTRO RANGEL

DIRECTOR DE TESIS:

DR. LUIS ANTONIO SANCHÉZ OLMOS

CODIRECTOR/REVISOR DE TESIS:

DR. MANUEL SANCHÉZ CÁRDENAS

AGUASCALIENTES, AGS. ENERO DEL 2026

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
DE AGUASCALIENTES

Aceptación del Documento de Tesis
Formato F-718/D Rev. B

Aguascalientes, Ags. a 8 de enero de 2026

Dr. Víctor Arturo Maldonado Ruelas
Director de Posgrado e Investigación
P r e s e n t e

Los abajo firmantes, miembros del Comité Tutoral de la Tesis del alumna **María Elena Castro Rangel**, manifiestan que después de haber revisado su trabajo de tesis titulado "Uso de la metodología STEAM en educación secundaria, para mejorar los aprendizajes de la biología", realizado bajo la dirección de Dr. Luis Antonio Sánchez Olmos y de Dr. Manuel Sánchez Cárdenas el trabajo se ACEPTA para proceder a su impresión final y empastado.

A T E N T A M E N T E

Dr. Luis Antonio Sánchez Olmos
Director de Tesis

Dr. Manuel Sánchez Cárdenas
Codirector de Tesis

Dra. Yadhira Leal Romero
Revisora de Tesis

Dra. Martha Ofelia Aldana Aguilar
Revisora de Tesis

Dra. Martha Ofelia Aldana Aguilar
Coordinadora de la Maestría en Enseñanza de la Ciencias

c.c.p. Alumno
c.c.p. Archivo

DEDICATORIA

La vida pone en tu vida a las personas correctas en el tiempo correcto. Este camino no ha sido nada fácil, pues entre responsabilidades como madre, esposa, amiga, profesionista, etc. Siempre es importante regalarte un espacio para seguir preparándote.

Mi principal soporte para seguir adelante a pesar de los turbios que pueden ser los tiempos, sin duda es mi familia. A los que trato de mostrarles con el ejemplo, lo importante que es seguir superándose en la vida. Trabajar duro, para lograr los sueños que tanto anhelas.

Mis padres, son mi principio y mi raíz, gracias por tomarme de la mano y acompañarme en este camino. Gracias por esas palabras de ánimo, cuando quería rendirme. Este triunfo es también de ustedes.

Mi padre Dios, gracias por hablarme en silencio y abrazarme con el viento, tu amor incondicional me dio la fuerza y sabiduría para soportar esas noches de desvelo llenas de silencio, de concentración, pero también de pensamientos encontrados. Me mostraste el valor que hay en mí, para hacer las cosas y que a pesar de que al final ya quería rendirme, con una caricia en el alma, me susurras que no es bueno dejarse vencer, que todo lo que se inicia, se debe terminar con sabiduría, pero con aquella humildad que te caracteriza.

Mis amigas, gracias por esas risas y charlas motivacionales.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco principalmente a mi padre y a mi madre, porque siempre me acompañan en todos los caminos que deseo recorrer. Mis hijos y esposo ya que gracias a ellos sale de mí, todas esas fuerzas, para seguir superándome y ser mejor cada día.

Creo que de las principales personas a la que merecen mis más sinceros agradecimientos; es la Doctora Martha Aldana, persona, amable, sencilla, con una facilidad impresionante de transmitirte apoyo incondicional. Desde el día uno, recibí solo apoyo de su parte.

Gracias Dios por acompañarme en esta aventura llena de aprendizaje.

Con profundo respeto y reconocimiento, extiendo mí más sincera gratitud a mi director de tesis Dr. Luis Antonio Sánchez Olmos.

Su dedicación docente y su guía han sido pilares fundamentales en la dirección y enriquecimiento de esta investigación.

Mi gratitud se extiende a la Universidad Politécnica campus Aguascalientes, por su excelencia académica, que ha fomentado en mí un pensamiento crítico.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA ..... **II**

AGRADECIMIENTOS ..... **IV**

ÍNDICE DE CONTENIDO ..... **V**

ÍNDICE DE FIGURAS ..... **VI**

ÍNDICE DE TABLAS ..... **VII**

RESUMEN DEL TRABAJO DE TESIS ..... **VIII**

CAPÍTULO I CONTEXTO GENERAL **1**

I.1 INTRODUCCIÓN ..... **¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
I.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN 1
I.3 HIPÓTESIS 3
I.3.1 Hipótesis Nula *3*
I.4 OBJETIVOS 3
I.4.1 Objetivo General *3*
I.4.2 Objetivos Particulares *3*
1.4.3 Pregunta de investigación *4*
1.5 JUSTIFICACIÓN 4
1.6 ALCANCES Y LIMITACIONES 5

CAPITULO II MARCO TEÓRICO **6**

2.1 MARCO CONCEPTUAL 6
2.2 REVISIÓN DE LA LITERATURA DE REFERENCIA 6
2.2.1 Importancia *6*
2.2.2 Tradicionalismo *8*
2.2.3 Metodologías innovadoras *10*
2.3 ESTADO DEL ARTE 20
2.4 CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN 24

CAPÍTULO III METODOLOGÍA **26**

3.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN 26
3.2 PROCESO DEL MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN 28
3.3 UNIDAD DE ANÁLISIS 29
3.4 INSTRUMENTACIÓN 29

CAPÍTULO IV RESULTADOS **31**

4.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO 31
4.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS 31
4.3 COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS 36

CAPÍTULO V CONCLUSIONES **37**

CAPÍTULO VI REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS **39**

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Docentes en formación que aplicaron STEAM ……. 32

Figura 2. Secundarias a las que se aplicó STEAM y cantidad de niños y niñas ……...33

Figura 3 Comparativo de primera y segunda jornada de prácticas ……34

Figura 4 Cuales consideras que son los beneficios de STEAM …….35

Figura 5 Comentarios adicionales sobre la aplicación de STEAM ……36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Competencias y dimensiones en el enfoque STEAM……14

Tabla 2. Matriz de diseño metodológico ……..28

RESUMEN DEL TRABAJO DE TESIS

La presente investigación tiene como objetivo demostrar cómo la metodología **STEAM** (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) mejora el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Biología en el nivel secundaria, específicamente en el estado de Aguascalientes. Esta metodología se caracteriza por promover un aprendizaje activo e interdisciplinario, donde los estudiantes participan de forma significativa mediante actividades que vinculan la teoría con la práctica. Al mismo tiempo, fortalece el rol del docente como un agente reflexivo e investigador de su práctica.

El enfoque STEAM favorece el desarrollo de habilidades cognitivas superiores, como el análisis, la síntesis y la evaluación, además de estimular la creatividad, la innovación y la resolución de problemas. Los grupos de estudio incluyen a estudiantes de primer grado de secundaria en distintas escuelas públicas, lo que permite una visión amplia de los contextos educativos y sociales involucrados.

Palabras clave: STEAM, Biología, enseñanza-aprendizaje, habilidades cognitivas superiores, práctica docente.

Capítulo I CONTEXTO GENERAL

1.1 Introducción

En los últimos años, la educación ha enfrentado el desafío de adaptarse a los cambios vertiginosos del mundo contemporáneo, impulsados por los avances científicos, tecnológicos y sociales. Ante este panorama, surge la necesidad de replantear las metodologías tradicionales de enseñanza, particularmente en disciplinas como la Biología, que requieren una comprensión profunda de los fenómenos naturales y su relación con el entorno. La metodología STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) se presenta como una alternativa innovadora que transforma el proceso de enseñanza-aprendizaje mediante un enfoque interdisciplinario, práctico y creativo.

Este modelo metodológico no solo promueve la adquisición de conocimientos, sino que también potencia el desarrollo de habilidades cognitivas superiores como el análisis, la síntesis y la evaluación, esenciales para formar estudiantes críticos y capaces de enfrentar problemas reales. Asimismo, revaloriza la función del docente como un guía reflexivo e investigador de su propia práctica educativa. En este contexto, la presente investigación se centra en explorar el impacto de la metodología STEAM en la enseñanza de la Biología en el nivel secundaria, específicamente en diversas escuelas públicas del estado de Aguascalientes. El estudio busca evidenciar cómo esta propuesta didáctica favorece un aprendizaje activo y significativo, adaptado a las necesidades y contextos de los estudiantes del siglo XXI.

1.2 Descripción General del Problema de Investigación

Para comprender la metodología seleccionada en esta investigación, es fundamental repasar brevemente algunos de los elementos principales que conforman el planteamiento del problema.

La metodología STEAM promueve la integración de diversas disciplinas, especialmente las ciencias, con el objetivo de favorecer un aprendizaje significativo y activo. Este enfoque no solo impulsa la participación de los estudiantes, sino que también contribuye al desarrollo profesional de los docentes al posicionarlos como investigadores activos, críticos y reflexivos de sus propias prácticas.

En el estado de Aguascalientes, aún persisten numerosas escuelas de educación básica que operan con metodologías desfasadas respecto a los principios y orientaciones de la Nueva Escuela Mexicana (NEM), establecidos en el plan de estudios de educación básica: Preescolar, Primaria y Secundaria 2022, elaborado por la Dirección de Desarrollo Curricular de la Secretaría de Educación Pública. Dicho plan responde a las necesidades y desafíos del siglo XXI, promoviendo una educación centrada en la equidad, la excelencia y la mejora continua.

El uso de la metodología STEAM en el aula como herramienta para favorecer los aprendizajes de los alumnos, es una metodología que nos apoya como docentes a buscar la equidad, la excelencia y la mejora continua en la educación, para lo cual colocará al centro de la acción pública el máximo logro de aprendizaje de las niñas, niños, adolescentes y jóvenes. Tendrá como objetivos el desarrollo humano integral del educando, reorientar el Sistema Educativo Nacional, incidir en la cultura educativa mediante la corresponsabilidad e impulsar transformaciones sociales dentro de la escuela y en la comunidad.

Las capacidades no se refieren únicamente a las habilidades y los conocimientos que puede desarrollar una persona, sino que se relacionan con una vida digna conformada por salud e integridad física y buena alimentación, el desarrollo de los sentidos, la imaginación, el pensamiento y el razonamiento de un modo verdaderamente humano en la creación de obras artísticas; así

como en una educación que incluya la alfabetización, la formación matemática y científica, y el desarrollo afectivo y emocional.

1.3 Hipótesis

La implementación de la metodología STEAM en el diseño de planeaciones didácticas, pretende mejorar la enseñanza-aprendizaje de los cuatro campos formativos en educación secundaria (lenguajes, saberes y pensamiento científico, ética naturaleza y sociedades y de lo humano a lo comunitario), favoreciendo así el cumplimiento del perfil de egreso establecido para la fase 6 de la educación básica.

1.3.1 Hipótesis Nula

La implementación de la metodología STEAM en el diseño de planeaciones didácticas, no mejora la enseñanza-aprendizaje de los cuatro campos formativos en educación secundaria ni favorece el cumplimento del perfil de egreso establecido para la fase 6 de la educación básica.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Demostrar que la metodología STEAM interviene en la mejora de enseñanza-aprendizaje de la Biología; que se encuentra dentro del campo formativo de saberes y pensamiento científico en el nivel secundaria en el estado de Aguascalientes.

1.4.2 Objetivos Particulares

- Medir por medio de un cuestionario diseñado con la herramienta de Google Forms, si los docentes en formación, conocen la metodología STEAM y si la han aplicado al momento de planear sus jornadas de prácticas profesionales.
- Integrar la metodología STEAM, en la segunda jornada de prácticas profesionales del semestre A 2024-2025; por lo menos en un grupo piloto, para conocer los resultados obtenidos en la enseñanza de los campos formativos de secundaria.

- Desarrollo humano integral del educando, reorientar el Sistema Educativo, incidir en la cultura educativa mediante la corresponsabilidad e impulsar transformaciones sociales dentro de la escuela y en la comunidad.

1.4.3 Pregunta de investigación

¿La planeación y aplicación con metodología STEAM, funciona como mejora de los aprendizajes de la Biología en educación secundaria?

1.5 Justificación

Los recientes cambios en las políticas públicas educativas han generado nuevas dinámicas en la cultura escolar que requieren ser consideradas para la implementación efectiva del plan de estudio y el uso de los nuevos materiales educativos. En este contexto, se propone la implementación del aprendizaje basado en indagación bajo el enfoque STEAM, con el objetivo de fomentar en los adolescentes habilidades fundamentales para investigar, comprender y construir conocimiento de manera crítica y significativa. Estas competencias son esenciales para enfrentar los retos del futuro, promover el desarrollo sostenible, impulsar la innovación, el bienestar social y el crecimiento inclusivo.

La Nueva Escuela Mexicana reconoce la importancia de las capacidades como referentes para establecer las intenciones educativas reflejadas en el perfil de egreso, los contenidos de los programas de estudio y su vinculación con los ejes articuladores de los campos formativos. Asimismo, destaca la autonomía curricular y profesional de las maestras y maestros, quienes tienen la responsabilidad de diseñar y aplicar actividades de enseñanza y aprendizaje innovadoras, como las que se derivan del enfoque STEAM.

Por tanto, es fundamental que los docentes se mantengan actualizados en las tendencias, herramientas y metodologías educativas vigentes, con el fin de responder eficazmente a los desafíos del entorno educativo y cumplir con su labor formativa de transmitir conocimientos y competencias significativas a sus estudiantes.

1.6 Alcances y Limitaciones

Alcances

La presente investigación se llevará a cabo en la Escuela Normal Superior “José Santos Valdés” durante el semestre “A” del ciclo escolar 2024-2025. El estudio contempla medir el porcentaje de docentes en formación del grupo piloto de la Licenciatura en enseñanza y aprendizaje de la Biología que conocen el modelo pedagógico STEAM, así como identificar las metodologías que emplean en la elaboración de sus planeaciones didácticas.

Asimismo, se propondrá, a través de los docentes responsables de las prácticas profesionales (OPD), la implementación de esta metodología durante la segunda jornada de prácticas, previa capacitación sobre las cinco fases que conforman el modelo STEAM. Una vez concluida dicha jornada, se evaluará los resultados obtenidos a partir de la aplicación de la estrategia, con el fin de valorar su impacto en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Limitaciones

Entre las posibles limitaciones se contempla la negativa, por parte de los docentes titulares de grupo o directivos de las escuelas secundarias asignadas, a permitir la implementación de la metodología STEAM durante las prácticas profesionales. Este factor podría restringir la aplicación completa del modelo y, por ende, afectar el análisis de los resultados.

Otra de las limitaciones, puede ser que el docente en formación no aplique de manera correcta las 5 fases de la metodología, debido a restricciones de tiempo o por un entendimiento insuficiente de las mismas.

Capítulo II MARCO TEÓRICO

2.1 Marco conceptual

El enfoque STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) surge como evolución del concepto STEM, acuñado en la década de 1990 para promover la enseñanza integrada de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. En 2006, Georgette Yakman incorporó las artes, reconociendo su papel en la creatividad y en la formación integral del individuo.

Este modelo metodológico se fundamenta en la interdisciplinariedad y busca el desarrollo de competencias esenciales para el siglo XXI, tales como el pensamiento crítico, la creatividad, la innovación, la colaboración y el aprendizaje significativo, favoreciendo la transferencia de conocimientos a contextos reales.

Desde la perspectiva pedagógica, STEAM se apoya en teorías como el constructivismo de Piaget, el aprendizaje significativo de Ausubel y el aprendizaje por descubrimiento de Bruner, así como en enfoques como el descubrimiento guiado (Good y Brophy) y la educación holística (Rinke). Su aplicación suele articularse con metodologías activas —aprendizaje basado en proyectos, indagación científica, resolución de problemas reales— que fomentan la autonomía y el protagonismo estudiantil.

En el ámbito curricular, resulta relevante la distinción entre currículo propuesto, aplicado y aprendido (Duchsl y Hamilton), lo que permite comprender las posibles brechas entre la planificación, la ejecución y los resultados de aprendizaje al implementar STEAM.

2.2 Revisión de literatura de referencia

2.2.1 Importancia

El documento analítico y comparativo publicado por ONU Mujeres (2020) sobre las principales experiencias e iniciativas implementadas en América Latina y el Caribe

para fomentar y promover la participación de mujeres y niñas en el sector de las ciencias, afirma que las carreras profesionales en STEAM constituyen los empleos del futuro para fomentar el desarrollo sostenible: no solo para impulsar la innovación, sino también el bienestar social y el crecimiento inclusivo. La educación en STEAM también es clave para preparar a los estudiantes para el mercado de trabajo del futuro.

Un estudio conjunto desarrollado por 29 organismos de las Naciones Unidas estima que, hacia finales del año 2020, más de 7,1 millones de empleos habrán sido desplazados. Asimismo, se proyecta que para el año 2050 habrá desaparecido aproximadamente el 50 % de los puestos de trabajo actualmente existentes.

Desde el punto de vista de la International Science Teaching Foundation (2023) que tiene como objeto promover la investigación en el campo de la educación científico-tecnológica, considera que el modelo STEAM, es el más adecuado para hacer frente a los desafíos del marco interdisciplinario que apunta a la nueva educación. Adaptarlo a las clases asegura aprendizajes duraderos, transferibles y funcionales para el alumnado.

Se considera que esta propuesta pedagógica promueve el desarrollo del pensamiento crítico, la creatividad, la innovación, así como la colaboración y el trabajo en equipo. De este modo, contribuye a la formación de un perfil estudiantil flexible, con capacidad para resolver problemas y con una actitud motivada, lo que facilita la transferencia de los aprendizajes a contextos y situaciones nuevas y significativas.

La propuesta de García-Holgado et al. (2020). Se basa en una aplicación para favorecer el acceso de mujeres a los estudios universitarios STEAM, que supone un nuevo horizonte en relación con las ya presentadas, puesto que no pretende evaluar ni presentar contenidos o actividades relacionados con las STEAM.

En este contexto, se plantea una discrepancia con la postura del autor, dado que se considera que, para que un estudiante de nivel superior logre desenvolverse con

solvencia y adquirir un dominio significativo en las áreas que conforman la metodología STEAM, es imprescindible que dicho proceso formativo se inicie desde las etapas educativas tempranas. Por tanto, se considera necesario que la educación básica promueva un acercamiento gradual y sistemático a estas disciplinas, a fin de favorecer una comprensión integral y un desarrollo de competencias sostenido a lo largo de la trayectoria educativa.

Educación STEAM; en este caso, frente a la rigidez y la resistencia de la estructura del currículo escolar, poniendo de manifiesto su escepticismo frente al poder de las matemáticas y las ciencias en la estructura y organización curricular.

2.2.2 Tradicionalismo

Basar la dinámica de la clase en la transmisión verbal de contenidos sin conexión directa con la realidad y organizados de manera acumulativa y disciplinar, presupone, aun cuando este hecho sea ignorado por el profesor, una serie de concepciones como las siguientes:

a) El conocimiento científico es un conocimiento acabado, establecido, absoluto y verdadero.

b) Aprender es apropiarse de dicho conocimiento a través de un proceso de atención-captación-retención y fijación del mismo, durante el cual no se producen interpretaciones, alteraciones o modificaciones de ningún tipo.

c) Aprender es hecho individual y homogéneo, susceptible, por tanto, de ser estandarizado.

d) Lo que se observa aparentemente en la dinámica de una clase es una visión bastante aproximada de lo que realmente sucede en ella.

Es pertinente señalar que, desafortunadamente, en el contexto educativo mexicano persiste una notable presencia de docentes con enfoques tradicionalistas. Estos educadores suelen enfrentar serias dificultades para adaptar o modificar el currículo, especialmente cuando han aplicado un mismo enfoque pedagógico

durante años. Como lo señala Palacios (1997), esta resistencia al cambio está fuertemente vinculada a factores estructurales, formativos y culturales que han perpetuado prácticas tradicionales en el aula. En consecuencia, dicha resistencia representa un obstáculo considerable para la implementación de metodologías innovadoras, como el enfoque STEAM, en el ámbito escolar.

Cuando el aprendizaje del maestro se vuelve “sentado”, el maestro debe alterar sus propias prácticas de enseñanza en consonancia con el desarrollo profesional, lo que puede resultar en cambios y crecimiento en sus habilidades y conocimiento de las prácticas de la enseñanza (Borco, 2004; Greeno, Collons, & Resnick, 1996; Lave & Wanger, 1991). A medida que un maestro aumenta sus conocimientos y habilidades en la enseñanza, puede ofrecer mejores oportunidades para sus alumnos.

Botero Espinosa, J. (2018). Los docentes deben dar un paso adelante para crear unidades y actividades STEAM en su plan de trabajo curricular. El Aprendizaje Basado en Proyectos será una de las herramientas fundamentales para llevar a los estudiantes a un nivel más profundo de conocimiento.

Es fundamental que los docentes nos mantengamos en constante actualización respecto a las tendencias, herramientas y metodologías educativas, no solo para enfrentar de manera efectiva los desafíos actuales del entorno educativo, sino también por la responsabilidad esencial que implica nuestra labor de formar y transmitir conocimientos a las nuevas generaciones.

El psicólogo y epistemólogo suizo Jean Piaget (1896–1980) consolidó y dio sustento teórico a muchas de las ideas pedagógicas previamente propuestas por autores como John Dewey, María Montessori, Friedrich Froebel y Johann Heinrich Pestalozzi. A través de sus teorías del constructivismo y del desarrollo cognitivo por etapas, Piaget estableció una base científica que profundizó la comprensión del aprendizaje infantil como un proceso activo, progresivo y centrado en el estudiante (Piaget, 1972).

2.2.3 Metodologías innovadoras

Piaget desarrolló a lo largo de medio siglo la epistemología genética con “métodos activos que dan gran alcance a la investigación espontánea del niño o adolescente”. Esto requiere “que el estudiante aprenda, redescubra o al menos reconstruya cada nueva verdad, en lugar de simplemente recibirla” (Piaget, 1976).

La teoría del aprendizaje sostenida por Piaget y sus equipos se conoció como constructivismo: aprender es construir el conocimiento en nuestra cabeza a partir de la experiencia, y no como resultado de recibir información que otros nos transmiten sin que pasemos por un proceso interno de construcción de sentido.

Desde una perspectiva educativa, uno de los objetivos centrales de la enseñanza, y particularmente de la enseñanza de las ciencias, es favorecer la construcción de aprendizajes significativos en los estudiantes. Esto implica la modificación de actitudes, el fortalecimiento de habilidades y estrategias cognitivas, así como la adquisición de nuevos conocimientos que les permitan interpretar, comprender y dar sentido al entorno que los rodea.

En este sentido, Ausubel (1983) sostiene que el aprendizaje significativo ocurre cuando los nuevos contenidos se relacionan de manera sustancial y no arbitraria con los conocimientos previos del alumno. Por tanto, dentro del marco teórico de toda propuesta pedagógica, el éxito de la enseñanza de las ciencias debe evaluarse en función de su capacidad para generar aprendizajes estables, duraderos y aplicables a contextos diversos.

A la hora de juzgar un currículo, o de tomar una decisión sobre qué propuesta curricular o materiales utilizar en un curso, es importante tener esto en cuenta. No deben juzgarse solo sus propósitos u objetivos, ni la cantidad y calidad de sus contenidos, sino también su adecuación a los alumnos a los que va dirigido.

Duchsl y Hamilton (1992) recuerdan que es importante mantener presente la distinción entre (a) el currículo que se propone; (b) el currículo que se aplica y (c) el currículo que se aprende. En la palicación de la metodología STEAM, no basta con

planear experiencias interdisciplinarias, es necesario asegurar que dichas propuestas se implementen de manera efectiva en el aula para poder lograr un aprendizaje significativo.

La investigación realizada por Yildirim (2016), titulado: “An Examination of the Effects of Science, Technology, Engineering, Mathematics (STEM) Applications and Mastery Learning Integrated Into The 7th Grade Science Course” presentada en Gazi University, Ankara, cuyo propósito fue trazar un resumen de los estudios de investigación empírica realizados en la educación STEAM focalizado en el logro del estudiante, además de su creatividad y habilidades de resolución de problemas, actitudes e intereses hacia los temas STEAM.

Se trató de una investigación documental, donde hubo la selección inicial de varios artículos, documentos y disertaciones sobre educación STEM, eligiendo treinta y tres estudios, de acuerdo con el encuadre de interés investigativo. Los estudios seleccionados se sometieron al análisis y síntesis en línea con las etapas de la meta-síntesis, con el fin de especificar y presentar hallazgos en los temas encontrados.

Disciplinas a través de múltiples áreas del conocimiento, lo que representa uno de sus principales aportes metodológicos. En este sentido, se destaca que uno de los roles fundamentales de esta propuesta educativa es fomentar en los docentes una actitud constante de investigación, cuestionamiento y pensamiento crítico, lo cual contribuye significativamente a su desarrollo profesional como educadores e investigadores.

Asimismo, se recomienda fortalecer el dominio del conocimiento pedagógico mediante programas de formación continua, tanto a nivel institucional como con el respaldo de organismos gubernamentales e internacionales, que permitan a los docentes asimilar e implementar efectivamente el enfoque STEAM.

Finalmente, se reconoce que la aplicación de esta metodología promueve una mejora sustancial en el aprendizaje académico de los estudiantes, particularmente

en sus habilidades para la resolución de problemas y el desarrollo del pensamiento crítico.

Los hallazgos evidencian que los estudiantes mantienen una actitud positiva frente a las actividades desarrolladas bajo el enfoque STEAM. Se concluye que este tipo de experiencias promueven buenas prácticas en cuanto a la participación activa en el aprendizaje, así como en la integración efectiva de las disciplinas que conforman el modelo.

Asimismo, se destaca que las actividades STEAM permiten a los estudiantes enfrentar situaciones reales mediante la búsqueda de soluciones creativas, al abordar problemáticas de la vida cotidiana desde una perspectiva interdisciplinaria. Este enfoque contribuye significativamente al fortalecimiento de los conocimientos fundamentales en ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas, al tiempo que potencia el pensamiento crítico, la innovación y la transferencia del aprendizaje a contextos auténticos.

Taylor (2016), caracteriza este tipo de metodología STEAM de utilidad para desarrollar habilidades de orden superior de los estudiantes y docentes en las dimensiones del conocimiento y de cara a la indagación de la ciencia como esfuerzo humano añadido, para desplegar escenarios de participación que privilegias la comprensión de sus contenidos, el desarrollo curricular efectivo, innovador y el pensar inteligente y creativamente en la resolución de problemas con el uso de habilidades tecnológicas.

Así, las manifestaciones de sus enfoques y enriquecimiento en el ámbito de la educación, como filosofía curricular que capacita a los profesores de ciencias e involucra los maestros el desarrollo de la visión humanística, proporciona un espacio de diseño creativo para colaborar de manera integrada con la visión de un profesor innovador.

Un estudio desarrollado en la Universidad Antonio Nariño, en Colombia, aplicó el método PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-

Analyses), el cual está diseñado para guiar a los autores en la elaboración de revisiones sistemáticas, garantizando una documentación transparente del propósito, el procedimiento y los resultados de la revisión. A partir de esta metodología, se identificaron un total de 50 documentos de carácter científico, los cuales fueron sometidos a un análisis riguroso.

Los hallazgos permitieron establecer cuatro líneas principales de trabajo en torno a la educación STEAM: (1) la fundamentación teórica del enfoque STEAM en el ámbito educativo; (2) los métodos STEAM aplicados a la enseñanza; (3) los aportes de esta metodología a la interdisciplinariedad curricular; y (4) las competencias docentes que promueve.

El estudio concluye que el enfoque STEAM favorece la construcción de un conocimiento integral, complejo e interdisciplinar, apoyado en metodologías activas que estimulan el desarrollo del pensamiento crítico, creativo, reflexivo y lógico, así como de los procesos cognoscitivos en general.

Desde esta perspectiva, el objetivo central de la metodología STEAM es aprovechar los elementos comunes entre las distintas disciplinas que la conforman —ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas— con el fin de diseñar e implementar un proceso curricular verdaderamente interdisciplinario (García-Mejía & García-Vera, 2020).

De allí que el enfoque STEAM desde el contexto educativo sea visto como una estrategia integral que permite potenciar la formación y capacidad creativa en las competencias tanto de niños como de docentes (López, Córdoba y Soto, 2020).

Esta metodología brinda a los actores educativos la oportunidad de participar en actividades motivadoras e interesantes a través de las cuales se obtiene un aprendizaje significativo que parte de una investigación científica y conlleva un sentido interdisciplinar y complejo (Tsurusaki, Tzou, Conner y Guthrie, 2017).

Además, se convierte en una estrategia de meta-análisis que permite abordar la realidad de los aprendizajes de manera más amplia y completa a través de procedimientos de resolución de problemas (Kim y Chae, 2016).

Sánchez (2019) estableció la relación entre las competencias y un conjunto de dimensiones que se pueden desarrollar de manera integral en este enfoque, las cuales se observan en la tabla 1.

Tabla 1. Competencias y dimensiones en el enfoque STEAM.

Competencias	Descripción	Dimensiones
Autonomía y emprendimiento	Orientada al desarrollar un proyecto u objetivo de carácter personal	Aprender a aprender. Autonomía y desarrollo personal. Emprendimiento.
Colaboración y comunicación.	Orientada hacia alcanzar metas y objetivos, resolver situaciones, abordar problemas en grupo y compartir el conocimiento.	Expresión y comunicación Trabajo colaborativo.
Conocimiento y uso de la tecnología.	Dirigida a formar individuos tecnológicamente alfabetos que puedan entender y utilizar los recursos tecnológicos tomando consciencia de sus precauciones y consecuencias.	Cultura tecnológica Uso adecuado de productos tecnológicos
Creatividad e innovación.	Orientada al desarrollo del pensamiento creativo en los estudiantes a través de la búsqueda de soluciones a diferentes situaciones o problemas de manera original e imaginativa en un contexto específico.	Creatividad e innovación.
Diseño y fabricación de productos.	Promueve el diseño y la construcción de objetos y aparatos sencillos con un objetivo previamente planificado, empleando materiales, herramientas y componentes apropiados.	Diseño Fabricación Planificación Gestión.

Pensamiento crítico.	Orienta al desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes y consiste en interpretar, analizar y evaluar la veracidad de las afirmaciones y la consistencia de los razonamientos y las acciones.	Pensamiento lógico Pensamiento sistémico
Resolución de problemas.	Orientada hacia la identificación, el análisis, la comprensión y la resolución de situaciones problemáticas.	Obtención y tratamiento de la información. Pensamiento computacional. Resolución de problemas.

Se puede señalar que la metodología STEAM en el espacio educativo se describe como un modelo metodológico integral (López, 2019), interdisciplinar (Sánchez, 2019. Tsurusaki, 2017. Santillán, Cadena y Cadena, 2019) y complejo (Ortiz-Revilla, Greca y Arriassecq, 2018), que permite la integración de múltiples elementos (estrategias, metodologías, áreas, modelos de aprendizaje y recursos) para la construcción de un aprendizaje que nace desde el razonamiento a lo práctico, en el que el estudiante participa activamente y que lo lleva a consolidar competencias y dimensiones para enfrentar los retos del siglo XXI (Domínguez, Oliveros, Coronado y Valdez, 2019).

Según Bautista (2021), STEAM no solo busca mejorar el conocimiento disciplinar, sino también fomentar habilidades transversales como la creatividad y el pensamiento crítico. La inclusión de las artes en el modelo STEM tradicional amplía el alcance educativo, permitiendo una enseñanza más holística que aborda tanto las habilidades técnicas como las humanísticas (Shukshina et al., 2021).

En este sentido, la educación STEAM es vista como una herramienta clave para la transformación educativa en contextos globales, promoviendo una pedagogía que conecta el aprendizaje con la vida real y el entorno del estudiante (Pressick-Kilborn et al., 2021).

En el contexto educativo actual, las metodologías activas cobran una relevancia significativa al promover un aprendizaje centrado en el estudiante. En particular, aquellas estrategias que sitúan al educando como protagonista del proceso de enseñanza-aprendizaje permiten el desarrollo de habilidades como la indagación,

la experimentación y la capacidad de describir fenómenos y situaciones reales. Este enfoque no solo favorece una comprensión más profunda del conocimiento, sino que también estimula el pensamiento crítico y autónomo (Zabalza, 2012).

Porqué introduce a los estudiantes en estas cuatro disciplinas científicas y muchas más preparándolos para la vida real, facilitarán el ejercicio del aprender haciendo y la capacidad de idear e implementar artefactos y prototipos, materializando lo aprendido.

Perelejo (2018) citando a Rinke (1982) para él, la educación holística se caracteriza por su funcionalidad integración y generalización educativa, y está centrada en el proceso de enseñanza aprendizaje, variando su estrategia sobre este en función de las necesidades del alumno del profesor y en un esfuerzo por lograr resultados educativos de alcance global.

Bruner (1966) plantea el concepto de aprendizaje por descubrimiento como una estrategia clave para alcanzar un aprendizaje significativo. Este enfoque se basa en la idea de que los docentes pueden ofrecer a los estudiantes mayores oportunidades para aprender por sí mismos, promoviendo así la construcción activa del conocimiento.

Desde esta perspectiva, el aprendizaje por descubrimiento se define como aquel en el que los estudiantes elaboran su propio conocimiento a través de la exploración y la reflexión, en contraste con el modelo tradicional de enseñanza, centrado en la transmisión directa de información por parte del docente (Sprinthall & Sprinthall, 1996; Santrock, 2004).

Según Pozo y Gómez (1998), el aprendizaje por descubrimiento resulta especialmente eficaz en la enseñanza de las ciencias, tal como lo demuestran diversos estudios. En estos, se ha observado que los estudiantes que emplean estrategias centradas en el descubrimiento obtienen mejores resultados en comparación con aquellos que siguen metodologías basadas en la mera transmisión de información (Bittinger, 1968; Meconi, 1978; Santrock, 2004).

Una de las características más relevantes del aprendizaje por descubrimiento, es que el contenido a ser aprendido, no se facilita en su forma final, sino que tiene que ser descubierto por el sujeto, lo que requiere un rol activo de parte del estudiante (Martínez y Zea, 2004), que le permitirá aplicar lo aprendido a situaciones nuevas (Bruner, 1966).

Los procedimientos de la enseñanza por descubrimiento guiada, implica proporcionar a los estudiantes oportunidades para manipular activamente objetos y transformarlos por la acción directa, así como actividades para buscar, explorar y analizar. Estas oportunidades, no solo incrementan el conocimiento de los estudiantes acerca del tema, sino que estimulan su curiosidad y los ayudan a desarrollar estrategias para aprender a aprender, descubrir el conocimiento, en otras situaciones (Good y Brophy, 1995).

En el ámbito de las políticas públicas, la ciencia, la tecnología y la innovación desempeñan un papel fundamental como motores del desarrollo social y económico. En este contexto, la seguridad alimentaria y ambiental se consolidan como temas prioritarios del debate público, debido a su estrecha relación con los estilos de vida contemporáneos. Las decisiones cotidianas de los ciudadanos están cada vez más influenciadas por productos y servicios derivados del conocimiento científico y tecnológico. Por ello, es esencial que la ciudadanía esté informada no solo sobre los beneficios, sino también sobre los riesgos asociados a estos avances (Membiela, 2002).

Desde esta perspectiva, la enseñanza de la biotecnología adquiere una relevancia particular, ya que permite a la sociedad comprender sus ventajas y limitaciones, favoreciendo una participación crítica y fundamentada en asuntos que afectan directamente su calidad de vida. La alfabetización científica, entendida como la capacidad de comprender y tomar decisiones informadas sobre ciencia y tecnología, se convierte en un objetivo prioritario de los sistemas educativos.

En línea con este enfoque, diversas propuestas teóricas han destacado el valor de la educación STEAM (acrónimo en inglés de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y

Matemáticas) como una estrategia interdisciplinaria para abordar la enseñanza de las ciencias. Este modelo educativo promueve la integración de saberes y la resolución de problemas reales mediante el uso de metodologías activas, orientadas a la simulación de contextos auténticos y a la respuesta a necesidades sociales concretas (López Simó et al., 2020; Zamorano Escalona et al., 2018).

Asimismo, la evolución del enfoque STEM hacia el enfoque STEAM —que incorpora el componente artístico y creativo (Arts)— responde a la necesidad de fomentar en los estudiantes competencias más amplias, como la creatividad, la innovación y la colaboración. Según Villafrades Torres (2018), “uno de los enfoques educativos que ha tomado mayor relevancia es el STEAM, el cual tiene como objetivo establecer conexiones entre las ciencias, matemáticas, tecnología, ingeniería y las artes para solucionar problemas en entornos reales de manera creativa y colaborativa” (p. 1).

Desde esta óptica, la educación STEAM busca que los estudiantes cuestionen, reflexionen, se apropien del conocimiento, y desarrollen juicios críticos en torno a las áreas que se articulan, promoviendo una formación integral que los prepare para afrontar los desafíos del siglo XXI.

1. El desarrollo de la metodología STEAM permite lo siguiente:
2. Comprometer a los estudiantes con preguntas o problemas de orientación científica o tecnológica.
3. Incitar la planificación y realización de indagaciones o diseños tecnológicos en el campo, aula o laboratorio.
4. Sensibilizarlos para priorizar la evidencia conseguida de los diseños experimentales, con el fin de validar o decidir una solución.
5. Fomentar el uso de las matemáticas y el pensamiento computacional (usar instrumentos de medición de las variables).
6. Formular explicaciones basadas en evidencia con coherencia explicativa y predictiva.
7. Argumentar y evaluar sus explicaciones a la luz de explicaciones alternativas.
8. Comunicar y justificar sus explicaciones.

La visión STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas, por sus siglas en inglés) representa un enfoque educativo integral que promueve la interdisciplinariedad y el pensamiento crítico. En el contexto mexicano, esta visión ha sido adoptada como una estrategia pedagógica para fortalecer la formación científica y tecnológica desde una perspectiva contextualizada y pertinente.

De acuerdo con la Visión STEAM para México, este enfoque se articula a partir de la integración de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas, cada una desempeñando un papel específico en la construcción del conocimiento. La ciencia, en este marco, implica desarrollar el interés y la comprensión del mundo natural, material y físico, así como fomentar habilidades como la colaboración, la investigación experimental, el pensamiento crítico, la exploración y el descubrimiento.

Por su parte, la ingeniería se concibe como la aplicación de conocimientos científicos y matemáticos para resolver problemas prácticos relacionados con la actividad humana. Finalmente, la tecnología se define como el producto de la aplicación del conocimiento científico para satisfacer necesidades concretas.

Este modelo educativo no solo prioriza el desarrollo de competencias técnicas en los estudiantes, sino que también promueve una formación integral orientada a la vinculación del conocimiento con la realidad contextual. De este modo, el aprendizaje se convierte en una herramienta clave para la comprensión y resolución de problemáticas sociales, ambientales y económicas, lo cual resulta fundamental para responder a las demandas contemporáneas del sistema educativo y de la sociedad en general.

Las estrategias educativas basadas en el enfoque STEAM tienen como fundamento las matemáticas, ya que estas comprenden no solo el manejo de números, sino también el desarrollo de competencias como el análisis de información, la resolución de problemas, la evaluación de riesgos y la toma de decisiones fundamentadas. No obstante, desde una perspectiva interdisciplinaria y transdisciplinaria, el enfoque STEAM promueve una educación holística, en la que se integran todas las

dimensiones del ser humano. En este marco, se valora la inclusión de disciplinas como el arte y el lenguaje como parte esencial del aprendizaje STEAM (Visión STEM para México, 2019, p. 16). Además, su carácter transdisciplinario impulsa la articulación entre instituciones educativas y otros sectores sociales como empresas, industrias, museos, centros laborales y espacios públicos, con el fin de enriquecer la formación de los estudiantes mediante actividades como mentorías, visitas y pasantías (Visión STEM para México, 2019, p. 25).

2.3 Estado del arte

En las últimas décadas, los sistemas educativos han enfrentado desafíos crecientes para potenciar aprendizajes significativos en las ciencias naturales, particularmente en Biología en educación básica secundaria. La velocidad del desarrollo científico-tecnológico, las demandas de competencias para el siglo actual y la necesidad de fomentar pensamiento crítico, creatividad y resolución de problemas han impulsado la búsqueda de modelos pedagógicos más integradores y contextualizados (Furman, 2021; Monsalve Lorente, 2023). En este panorama, la metodología STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) surge como un enfoque interdisciplinario que busca conectar el aprendizaje científico con experiencias auténticas, colaborativas y creativas, favoreciendo el desarrollo integral de los estudiantes.

Diversos estudios comprueban que la metodología STEAM puede contribuir a la mejora del aprendizaje en ciencias al promover la indagación, la experimentación, el trabajo colaborativo y la transferencia de conocimiento a situaciones reales (Botero Espinosa, 2018; Santillán Aguirre et al., 2019). En el campo específico de la enseñanza de la Biología, evidencia reciente muestra que el enfoque STEAM facilita la comprensión de procesos complejos, motiva a los estudiantes y amplía las oportunidades para vincular el conocimiento biológico con problemáticas del entorno (Enríquez et al., 2024).

Este estado del arte revisa los fundamentos teóricos del aprendizaje más relevantes para STEAM. Los antecedentes del enfoque y su evolución del aprendizaje STEAM, los antecedentes del enfoque y su evolución, las investigaciones recientes sobre su aplicación en ciencias y Biología en secundaria, así como los retos y vacíos existentes. Con la finalidad es sustentar la pertinencia de utilizar STEAM para fortalecer los aprendizajes de la Biología

en estudiantes de secundaria, además de identificar oportunidades para futuras investigaciones.

Fundamentos teóricos del aprendizaje vinculados al enfoque STEAM

La comprensión del enfoque STEAM requiere partir de teorías clásicas del aprendizaje que subrayan la importancia de la construcción activa del conocimiento. Desde la psicología cognitiva, Ausubel (1968) enfatiza que el aprendizaje significativo ocurre cuando los estudiantes pueden relacionar los nuevos contenidos con sus conocimientos previos de manera lógica y sustantiva. El enfoque STEAM favorece estas conexiones al integrar experiencias prácticas, proyectos interdisciplinarios y actividades contextualizadas que permiten anclar los contenidos científicos a situaciones tangibles.

Asimismo, la teoría constructivista de Piaget (1972) plantea que el aprendizaje ocurre mediante la interacción entre el sujeto y el entorno, proceso que implica desequilibrios cognitivos y reorganización del pensamiento. Las actividades que caracterizan la metodología STEAM —como la experimentación, el diseño de prototipos o la resolución de problemas reales— son congruentes con la idea piagetiana de aprendizaje activo, exploración y descubrimiento, cabe mencionar que este tipo de actividades se ponen en práctica siempre en la aplicación de las cinco fases de la metodología.

En el ámbito escolar, Good y Brophy (1995) destacan la importancia del clima de aula, la motivación y el papel del docente como mediador de experiencias significativas. Estos elementos resultan fundamentales para STEAM, ya que el enfoque demanda una postura docente flexible, capaz de diseñar ambientes de aprendizaje colaborativos, motivadores y desafiantes.

Desde una visión curricular, Zabalza Beraza (2012) y Palacios (1997) subrayan que el profesorado requiere competencias pedagógicas e instrumentales para transitar hacia enfoques más activos e integradores. Estas competencias son particularmente relevantes para la enseñanza con STEAM, dado que el diseño de actividades interdisciplinarias exige dominio conceptual, capacidad de planificación y manejo de tecnologías educativas (Prendes Espinosa et al., 2021).

Antecedentes y evolución del enfoque STEAM

El enfoque STEM surgió inicialmente en Estados Unidos a finales del siglo XX como respuesta a las crecientes necesidades de formación científica y tecnológica. Posteriormente, la inclusión del componente artístico dio origen a STEAM, reconociendo que la creatividad, la estética y el pensamiento divergente también son esenciales para la innovación (Sánchez, 2019).

Autores como Botero Espinosa (2018) y López et al. (2020) señalan que STEAM no solo integra disciplinas, sino que propone un cambio paradigmático en la enseñanza: pasar de la memorización a la resolución de problemas, de la clase expositiva al aprendizaje basado en proyectos y de la fragmentación del currículo a la interdisciplinariedad.

Investigaciones latinoamericanas indican que la adopción de STEAM ha sido progresiva, especialmente en contextos de innovación educativa y programas orientados al desarrollo de competencias para la sociedad del conocimiento (Santillán Aguirre et al., 2019). En Ecuador, por ejemplo, ASINC Benites y Alvarado Barzallo (2019) identifican que STEAM favorece la inclusión, la participación estudiantil y el fortalecimiento de capacidades socioemocionales.

Desde la perspectiva curricular, Monsalve Lorente (2023) argumenta que STEAM constituye un enfoque adecuado para la formación por competencias debido a su carácter aplicado y orientado a resolver problemáticas auténticas. En este sentido, la metodología implica un diseño curricular flexible, dinámico y centrado en el estudiante.

STEAM en la enseñanza de las ciencias

Diversos estudios reportan que STEAM mejora la motivación, el interés y la comprensión conceptual en asignaturas del área de ciencias naturales, especialmente en contextos donde tradicionalmente predomina una enseñanza teórica y memorística (Martínez & Stager, 2019; Kim & Chae, 2016). La evidencia también muestra que las actividades STEAM promueven la creatividad y la participación equitativa, aspectos clave para fomentar vocaciones científicas y cerrar brechas de género (García-Holgado et al., 2020; ONU Mujeres, 2020).

El uso de prototipos, experimentos y artefactos tecnológicos facilita la adquisición de habilidades científicas como la observación, la medición, la explicación y la modelación. Autores como Luis del Carmen et al. (1997) reconocen que estas habilidades son esenciales para la enseñanza de las ciencias de la naturaleza en secundaria, lo que coincide plenamente con la esencia del enfoque STEAM.

Durante la pandemia por COVID-19, García-Mejía y García-Vera (2020) mostraron que STEAM permitió mantener experiencias de aprendizaje significativo en Matemáticas, al fomentar modelos prácticos y experimentales adaptados al entorno virtual. Esto evidencia la capacidad del enfoque para adaptarse a diversos contextos educativos.

Las tecnologías digitales también han impulsado el desarrollo de ambientes STEAM más interactivos, como lo destaca la UNESCO (2021), quien enfatiza el papel de la inteligencia artificial y los recursos digitales para el diseño de actividades centradas en el estudiante.

La metodología STEAM en la enseñanza de la Biología en educación secundaria

En la literatura más reciente destaca un creciente interés por aplicar STEAM específicamente en la enseñanza de la Biología. Enríquez et al. (2024) señalan que la metodología puede facilitar la comprensión de procesos biológicos complejos, tales como la genética, la fotosíntesis o la reproducción, mediante actividades que integran experimentación, arte, tecnología y modelado.

En secundaria, la Biología enfrenta retos significativos relacionados con la abstracción de conceptos, la falta de materiales contextualizados y una predisposición negativa por parte del alumnado hacia las ciencias (Furman, 2021). En este sentido, STEAM ofrece un entorno que permite resignificar experiencias y conectar el conocimiento biológico con situaciones de la vida cotidiana.

Cuervo y Reyes (2021) evidencian que STEAM puede fortalecer procesos curriculares en ciencias mediante proyectos que promueven el aprendizaje colaborativo, la resolución de problemas reales y el pensamiento crítico. Dichas características resultan especialmente valiosas para la Biología, donde la exploración de fenómenos naturales y el análisis de evidencia científica son fundamentales.

Por otra parte, estudios como los de Kim y Chae (2016) muestran que la incorporación de elementos culturales y artísticos permite abordar la Biología desde perspectivas diversas, favoreciendo la conexión emocional y cultural del estudiante con el contenido científico.

Retos actuales, vacíos en la literatura y tendencias emergentes

Si bien existe evidencia de los beneficios de STEAM, también se identifican desafíos para su implementación efectiva. Entre los principales problemas se encuentran:

- **Limitaciones en la formación docente:** Muchos profesores carecen de competencias pedagógicas y tecnológicas para diseñar actividades interdisciplinarias complejas (Zabalza Beraza, 2012; Prendes Espinosa et al., 2021).
- **Falta de recursos materiales y tiempo escolar:** El diseño de proyectos STEAM suele requerir materiales, planificación adicional y ambientes flexibles de trabajo.
- **Modelos curriculares rígidos:** Algunos sistemas educativos dificultan la integración transversal de saberes, lo que limita el potencial de STEAM (Palacios, 1997).
- **Brecha de género en áreas científicas:** A pesar de que STEAM ha contribuido a cerrar esta brecha, aún persisten estereotipos que limitan la participación de niñas y adolescentes en ciencias (ONU Mujeres, 2020; Tsurusaki et al., 2017).

2.4 Contexto de la investigación

En México, sin embargo, aún prevalece una fuerte tendencia al tradicionalismo en el aula, donde muchos docentes continúan centrando la enseñanza en la mera transmisión verbal de contenidos, sin considerar la construcción activa del conocimiento (Williams, citado en Borco, 2004).

En el contexto latinoamericano, el enfoque STEAM ha sido adoptado de manera progresiva, pero aún enfrenta resistencias estructurales como la rigidez del currículo escolar y la falta de formación docente.

En este sentido, los docentes tienen un papel crucial como mediadores del conocimiento. Su actualización constante en tendencias y metodologías es imprescindible, especialmente en enfoques activos como el Aprendizaje Basado en Proyectos, que permite llevar a los estudiantes a niveles más profundos de comprensión (Botero Espinosa, 2018).

Capítulo III METODOLOGÍA

Se presenta la base teórica para el trabajo de investigación acerca de la mejora de los aprendizajes en Biología en educación secundaria. En el que se integra el diseño de la investigación, grupos de estudio, universo, población, muestra y muestreo, modelo cronológico de la investigación por procesos, unidad de análisis e instrumentos de investigación.

3.1 Diseño de la investigación

Tipo de investigación

La presente investigación se basa en un enfoque mixto, ya que representa un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recaba da (metainferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio (Hernández Sampieri y Mendoza, 2008).

Enfoque metodológico

El estudio es cuasi-experimental, ya que se trabajó con un grupo piloto sin asignación aleatoria, y se aplicaron instrumentos antes y después de la intervención educativa.

Grupos de estudio

Se definen como casos los participantes sobre los cuales se recopilarán datos relacionados con la mejora de los aprendizajes en Biología mediante la metodología STEAM. Los grupos de estudio estarán conformados por alumnos de primer grado de secundaria de diversas escuelas públicas en el estado de Aguascalientes, lo que permitirá considerar distintos contextos educativos y sociales que influyen en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Universo

En estadística, el **universo** se refiere al conjunto total de unidades o informantes de datos, ya sean vivos o inertes, que están relacionados con un tema específico de investigación. En términos generales, el universo abarca la totalidad de elementos o características que conforman el ámbito del estudio.

El universo está constituido por los alumnos de los 26 docentes en formación que realizan sus prácticas en diferentes secundarias públicas del estado de Aguascalientes, con la debida autorización de las autoridades educativas correspondientes.

Población

1036 estudiantes de primer grado de secundaria, en diferentes secundarias públicas del estado de Aguascalientes.

Muestra

La muestra, que es un subconjunto de la población de investigación sobre la que se recogerán los datos para el proceso cuantitativo, debe estar debidamente identificada y delimitada previamente, donde también debe ser un reflejo de la población en general.

La muestra estuvo constituida por 18 grupos de primer grado de educación secundaria pública, del estado de Aguascalientes, integrados por un total de 710 estudiantes de, los cuales 384 correspondieron al género femenino y 326 al género masculino.

3.2 Proceso del método de la investigación

Tabla 2. Matriz de diseño metodológico

Etapa	Periodo	Descripción
Investigación preliminar	Agosto de 2024	Revisión bibliográfica y documental para fundamentar teóricamente el estudio, delimitación del problema y definición de objetivos.
Introducción a la metodología STEAM y capacitación de docentes en formación	16 al 27 de Septiembre de 2024	Inducción teórica y práctica sobre la metodología STEAM, con el propósito de dotar a los docentes en formación de los conocimientos necesarios para su aplicación.
Planeación con enfoque STEAM	29 de Octubre al 7 de Noviembre de 2024	Elaboración de planeaciones didácticas bajo el enfoque STEAM, destinadas a su implementación en la segunda jornada de prácticas profesionales.
Segunda jornada de prácticas profesionales	11 al 22 de Noviembre de 2024	Aplicación de las planeaciones diseñadas en contextos reales de enseñanza aprendizaje, utilizando la metodología STEAM.

Recolección de resultados	25 de Noviembre de 2024	Obtención, sistematización y análisis de los datos generados durante la implementación, para evaluar el impacto del enfoque STEAM en el proceso educativo.

3.3 Unidad de análisis

La unidad de análisis de este estudio está conformada por **adolescentes de educación secundaria**, a quienes se les aplicó una planeación didáctica basada en la metodología STEAM. Posteriormente, se realizó un análisis del contenido trabajado y se sometieron los resultados a una exploración estadística, con el fin de evaluar el impacto de dicha metodología en sus aprendizajes.

3.4 Instrumentación

El desarrollo de las herramientas para esta investigación inició con la elaboración de un instrumento de recolección de datos a través de un formulario de Google.

Este instrumento fue aplicado a los alumnos docentes en formación, con el propósito de obtener información diagnóstica sobre sus conocimientos previos. Particularmente, se indagó si los participantes conocían el significado de las siglas STEAM y si estaban familiarizados con la metodología de trabajo asociada.

Una vez obtenidos y analizados los resultados, se concluyó que era necesario iniciar desde los conceptos básicos, ya que la mayoría de los estudiantes no contaba con conocimientos previos sobre el enfoque STEAM. A partir de este diagnóstico, se explicó detalladamente qué es STEAM, cómo se estructura y de qué manera se aplica esta metodología en contextos educativos.

Mediante una exposición realizada por la investigadora, se explicó a detalle la metodología con sus respectivas fases.

En Septiembre del 2024, se capacitó a los docentes en formación bajo el enfoque STEAM, en donde se analizaron las características de la misma como lo es la interdisciplinariedad, aprendizaje práctico, creatividad e innovación. Asimismo, se revisaron las cinco fases para su adecuada aplicación.

Se llevó a cabo un ejercicio práctico mediante la elaboración de un ejemplo de planeación, lo que permitió aclarar dudas y afianzar los conocimientos adquiridos.

Previo a la segunda jornada de prácticas profesionales, en donde ya se pondría en práctica la metodología STEAM, los docentes en formación elaboraron sus planeaciones, para así aplicarlas del 11 al 22 de Noviembre del 2024.

Capítulo IV RESULTADOS

4.1 Análisis estadístico

En el análisis de regresión realizado, se obtuvo un coeficiente de determinación

R-cuadrada = 95.9156 % lo que indica que el modelo explica la variabilidad del promedio analizado.

Al ajustar por grados de libertad, el valor de R-cuadrada (ajustada por g.l.) fue de 90.2148 % confirmando que la variable independiente contribuye significativamente a la explicación de la variabilidad.

El error estándar de estimación fue de 0.4829, valor que refleja la dispersión de los datos con respecto a la línea de regresión. Asimismo, el error absoluto medio resultó de 0.36398, lo que representa el promedio de las desviaciones absolutas entre los valores observados y los estimados por el modelo.

En cuanto al estadístico Durbin-Watson, se obtuvo un valor de 1.2513 (P=0.02954) utilizado para verificar la presencia de autocorrelación en los residuos del modelo. Finalmente, el valor obtenido fue de 0.0023, el cual es menor a 0.05, lo que permite concluir que los coeficientes del modelo son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza de 95%, validando la pertinencia estadística de los datos analizados.

4.2 Análisis de resultados

En la recolección y análisis de resultados de la aplicación de la metodología STEAM, por medio de un análisis mixto, se sometió a un análisis estadístico y se obtuvieron los siguientes resultados que se muestran en la figura 1.

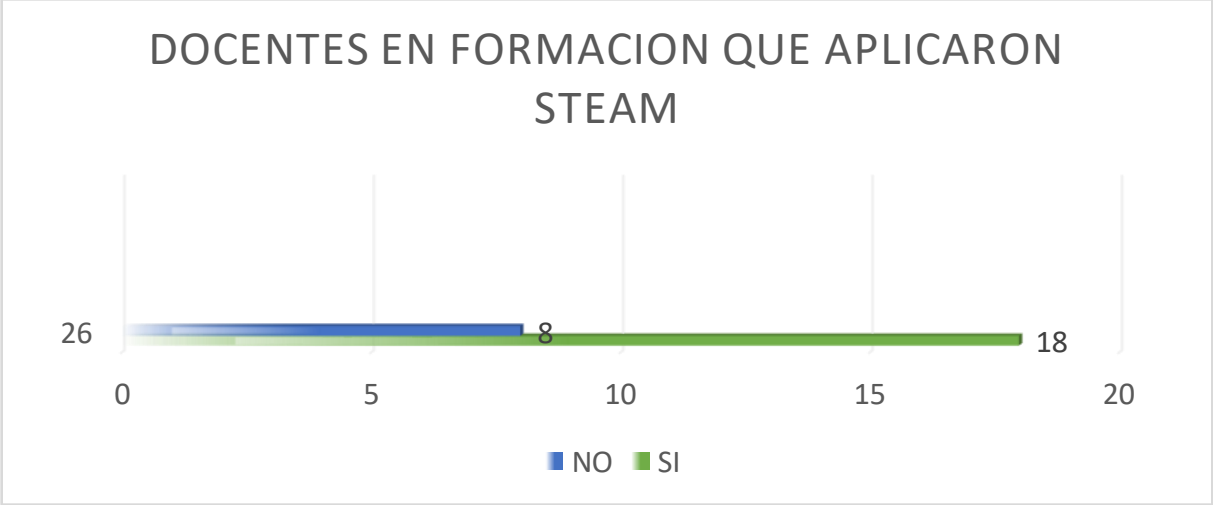

Figura 1. Resultados de los docentes en formación que aplicaron la metodología STEAM. De un total de 26 docentes en formación, la mayoría empleo dicha estrategia, el resto no, debido a que él o la docente titular de grupo no se los permitió.

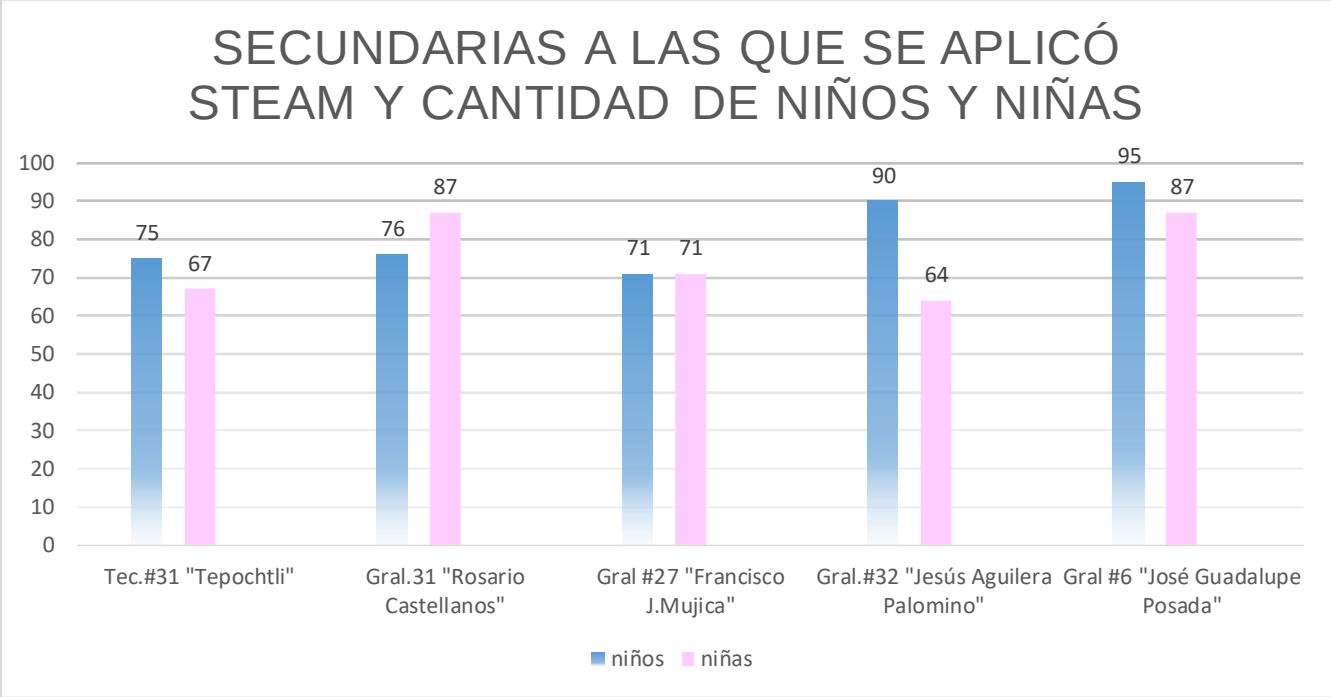

Figura 2. Secundarias y cantidad de niñas y niños en las que se aplicó la metodología.

En la siguiente figura se presenta la comparación de los promedios de calificaciones obtenidos por los estudiantes de las distintas instituciones durante la primera y segunda jornada de prácticas profesionales. En la primera jornada, las actividades se desarrollaron sin la implementación de la metodología STEAM, mientras que en la segunda jornada se incorporaron los principios de dicha metodología con un enfoque interdisciplinario orientado al aprendizaje de la Biología.

En términos generales, se observa una mejora de calificaciones durante la segunda jornada en todos los grupos. En la secundaria técnica No. 31, el promedio aumentó de 6.7 a 6.9; en la Escuela Secundaria General No. 31, de 7.2 a 7.8; en la General No. 27, de 8.4 a 8.6; en la General No. 32, de 7.5 a 7.3 (donde se aprecia una ligera disminución); y en la General No. 6, el incremento fue de 8.9 a 9.1.

Estos resultados indican una tendencia positiva en el rendimiento académico de los alumnos al aplicar la metodología STEAM, evidenciando un incremento promedio de entre 0.2 y 0.6 puntos en la mayoría de los casos.

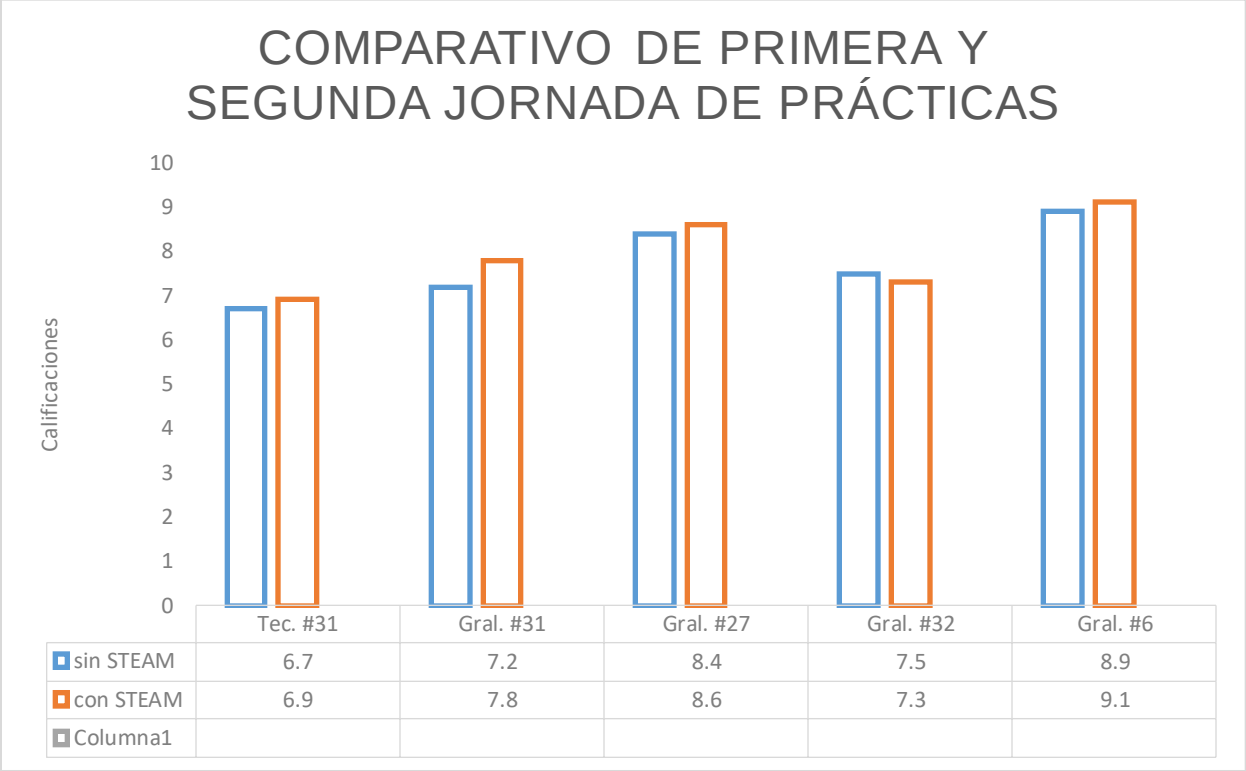

Figura 3. La gráfica comparativa entre la primera y segunda jornada de prácticas muestra una tendencia general de mejora en las calificaciones cuando se implementa la metodología STEAM.

De manera global, los promedios generales obtenidos en las dos jornadas de prácticas, antes y después de aplicar la metodología STEAM. En la primera jornada, el promedio general fue de 7.01 mientras que en la segunda jornada se observa un incremento significativo, alcanzando un promedio de 7.83

En el mes de Noviembre del 2024 se aplicó un formulario de Google a docentes en formación, con preguntas abiertas y cerradas, con el objetivo de evaluar la percepción sobre los beneficios de implementar la metodología STEAM. Donde recolecté los datos de la intervención. Se rescata la información de tendencia central de moda, lo siguiente.

La gráfica circular muestra los resultados obtenidos a partir de las respuestas más recurrentes. Un 52% de los docentes en formación destacó que uno de los principales beneficios de STEAM es la interdisciplinariedad, así como el desarrollo

de habilidades, el enfoque activo e innovador de la enseñanza. Un 30% señalo que STEAM, estimula la creatividad y el trabajo en equipo, lo que refuerza el valor de la colaboración en el proceso de aprendizaje. Finalmente un 18% consideró que esta metodología contribuye a construir conocimiento y a tener un mejor control de grupo.

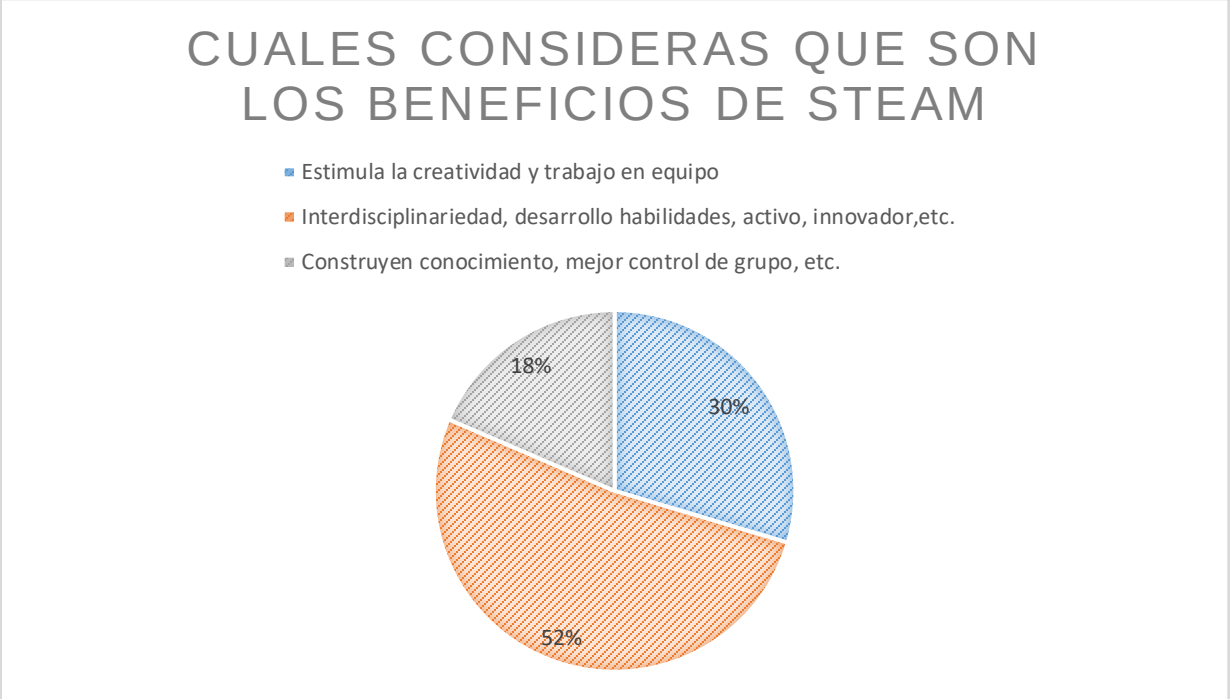

Figura 4. Percepción de los docentes en formación sobre los beneficios de la metodología STEAM.

Los comentarios adicionales emitidos por los docentes en formación reflejan una percepción mayoritariamente positiva hacia la metodología STEAM. El 67% de los participantes manifestó que esta estrategia les resultó agradable y útil, pues favorece el aprendizaje continuo y facilita la aplicación de contenidos de Biología mediante experiencias prácticas e interdisciplinarias. Estos resultados sugieren que la metodología contribuye a fortalecer la motivación y la comprensión conceptual, al permitir la integración de distintas áreas del conocimiento en contextos reales de enseñanza.

El 33% restante de los docentes en formación compartió dificultades en la aplicación o indicó no haberlo implementado. Esta percepción puede relacionarse con la falta

de práctica de la metodología o debido a que no se les permitió la aplicación de la misma.

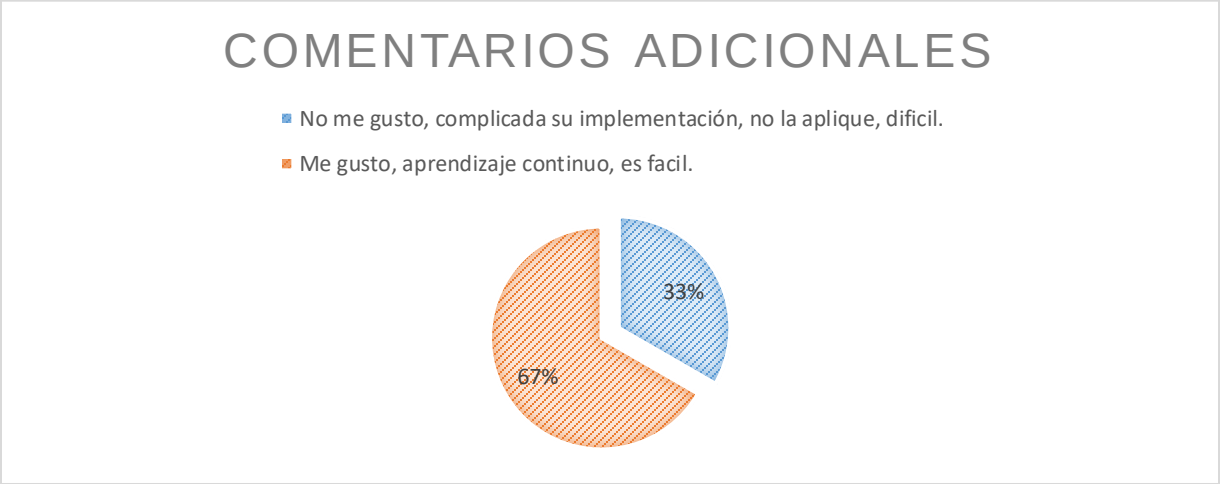

Figura 5. La gráfica muestra la distribución porcentual de comentarios docentes, en los que predomina una valoración positiva relacionada con la facilidad de aplicación y el aprendizaje continuo (67%), frente a opiniones que señalan dificultades en su implementación (33%).

3.5 Comprobación de hipótesis de trabajo

4. 2 Comprobación de hipótesis

El uso de la metodología STEAM en la planeación docente favorece la mejora del proceso enseñanza-aprendizaje en los cuatro campos formativos de la educación secundaria, acercando a los estudiantes al perfil de egreso de la fase 6.

Capítulo V CONCLUSIONES

Esta investigación tiene aportaciones prácticas y sociales, debido a que se trabajó con docentes en formación para que aprendieran a aplicar esta metodología de manera práctica y, al mismo tiempo, verla reflejada en sus planeaciones.

La práctica evidencia que la metodología STEAM posee un alto potencial formativo en la Licenciatura en Enseñanza y Aprendizaje de la Biología.

No obstante, la comprensión profunda del enfoque STEAM aún presenta áreas de oportunidad, lo cual sugiere la necesidad de fortalecer la formación teórica y metodológica en este ámbito desde el nivel básico.

Asimismo, la mejora generalizada en las calificaciones durante las jornadas de práctica con enfoque STEAM confirma su efectividad como herramienta pedagógica. Esta mejora no solo se refleja en el rendimiento académico de los estudiantes de secundaria, sino también en la percepción de los futuros docentes, quienes identifican beneficios claros como el desarrollo del pensamiento crítico, la creatividad y el trabajo colaborativo.

Implicaciones económicas y sociales

La implementación de la metodología STEAM en educación secundaria, no requiere necesariamente gran inversión económica, ya que puede trabajarse con materiales reutilizables y/o digitales que se tengan a disposición ya en las mismas secundarias.

Socialmente, el enfoque STEAM favorece a mejorar competencias como lo es el pensamiento crítico, la colaboración, creatividad, habilidades necesarias para enfrentar retos de la vida actual.

Limitaciones de la investigación

Una de las principales limitaciones fue el tiempo disponible para aplicar la propuesta metodológica, ya que sólo se trabajó durante una jornada de prácticas profesionales, lo cual restringió la observación de efectos a largo plazo.

También se enfrentaron resistencias iniciales por parte de algunos docentes titulares, quienes no estaban familiarizados con la metodología STEAM o simplemente se oponían a la aplicación. Lo que pudo haber afectado la consistencia en la aplicación de las estrategias propuestas.

Futuras líneas de investigación

- Ampliar la aplicación de la metodología a otras asignaturas del área de Ciencias, como química, matemáticas y de esta manera valorar el impacto en el desarrollo del pensamiento científico desde un enfoque interdisciplinario.
- Explorar el uso de la metodología STEAM en contextos rurales como lo trabajan los docentes en formación de la licenciatura en enseñanza y aprendizaje en telesecundaria. Para evaluar su efectividad en condiciones con recursos limitados y su potencial para reducir brechas educativas.
- Investigar el grado de preparación y percepción de los docentes frente a grupo, respecto al enfoque STEAM, así como las necesidades de formación continua para una implementación efectiva en educación secundaria.

Capítulo VI BIBLIOGRAFIA

Amaya, L. R. (s.f.). *Un libro sin recetas, para la maestra y el maestro. Fase 3*. Dirección General de Materiales Educativos de la Secretaría de Educación Pública.

ASINC Benites, E., & Alvarado Barzallo, S. (2019). *STEAM como enfoque interdisciplinario e inclusivo para desarrollar las potencialidades y competencias actuales*. https://doi.org/10.37611/IB0ol01-12

Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. Holt, Rinehart and Winston.

Botero Espinosa, J. (2018). *Educación STEM: Introducción a una nueva forma de enseñar y aprender*. STEM Educación Colombia.

Cuervo, D. A. C., & Reyes, R. A. G. (2021). Aporte de la metodología Steam en los procesos curriculares. *Revista Boletín Redipe, 10*(8), 279–302.

Enríquez, D. R., Astudillo, J. G. R., Yunga, Y. S. L., & Ayabaca, M. R. P. (2024). La metodología STEAM en la enseñanza de Biología. *Revista PUCE*(118).

Furman, M. (2021). *Enseñar distinto*. Siglo Veintiuno Editores.

García-Holgado, A., Zamora, J. A., & García-Peñalvo, F. J. (2020). Inclusión de la mujer en estudios STEM mediante una aplicación móvil orientada a la motivación. *Education in the Knowledge Society (EKS), 21*, 1–10. https://doi.org/10.14201/eks.20707

García-Mejía, R., & García-Vera, C. (2020). Metodología STEAM y su uso en Matemáticas para estudiantes de bachillerato en tiempos de pandemia Covid-19. *Dominio de la Ciencia*. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7491407

Good, T. L., & Brophy, J. E. (1995). *Contemporary educational psychology* (5th ed.). Longman.

Guimeráns Sánchez, M. P., Alonso Ferreiro, A., Zabalza Cerdeiriña, M. A., & Monreal Guerrero, I. M. (2024). E-textiles para la educación STEAM en educación

primaria: una revisión sistemática. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*.

Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2008). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill.

Inteligencia artificial y educación: Guía para las personas a cargo de formular políticas. (2021). *UNESCO Publishing*.

Kim, H., & Chae, D. (2016). The development and application of a STEAM program based on traditional Korean culture. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 12*(7), 1925–1936. https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1539a

López, M., Córdoba, C., & Soto, J. (2020). Educación STEM/STEAM: Modelos de implementación, estrategias didácticas y ambientes de aprendizaje que potencian las habilidades para el siglo XXI. *Latin American Journal of Science Education*. https://www.researchgate.net/publication/341909377

Luis del Carmen, M. J. C., Furió, C., Gómez Crespo, M. Á., Jiménez, M. P., Jorba, J., Oñorbe, A., Pedrinaci, E., Pozo, J. I., Sanmartí, N., & Vilches, A. (1997). *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria* (2a ed., Vol. 1). Horsori.

Martínez, S. L., & Stager, G. (2019). *Inventar para aprender*. Editores Argentina.

Monsalve Lorente, L. (2023). *Investigación y diseño del currículo por competencias: El enfoque STEM. Aprendizaje por competencias*. Ediciones Octaedro.

Moronta Díaz, S. (2024). Competencias esenciales para implementar STEAM en secundaria: una revisión sistemática de la literatura. *Revista Multidisciplinaria Voces de América*. https://remuvac.com/index.php/home/article/view/87

ONU Mujeres. (2020). *Las mujeres en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas en América Latina y el Caribe*. Autor del estudio Alessandro Bello.

Palacios, J. (1997). *El maestro en México: Contexto, historia y paradigmas educativos*. GRIN Verlag.

Piaget, J. (1972). *Psychology and pedagogy*. Viking Press.

Prendes Espinosa, M. P., Solano Fernández, I. M., & Sánchez Vera, M. d. M. (2021). *Tecnologías y pedagogía para la enseñanza STEM*. Ediciones Pirámide.

Sánchez, E. (2019). La educación STEAM y la cultura Maker. *Padres y Maestros, 379*, 45–51. https://doi.org/10.14422/pym.i379.y2019.008

Santillán Aguirre, J., Cadena Vaca, V. del C., & Cadena Vaca, M. (2019). Educación Steam: Entrada a la sociedad del conocimiento. *Ciencia Digital, 3*(3.4), 212–227. https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i3.4.847

STEAM Education: Theory and Practice. (2019). Springer International Publishing.

Tsurusaki, B., Tzou, C., Conner, L., & Guthrie, M. (2017). 5th–7th grade girls' conceptions of creativity: Implications for STEAM education. *Creative Education, 8*(2), 255–271. https://doi.org/10.4236/ce.2017.82020

Zabalza Beraza, M. Á. (2012). Las competencias en la formación del profesorado: De la teoría a las propuestas prácticas. *Tendencias Pedagógicas*(20), 5–32.