

EDUCACIÓN 4.0 Y COMPETENCIAS STEAM:

nuevas estrategias para la enseñanza del futuro



ARAGELLY FERNANDA NÚÑEZ-NARANJO
COMPILADORA





Educación 4.0
y competencias STEAM:
nuevas estrategias para la
enseñanza del futuro

Fecha de publicación: 25 de agosto de 2025

Autoridades

Ing. Saúl Lara Paredes, PhD – Canciller

Ing. Luis David Prieto, PhD – Rector

Ing. Janio Jadán, PhD – Vicerrector de Investigación

Ing. Aidé Naranjo, Mag. – Vicerrectora Administrativa y de Aseguramiento de la Calidad

© Compiladora: Aracelly Fernanda Núñez-Naranjo¹

¹ Centro de Investigación en Ciencias Humanas y de la Educación (CICHE), Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad Tecnológica Indoamérica, Ambato-Ecuador. fernandanunez@uti.edu.ec

ISBN: 978-9942-693-09-9

Derecho de autor N°: QUI-067892

Revisado y aprobado para su publicación por el Comité Editorial de la Universidad Tecnológica Indoamérica (Quito, Ecuador) y por los revisores Dr. José Ocaña (Ejército Ecuatoriano) y Dra. Elizabeth Morales (Universidad Técnica de Ambato).

Editor: Ing. Hugo Arias Flores, MBA

Editorial de la Universidad Tecnológica Indoamérica. Quito-Ecuador.



Queda rigurosamente prohibida la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la fotocopia y el tratamiento informático, sin autorización escrita del titular del copyright, bajo las sanciones previstas por las leyes.

Para citar este libro:

Núñez-Naranjo, A. F. (Comp.). (2025). *Educación 4.0 y competencias STEAM: nuevas estrategias para la enseñanza del futuro*. Editorial Universidad Tecnológica Indoamérica.

**Educación 4.0
y competencias STEAM:
nuevas estrategias para la
enseñanza del futuro**

Aracelly Fernanda Núñez-Naranjo

COMPILADORA



Contenido

Capítulo I

Introducción a la Educación 4.0
y las competencias STEAM:
una nueva perspectiva en el aprendizaje

Aracelly Fernanda Núñez-Naranjo.....15

Capítulo II

El aprendizaje basado en proyectos como enfoque
interdisciplinario para STEAM en Educación 4.0

*Aracelly Núñez-Naranjo, Nataly Cayambe-Lombeida,
Katia Torres-Murrillo, Sidia Cuadrado-Cueva*57

Capítulo III

El papel de la robótica educativa en el desarrollo
de habilidades STEAM

*Aracelly Núñez-Naranjo, Karen Amores-López,
Pola Laguna-Recalde, Nuvia Vargas-Santi,
Génesis Zabala-Cáceres*.....103

Capítulo IV

La gamificación como estrategia para integrar
las competencias STEAM en la Educación 4.0

*Aracelly Núñez-Naranjo, Melanie Peñarieta-Cisneros,
Josselyn Ramón-Bosmediano, Diego Escobar-Bermudes137*

Capítulo V

Evaluación de competencias STEAM en un marco
de Educación 4.0: retos y oportunidades

*Aracelly Núñez-Naranjo, Erika Ambuludi-Gaona,
Fernanda Chicaiza-Balseca, Samantha Ochoa-Tenesaca,
Fernanda Santos-Peralta173*

Prólogo

En un mundo donde la tecnología y la innovación evolucionan a un ritmo vertiginoso, la educación se encuentra en un punto de inflexión decisivo. El cambio paradigmático que enfrentamos desafía los enfoques tradicionales y nos exige replantear la manera en que preparamos a las nuevas generaciones. No basta con incorporar herramientas digitales en el aula; es fundamental diseñar un modelo educativo tan dinámico y disruptivo como el entorno en el que vivimos. En este contexto, la **Educación 4.0** y las **competencias STEAM** (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) no son solo tendencias emergentes, sino imperativos esenciales para formar a ciudadanos capaces de afrontar los desafíos de un futuro que ya es presente.

Este libro, titulado *Educación 4.0 y competencias STEAM: nuevas estrategias para la enseñanza del futuro*, surge como una respuesta a este desafío. Analiza el panorama educativo actual y es una invitación a reimaginar la enseñanza desde una perspectiva transformadora. Propone un cambio vital en el rol de los estudiantes, quienes deben pasar de ser receptores pasivos a creadores activos de conocimiento. Al mismo tiempo, plantea la necesidad de convertir las aulas en ecosistemas de innovación, donde la curiosidad, la experimentación interdisciplinaria y la colaboración sean los pilares del aprendizaje.

La presente publicación es el resultado del trabajo conjunto entre Aracelly Fernanda Núñez-Naranjo, investigadora del **Centro de Investigación de Ciencias Humanas y de la Educación** (CICHE), y estudiantes de grado de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad Tecnológica Indoamérica. Como especialista en Ciencias de la Educación, lideró un proceso de co-diseño educativo, integrando experiencias del aula para construir una propuesta innovadora. Este trabajo no solo funciona como guía y orientación hacia una nueva educación, sino que también impulsa un cambio significativo en la formación académica y en el desarrollo de competencias clave para el futuro.

El **Capítulo I** introduce los fundamentos teóricos de la Educación 4.0, un paradigma educativo revolucionario que supera las limitaciones físicas y temporales al integrar tecnologías emergentes que están redefiniendo la manera en que aprendemos y enseñamos. En este contexto, la inteligencia artificial (IA), la realidad aumentada (RA), la realidad virtual (RV), el Big Data (Datos Masivos) y el Internet de las Cosas (IoT) están transformando los procesos educativos. Más allá de analizar su impacto en la enseñanza y el aprendizaje, este capítulo plantea una pregunta crucial: ¿cómo asegurarnos de que estas herramientas optimicen el rendimiento académico e impulsen el desarrollo de habilidades clave, como el pensamiento crítico, la creatividad y la resiliencia?

El **Capítulo II** profundiza en el aprendizaje basado en proyectos (ABP), una metodología que trasciende las

disciplinas al conectar el conocimiento con la resolución de problemas del mundo real. Se analiza cómo el ABP permite al estudiantado adquirir conocimientos a la par que potencia habilidades clave, como la colaboración, la comunicación y la resolución de problemas complejos. Además, se explora su papel como una herramienta poderosa para la integración de las competencias STEAM, preparando a los estudiantes para un futuro donde la interdisciplinariedad será fundamental. A través de este enfoque, se fomenta el desarrollo de conocimientos técnicos y de habilidades transversales esenciales, como la comunicación efectiva y el trabajo en equipo; son indispensables en un entorno profesional dinámico y en constante evolución.

En el **Capítulo III**, la robótica educativa emerge como un puente entre lo abstracto y lo tangible, para permitir a los alumnos experimentar con conceptos complejos de forma práctica y estimulante. Este capítulo explora no solo los beneficios de la robótica en el desarrollo de habilidades técnicas —como el pensamiento computacional—, sino también su potencial para fomentar la creatividad, el trabajo en equipo y la resiliencia emocional; estas son competencias esenciales en un mundo cada vez más automatizado y en constante evolución.

El **Capítulo IV** explora la gamificación como estrategia para integrar las competencias STEAM en la Educación 4.0. Se analiza cómo los elementos lúdicos, las mecánicas y dinámicas del juego pueden transformar el aprendizaje en una experiencia inmersiva y motivadora.

Los entornos de aprendizaje gamificados —tanto físicos, como juegos de mesa y cartas; como digitales, *escape rooms* y *breakout* educativos— aumentan el compromiso del estudiantado, pero además promueven un aprendizaje autónomo y colaborativo, preparándolos para un futuro donde la capacidad de adaptarse y aprender de manera continua será fundamental.

Finalmente, el **Capítulo V** aborda uno de los retos más significativos de la Educación 4.0: la evaluación de competencias STEAM, hoy ampliadas con el concepto de **STEAM + H** (Humanidades). Se propone un enfoque holístico que va más allá de la medición tradicional del conocimiento y se centra en la capacidad de los alumnos para aplicar lo aprendido en contextos reales, resolver problemas complejos y desarrollar habilidades que integren tanto el pensamiento crítico y creativo como la dimensión humana de la educación.

Este libro va más allá de una simple recopilación de teorías y prácticas; es una llamada a la acción. Es una invitación a educadores, directivos, responsables de políticas educativas y, especialmente, a los estudiantes, a ser protagonistas de esta transformación. A través de análisis teóricos y reflexiones críticas, busca inspirar a los lectores a repensar la educación, desafiar lo establecido y construir un futuro donde el aprendizaje sea una experiencia dinámica, inclusiva y transformadora.

La educación del futuro no debe limitarse a seguir tendencias; debe ser capaz de generarlas. Este trabajo representa un paso crucial en esa dirección: un esfuerzo

colaborativo para crear un sistema educativo que no solo prepare para el futuro, sino que empodere a sus actores para ser parte activa en su construcción.

Ing. Janio Jadán Guerrero, PhD



Capítulo I

Introducción a la Educación 4.0 y las competencias STEAM: una nueva perspectiva en el aprendizaje

Aracelly Fernanda Núñez-Naranjo¹

¹ Centro de Investigación en Ciencias Humanas y de la Educación (CICHE), Universidad Tecnológica Indoamérica. Ambato 180103, Ecuador.

Resumen

Este capítulo analiza la transformación de los modelos educativos tradicionales a partir de la integración de la Educación 4.0 y las competencias STEAM como respuesta a los desafíos educativos del siglo XXI. Se examina cómo la digitalización, las tecnologías emergentes y la Cuarta Revolución Industrial exigen una profunda reconfiguración de los enfoques pedagógicos, destacando el papel de metodologías activas, el aprendizaje basado en proyectos y la interdisciplinariedad como pilares clave de un nuevo paradigma educativo. A través de una revisión cualitativa de marcos teóricos, experiencias institucionales y tendencias globales, se evidencia que la implementación progresiva de herramientas digitales, junto con el desarrollo de competencias técnicas y transversales, permite potenciar habilidades fundamentales como el pensamiento crítico, la creatividad, la colaboración y la competencia digital. Asimismo, se analiza la necesidad de formar a docentes y estudiantes para desenvolverse eficazmente en entornos altamente tecnológicos, con capacidad de adaptación y aprendizaje continuo. Se concluye que la Educación 4.0 no es simplemente una innovación deseable, sino una necesidad estratégica que debe guiar la transformación educativa a nivel curricular, metodológico y estructural. Las competencias STEAM, por su parte, se consolidan como un marco referencial para el desarrollo integral de los estudiantes, al articular el conocimiento científico, técnico y humanístico con la realidad social y productiva, y promover una educación orientada a la solución de problemas reales en contextos complejos y cambiantes.

Palabras clave: Educación 4.0, metodologías activas, STEAM, transformación educativa

Introducción

Vivimos en una era marcada por una transformación constante, donde los cambios sociales y tecnológicos redefinen de forma acelerada nuestro entorno. Esta dinámica impone nuevos retos y oportunidades a los sistemas educativos, generando la necesidad de reconfigurar profundamente sus fundamentos. En este contexto, surge el concepto de Educación 4.0, entendido como un enfoque que se desarrolla en y con el entorno tecnológico, y que se caracteriza por desafiar los límites tradicionales de espacio y tiempo en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Este paradigma no solo implica el uso de herramientas digitales, sino una integración sistémica de tecnologías emergentes en las prácticas pedagógicas, con el objetivo de formar ciudadanos preparados para desenvolverse en escenarios complejos, interconectados y altamente digitalizados.

La formación del estudiantado en ambientes de aprendizaje interdisciplinarios ha demostrado ser un factor determinante en la estimulación de la creatividad, el pensamiento crítico y el compromiso con el propio aprendizaje. Este tipo de formación propicia procesos reflexivos y generativos, en los que los estudiantes no solo reciben información, sino que la cuestionan, transforman y aplican de forma activa. Por tanto, es crucial fomentar la

implementación de proyectos y actividades que articulen diversas áreas del conocimiento, permitiendo el desarrollo de competencias integrales alineadas con las demandas del mercado laboral actual y con las habilidades requeridas en la denominada Sociedad del Conocimiento.

La evolución industrial contemporánea, conocida como Industria 4.0, ha originado una transformación estructural que trasciende lo económico y permea todos los ámbitos sociales. Esta revolución ha dado lugar a la Sociedad 4.0, caracterizada por la incorporación de tecnologías inteligentes que optimizan la gestión de la información, automatizan procesos productivos y redefinen tanto los perfiles profesionales requeridos como las expectativas de los consumidores. Este nuevo entorno socio-tecnológico exige una redefinición de los modelos educativos, donde el desarrollo de competencias transversales y adaptativas se convierte en una prioridad estratégica.

En este marco, las competencias STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) emergen como ejes fundamentales para una educación interdisciplinaria y multidisciplinaria, capaz de responder a la complejidad del contexto actual. Estas permiten afrontar los desafíos tecnológicos del presente y del futuro y promueven la innovación, la creatividad y la capacidad de adaptación al cambio. La incorporación de STEAM en los procesos educativos implica repensar profundamente el rol del docente, quien debe dejar de ser un mero transmisor de conocimiento para convertirse en un mediador, facilitador y diseñador de experiencias de aprendizaje significativo.

El sistema educativo ha atravesado una transformación progresiva, dejando atrás la visión unidireccional de la enseñanza basada en la exposición oral del docente y en la memorización de contenidos, para dar paso a metodologías centradas en el estudiante como protagonista de su propio aprendizaje. En lugar de ser un receptor pasivo de datos, el alumno es ahora un agente activo que construye conocimiento mediante la experimentación, la interacción y la resolución de problemas del mundo real. Esta evolución pedagógica ha sido catalizada por el avance de la informática y la electrónica, que han permitido dotar a múltiples objetos, entornos y recursos de inteligencia, facilitando así nuevas formas de enseñanza más inclusivas, personalizadas y eficaces, mediadas por las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC).

En consecuencia, este nuevo entorno formativo orientado por la Educación 4.0 contribuye al fortalecimiento de las denominadas habilidades del siglo XXI, tales como el pensamiento crítico, la colaboración, la comunicación efectiva, la creatividad, la alfabetización digital y la resolución de problemas complejos. Estas habilidades, que se alinean con las exigencias del tejido productivo contemporáneo, encuentran un marco ideal para su desarrollo en el enfoque STEAM, que articula conocimientos técnicos, científicos y humanísticos con un enfoque práctico, contextualizado e innovador.

1. Fundamentos de la Educación 4.0

La Cuarta Revolución Industrial, destacada entre los recientes procesos de transformación tecnológica, ha generado un cambio estructural en todos los ámbitos de la sociedad contemporánea. Esta revolución no solo redefine los modelos productivos, sino que exige una reconfiguración integral de los sistemas educativos y formativos para responder a los desafíos de un entorno cada vez más digital, automatizado e interconectado. Esta revolución, en particular, trae consigo un impacto notable en el ámbito laboral y, por lo tanto, provoca transformaciones sustanciales que requieren ser asumidas, comprendidas de manera integral y adaptadas por los sistemas de formación y educativos en su totalidad (González y Valencia, 2022). Es esencial que los programas educativos evolucionen y se ajusten proactivamente a las nuevas y emergentes necesidades del mercado laboral, que se encuentra en un constante y acelerado cambio. Aprovechar estas oportunidades de aprendizaje y desarrollo se vuelve crucial para preparar a las futuras generaciones ante los desafíos que están por venir.

La Revolución Industrial 4.0 implica, de manera similar a las revoluciones previas, un impacto significativo en la estructura y dinámica de la economía global (Becerra Sánchez, 2020). Este fenómeno está caracterizado por la rápida evolución y el desarrollo fragmentario de una serie de tecnologías complementarias que tienen el potencial de influir profundamente en las organizaciones, sus procesos

internos y las capacidades de las complejas cadenas de valor que son fundamentales en el ámbito económico actual. El avance acelerado de estas tecnologías transforma la manera en que se llevan a cabo las operaciones, mejorando la eficiencia y la productividad, mientras que también plantea nuevos desafíos y oportunidades para los actores involucrados en el mercado.

En el nuevo y revolucionario paradigma educativo y de formación, denominado Educación 4.0, se constata de manera evidente que el proceso de enseñanza y aprendizaje se ha complementado, enriquecido y, en muchas ocasiones, trastocado, por la irrupción de diversas tecnologías; estas han extendido de manera infinita las posibilidades de impartir formación y de experimentar procesos de aprendizaje más interactivo e inclusivo. La integración de estas herramientas digitales ha permitido el desarrollo de metodologías innovadoras que fomentan la participación activa del alumnado y facilitan un aprendizaje significativo y adaptado a las necesidades de cada individuo.

La Educación 4.0 representa un verdadero cambio de paradigma en el modelo tradicional de enseñanza. Este último, que ha estado fundamentado en lecciones dictadas a un grupo de estudiantes en un entorno estructurado y rígido, se transforma en un conjunto de principios arquitectónicos más flexibles. Además, se enfoca en promover un aprendizaje autónomo, donde cada alumno puede avanzar a su propio ritmo y de acuerdo con sus propias necesidades, facilitando así un proceso educativo más personalizado

y adaptado a las realidades del siglo XXI (González y Valencia, 2022). Todo ello está apoyado, nutrido y potenciado por un conjunto de tecnologías, técnicas y herramientas que han venido a aportar mayor luz y autonomía en el proceso de aprendizaje por parte tanto de estudiantes como de docentes y formadores oficiales. Es innegable que las tecnologías han venido a aportar capacidad de personalización y de flexibilidad en las maneras de aprender y acceder a los conocimientos deseados.

1.1. Definición y características

Para afrontar los nuevos retos introducidos por la digitalización en los procesos de enseñanza y aprendizaje, surgen la Educación 4.0 y las competencias STEAM. La primera se fundamenta en las tecnologías impulsoras de la Cuarta Revolución Industrial: Big Data, ciberseguridad, robótica avanzada, Internet de las Cosas, Internet de las Cosas Industrial, impresión 3D, cloud y tecnologías cognitivas, realidad aumentada, realidad virtual y computación cuántica (Becerra Sánchez, 2020). Estas permiten un acceso a los datos y habilidades mayores en menor tiempo; asimismo, incrementan la capacidad de las máquinas para analizar datos a través de algoritmos y aprender de ellos o adoptar decisiones autónomas.

El desafío actual en el ámbito de la enseñanza se centra en dotar al estudiante de todas las competencias adecuadas y necesarias para que sea capaz de actuar de manera

efectiva a lo largo de las fases implicadas en la creación y desarrollo de soluciones utilizando tecnologías 4.0. Esto incluye la habilidad para diseñar sistemas complejos y multifacéticos, así como la capacidad de analizar simulaciones detalladas que permitan prever comportamientos y anticipar posibles correcciones (Chalco López *et al.*, 2023). Además, es fundamental que el estudiante aprenda a optimizar sus diseños y gestionar los proyectos de manera adecuada, asegurando siempre que satisfagan las necesidades específicas de los usuarios y que a su vez sean viables desde un punto de vista económico. La formación debe ser integral y abarcar todos estos aspectos para preparar a los futuros profesionales.

El segundo término tiene su origen en STEM, acuñado desde el ámbito de la educación, cuenta con un paralelo muy interesante en el diseño del nuevo tejido industrial. Surge de Industria 4.0, donde las compañías están llamadas a desempeñar un papel activo y fundamental en el desarrollo del entorno industrial del futuro. En tal contexto, las universidades deben evolucionar hacia lo que se conoce como Universidad 4.0, adaptar sus currículos y metodologías de enseñanza para preparar a los estudiantes para los desafíos actuales y futuros. Adicionalmente, los trabajadores, para tener éxito en este nuevo paradigma, han de poseer conocimientos híbridos, que integren tanto habilidades técnicas como competencias digitales. Estas son consideradas esenciales para el trabajador 4.0, quien deberá adaptarse constantemente a un entorno laboral en rápida transformación.

En general, todas ellas se encuentran profundamente relacionadas con las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) que se han desarrollado en las últimas décadas. Estas competencias son, precisamente, aquellas que en muchos casos se interrelacionan y se complementan en cada uno de los apartados que se manejan. Es especialmente cierto en el caso de las herramientas de software, que juegan un papel fundamental, y son las que constituyen el núcleo vital de la Enseñanza 4.0. Dentro de este marco, está la competencia en alfabetización digital, la competencia en el manejo y análisis de información, la competencia en tecnologías de la información y la comunicación, así como la competencia en información medioambiental (Vidal, 2020). También se consideran relevantes las TIC aplicadas a la educación, sin olvidar la competencia digital del o la profesional docente, quien debe estar debidamente capacitado para enfrentar los retos que presenta la educación contemporánea y el uso adecuado de estas tecnologías avanzadas.

1.2 Tecnologías emergentes en educación

Las tecnologías digitales como las tabletas, los smartphones y otros dispositivos, así como la conexión permanente a la red a través de ellos o de otros dispositivos han multiplicado las oportunidades de acceder a fuentes de información diversa, interactiva y presentadas varias maneras. Las tecnologías se han convertido en soportes de instalaciones y de servicios inteligentes que crean situaciones, contextos

y posibilidades facilitadoras para la comunicación entre las personas (Chalco López *et al.*, 2023). Surgen cada vez más productos y distribuciones destinadas a personas de edades y situaciones de aprendizaje muy diversas.

Se pueden destacar como mercados de uso y de generación de tecnologías en el ámbito educativo (mercados educativos); han evolucionado y se han transformado con el paso del tiempo. La llegada al mercado de nuevos dispositivos de comunicación, que en apariencia no estaban destinados a este mismo sector educativo, ha generado un impacto significativo. Además, el creciente interés de las personas, que parte de necesidades puntuales e individuales, por contar con aplicaciones que les ayuden a organizar su vida diaria o a mejorar en determinados aspectos de su aprendizaje, ha fomentado la creación de soluciones innovadoras y personalizadas que responden a estas demandas.

En este contexto, por un lado, cada vez surgen más mercados de apps educativas para dichos dispositivos. Por otro, el mundo de las plataformas de distribución de contenidos digitales se ha empezado a especializar en contenido educativo o formativo de tipologías de destinatarios. Así, el creciente interés por nuevas tecnologías y metodologías, especialmente centradas en muchas de las metodologías activas, ha aumentado la cantidad y calidad de recursos digitales para dichos instrumentos.

Aparece entonces la gamificación, en la que las tipologías o sistemas llevan analíticas de usuario que sirven para

la retroalimentación del sistema (Núñez-Naranjo *et al.*, 2024). Dichas analíticas se relacionan con las técnicas de aprendizaje automático y vislumbran las diferencias entre observaciones interiores a la plataforma y herramientas de seguimiento mucho más externas. Se dispone de estadísticas en tiempo real de su utilización para ayudar a los docentes en sus planes de intervención. El análisis de trayectorias ya olvidadas de los estudiantes o el establecimiento de categorías de seguimiento son algunas de las novedades. Adicionalmente, el incremento de sistemas de insignias que permiten valorar la participación o el logro está introduciendo mecanismos de recomendación y valoración de los itinerarios o calificaciones obtenidas.

2. Competencias STEAM

STEAM es un acrónimo que hace referencia a las áreas de conocimiento relacionadas con la ciencia, la técnica, las matemáticas, el arte y la tecnología. La apuesta por una educación basada en la adquisición de competencias hace que estas formen el acrónimo y se fomentan por ser consideradas competencias de la sociedad del conocimiento (Liston *et al.*, 2022). Esto implica que las competencias en ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas sean esenciales para preparar a los estudiantes para los desafíos del siglo XXI; son relevantes en el ámbito académico y cruciales en el entorno. La interconexión entre la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas

se presentan como un fenómeno multidimensional que trasciende las barreras disciplinares, constituyendo un eje fundamental en el desarrollo del conocimiento contemporáneo. La ciencia se erige como el pilar que permite desentrañar los secretos del universo, proporcionando las herramientas necesarias para la comprensión de los fenómenos que rigen nuestra existencia. En este contexto, la tecnología surge como la manifestación práctica de los principios científicos, convirtiendo teorías abstractas en soluciones concretas que impactan la vida cotidiana. Las matemáticas, en su papel de lenguaje universal, facilitan la construcción de modelos tanto en el ámbito natural como en el artificial, permitiendo la representación y análisis de realidades complejas. Este entramado no solo refleja la importancia de cada disciplina individualmente, sino que resalta la sinergia que se produce al integrarlas, formando un ecosistema del saber que impulsa la innovación y el progreso en nuestra sociedad.

La ingeniería se erige como un campo donde el diseño y la innovación se entrelazan; se manifiesta como un arte que da vida a ideas, materiales y sensaciones que, a su vez, se transforman en fuentes de inspiración inagotables. En este sentido, se postula que la convergencia de estas disciplinas promueve una competencia profesional integral, capaz de discernir, evaluar y articular en contextos reales de práctica las más óptimas oportunidades que surgen del entorno, con especial énfasis en aquellos factores socioeconómicos y tecnológicos que sustentan la realidad del ámbito en cuestión (Martín *et al.*, 2019).

La capacidad de los ingenieros para abordar problemas complejos, desde una perspectiva interdisciplinaria, resulta crucial en un mundo en constante evolución, donde la adaptabilidad y la innovación son esenciales para el progreso. Así, se establece la ingeniería no solo como una profesión, sino como un compromiso con la mejora continua y el desarrollo sustentable de la sociedad contemporánea.

En las competencias STEAM, todas y cada una de las siglas son realmente relevantes y la multidireccionalidad de las letras que conforman el acrónimo es evidente, pero todas ellas derivan de una misma palabra clave y de unos objetivos comunes que son fundamentales: potenciar de manera significativa la formación competencial de todos los alumnos. Así, el estudiantado está desarrollándose para ser profesionales ágiles, innovadores, colaborativos y emprendedores. Estos estudiantes están equipados con una sólida orientación hacia el pensamiento científico-tecnológico, buscando huir de las metodologías tradicionales y obsoletas, y están siendo preparados para trabajar de forma eficaz con herramientas y soportes educativos actuales y relevantes en el contexto contemporáneo. Así, se busca construir un futuro donde la educación esté alineada con las demandas del mundo moderno y en constante cambio.

2.1. Significado y componentes de STEAM

La noción de competencia STEAM se revela como un constructo esencial que articula la interacción de cuatro

elementos fundamentales: *ciencia, tecnología, matemáticas e ingeniería*. Estos términos, lejos de ser meramente académicos, se configuran como instrumentos decisivos en la resolución de problemáticas que emergen tanto en el ámbito natural como en el contexto de la intervención humana (Santillán Aguirre *et al.*, 2019). De esta forma, se busca comprender la interrelación entre dichas disciplinas y resaltar su relevancia en la construcción de soluciones efectivas frente a desafíos contemporáneos.

La integración de estos campos propicia un marco de referencia que permite abordar situaciones complejas, fomentando un pensamiento crítico y analítico que es indispensable en la era actual. Así, la competencia STEAM se erige como un pilar en la formación de individuos capaces de navegar y transformar su entorno, estableciendo un vínculo significativo entre el conocimiento teórico y su aplicación práctica.

Una educación relacionada con el desarrollo de competencias STEAM es esencial para preparar a los estudiantes para enfrentar los desafíos del futuro. Las disciplinas de ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas promueven un enfoque interdisciplinario que fomenta la creatividad, el pensamiento crítico y la resolución de problemas. Son fundamentales en un mundo donde la innovación y la adaptabilidad son clave para el éxito profesional. Además, permitiría un proceso de transmisión socio-cultural, provocando la generación de hábitos intelectuales como observación, clasificación, medición y relación en el

estudiante a partir del contacto directo con la naturaleza de forma activa; de esta forma, se favorece la motivación del alumno con las actividades STEAM, creándole una necesidad real que le llevará a cuestionarse el porqué, cómo y para qué de las acciones e intentar solucionarlas con sus herramientas STEAM e inteligencia. Esto derivará en un desarrollo de las competencias que conformarán al hombre.

En el marco de STEAM, el desarrollo curricular se centra cada vez más en proyectos que integran operaciones intelectuales de orden superior, centradas en la resolución de problemas complejos y contextualizados. Este enfoque responde a los desafíos contemporáneos y revitaliza los principios pedagógicos planteados desde finales del siglo XX, que hoy recobran vigencia bajo nuevas lógicas educativas.

Como consecuencia, se configura un perfil de egreso más amplio y exigente, orientado al desarrollo de diversos tipos de competencias: personales (como la autonomía y la resiliencia), genéricas (como la comunicación y la gestión del tiempo), específicas o técnicas (propias de cada área STEAM) y profesionales (como el liderazgo, la toma de decisiones, la ética laboral y la adaptación a contextos laborales interdisciplinarios).

Así, la formación en ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas abre una puerta para que el estudiante se relacione de manera activa, crítica y transformadora con el entorno que le rodea como protagonista de soluciones concretas en contextos reales.

2.2. Importancia de STEAM en el contexto educativo

La educación en el siglo XXI se erige como un fenómeno complejo, inmerso en un mar de transformaciones impulsadas por la tecnología y la información. El concepto de Educación 4.0 emerge como una respuesta imperativa a un entorno que demanda adaptabilidad y proactividad tanto de los educadores como de los estudiantes (Ramírez Montoya *et al.*, 2022). En esta nueva realidad, es evidente que la mera transmisión de conocimientos es insuficiente; se requiere un enfoque que fomente la creatividad, la colaboración y el pensamiento crítico.

Las instituciones educativas que no logren alinearse con estas dinámicas contemporáneas se verán abocadas a un estancamiento inevitable, serán incapaces de preparar a sus alumnos para los desafíos del futuro. Por ello, debe ser concebido como un proceso activo y dinámico, donde el estudiante se convierte en el protagonista de su propio aprendizaje, desdibujando las fronteras de la educación tradicional. En este sentido, la propuesta se orienta hacia un aprendizaje 4.0, donde la interacción, la experimentación y la innovación son pilares fundamentales que enriquecen la experiencia formativa.

Todas estas competencias educativas colaboran de manera significativa en el desarrollo profesional de los alumnos, aportan datos y argumentos que les permiten reformular sus ideas, toman decisiones y desarrollan la capacidad de pensamiento autónomo y crítico. También,

la idoneidad para asumir que ciertos conocimientos y actuaciones (valores, procedimientos, conceptualizaciones) son importantes a nivel social y cultural (Angulo-Mina *et al.*, 2025). Esta idea, que ha sido desarrollada a lo largo del siglo XX y que fue cardinalmente impulsada por los planteamientos innovadores de Dewey (1944), ya representaba una verdadera revolución de valores en relación con el contenido y la metodología que se había planteado hasta el momento en los modelos pedagógicos educativos existentes. Sin embargo, en pleno siglo XXI, la reflexión sobre esta temática sigue abierta a nuevas posibilidades y enfoques, debido a que los cambios vertiginosos en el marco ideológico, económico, social y tecnológico generan un nuevo conjunto de desafíos y oportunidades que requieren una atención especial. Estos cambios han llevado a la necesidad de repensar y rediseñar las prácticas educativas para que se ajusten a las demandas de una sociedad en constante evolución.

3. Integración de la Educación 4.0 y las competencias STEAM

La interrelación y el ecosistema de la Educación 4.0 junto con las competencias STEAM han marcado significativamente los discursos actuales y todos los ámbitos relevantes y sensibles a la educación en nuestra sociedad. Existen claras evidencias académicas, estadísticas, sociológicas, económicas, empresariales y políticas al respecto; lo cual es fundamental para entender el contexto actual, aunque no se

excluyen otros posibles ámbitos influyentes colaterales que podrían tener un impacto.

La Educación 4.0 se refiere a aquella que está capacitada para dar respuesta a las crecientes necesidades generadas por la Cuarta Revolución Industrial, las cuales son fruto de las nuevas tecnologías y su integración en diversos sectores (Shaikh, 2019). Esta forma de educación está especialmente enfocada en la mejora de la empleabilidad de los individuos, en un nuevo y cambiante contexto político, económico y social que se origina a partir del impacto de dichos cambios, que requieren de un enfoque renovado en el aprendizaje y la formación.

Las competencias STEAM, por su parte, que están relacionadas con la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas, son hoy en día consideradas la piedra angular para los estudiantes del siglo XXI en el marco de una nueva revolución educativa y para construir un futuro próspero, el cual se caracteriza por el continuo cambio, así como por la incertidumbre que genera la rápida evolución del conocimiento y de las herramientas a nuestra disposición (Espinosa Cevallos, 2024). Este campo de competencias encaja perfectamente con la curiosidad innata de la infancia en estos mencionados campos científicos y tecnológicos y representa una necesidad urgente en la educación actual.

Las competencias STEAM, al ser incorporadas en el modelo educativo contemporáneo, generan un impacto profundo en la forma en que los estudiantes abordan el aprendizaje. Este enfoque estimula la búsqueda de soluciones

creativas y la formulación de respuestas innovadoras ante los desafíos planteados por el docente. No se espera que el estudiante construya conocimiento de forma completamente autónoma, sino que, a partir de problemas y situaciones diseñadas estratégicamente por el profesorado, sea capaz de identificar, desarrollar y aplicar respuestas pertinentes y bien fundamentadas. En este contexto, resulta esencial y al mismo tiempo enriquecedor preparar al estudiantado para una inserción activa y efectiva en un entorno tecnológico y digital en constante evolución, donde el conocimiento se transforma a gran velocidad. Por ello, este capítulo se estructura considerando tanto la estrecha vinculación entre la Educación 4.0 y las competencias STEAM como las múltiples oportunidades que ofrece este paradigma para repensar la educación, posicionando al estudiante como protagonista de su propio proceso de aprendizaje en escenarios dinámicos y cambiantes.

3.1. Estrategias y métodos de enseñanza innovadores

Los *métodos de enseñanza activa* comprenden una amplia gama de técnicas y estrategias centradas en la participación directa y significativa de los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Estas metodologías han cobrado protagonismo en la educación contemporánea como respuesta a las limitaciones de los enfoques tradicionales, que suelen privilegiar la transmisión unidireccional del conocimiento (de-la-Peña y Chaves-Yuste, 2024). Desde

la perspectiva STEAM, estos métodos son especialmente relevantes, ya que promueven el desarrollo de habilidades cognitivas de orden superior, como el análisis, la síntesis, la evaluación crítica y la resolución de problemas, competencias fundamentales en áreas como la ciencia, la ingeniería o las matemáticas.

En el enfoque STEAM, no basta con memorizar contenidos: se busca que el estudiante aplique los saberes de forma integrada, creativa y contextualizada. En este sentido, las metodologías activas facilitan una implicación funcional del estudiante en su aprendizaje, permitiendo que experimente, explore, proponga soluciones y tome decisiones. Esto mejora la comprensión conceptual y potencia competencias transversales como la autonomía, la motivación intrínseca, la comunicación efectiva y el pensamiento crítico, todas ellas esenciales para desenvolverse en entornos de innovación tecnológica y científica.

Por su parte, los *métodos de enseñanza cooperativa* se alinean perfectamente con las competencias STEAM, al fomentar entornos colaborativos donde los estudiantes trabajan en conjunto para resolver desafíos reales. Este tipo de aprendizaje intencional y sistematizado, basado en la interacción entre pares, permite el desarrollo de habilidades clave como el liderazgo, el trabajo en equipo, la empatía, la toma de decisiones conjunta y la responsabilidad compartida (Wang, 2016). Estas son precisamente las capacidades requeridas en proyectos interdisciplinarios que caracterizan el enfoque STEAM, donde la integración de distintas

áreas del conocimiento exige una fuerte colaboración entre los participantes.

Además, el aprendizaje cooperativo refuerza la comprensión profunda de los contenidos al transformar al estudiante en sujeto activo de la enseñanza, capaz de construir significados a partir del diálogo, el contraste de ideas y la enseñanza entre iguales. Al crear un ambiente positivo y colaborativo, se estimula la creatividad y se fortalece la resiliencia frente a los errores, componentes clave para la innovación en disciplinas STEAM. En conjunto, estas estrategias metodológicas no solo enriquecen el proceso educativo, sino que configuran escenarios de aprendizaje significativos que preparan a los estudiantes para actuar con eficacia y ética en contextos reales, dinámicos y altamente tecnologizados.

3.2. Herramientas tecnológicas para la implementación del enfoque STEAM

En el contexto de la Educación 4.0, las herramientas tecnológicas no solo cumplen una función instrumental, sino que se configuran como ejes articuladores del enfoque STEAM. Su implementación permite crear entornos de aprendizaje activos, personalizados e interdisciplinarios que favorecen el desarrollo de competencias clave en ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas. Estas tecnologías potencian la experimentación, la simulación, el diseño y la creatividad, elementos esenciales para trabajar proyectos integrados desde una perspectiva STEAM. De esta manera, se pro-

mueve un aprendizaje contextualizado, donde los estudiantes aplican sus conocimientos en escenarios reales o simulados, lo que fortalece tanto sus habilidades técnicas como su capacidad crítica y colaborativa.

Las herramientas tecnológicas para la implementación de la enseñanza abarcan un conjunto amplio y diverso de recursos digitales, plataformas, software y dispositivos que han sido diseñados específicamente para facilitar, enriquecer y optimizar los procesos de enseñanza-aprendizaje (Fajardo Aguilar *et al.*, 2023). Estas herramientas no solo permiten una interacción más dinámica y flexible entre docentes y estudiantes, sino que fomentan la participación activa, el aprendizaje personalizado y la colaboración entre pares.

En un marco STEAM, el uso de tecnologías como simuladores virtuales, laboratorios remotos, software de diseño, programación y modelado, así como entornos de realidad aumentada o plataformas de aprendizaje adaptativo, permite a los estudiantes experimentar con problemas complejos de forma segura, creativa y autónoma. Asimismo, el uso de dispositivos como impresoras 3D, microcontroladores (Arduino, Raspberry Pi) y robots educativos refuerza la conexión entre el conocimiento teórico y su aplicación práctica, favoreciendo un aprendizaje más profundo, motivador y significativo.

Estas tecnologías transforman los métodos de enseñanza y reconfiguran los roles tradicionales del docente y el estudiante, promoviendo una pedagogía activa, centrada en

el estudiante, y alineada con los principios de la educación del siglo XXI.

Estas herramientas presentan ciertas características como:

- 1. Interactividad:** Fomentan de manera efectiva la participación activa y comprometida de los estudiantes a través de diversas actividades, simulaciones interesantes, juegos educativos creados para el aprendizaje y otras dinámicas interactivas que estimulan el interés y la colaboración entre los alumnos.
- 2. Personalización:** Adaptan el contenido y el ritmo de aprendizaje específico a las variadas necesidades individuales de cada estudiante, gracias a avanzados sistemas de inteligencia artificial y análisis detallado de datos, optimizando así la experiencia educativa. La personalización permite que cada alumno progrese a su propio ritmo, facilitando una comprensión más profunda de los temas tratados y mejorando la efectividad del proceso de aprendizaje.
- 3. Colaboración:** Facilitan de manera efectiva el trabajo en equipo, así como una comunicación fluida y enriquecedora entre estudiantes y docentes, tanto en modalidades sincrónicas como en aquellas asincrónicas.
- 4. Evaluación continua:** Proporcionan herramientas efectivas que permiten monitorear de manera constante el progreso académico, así como ofrecer

retroalimentación inmediata y precisa, lo cual es fundamental para su desarrollo educativo.

5. **Accesibilidad:** Permiten el acceso a una amplia variedad de recursos educativos desde prácticamente cualquier lugar y momento, rompiendo así las barreras geográficas y temporales que tradicionalmente limitaban el aprendizaje. Esto posibilita que más personas puedan beneficiarse de la educación sin restricciones.

Los ejemplos más comunes de estas herramientas para la enseñanza según Campbell Rodríguez (2025), Marín y Sampedro-Rquena (2019), Núñez-Naranjo y Chancusig-Toapanta (2022) y Solano-Gutiérrez (2024) son:

- **Plataformas de gestión del aprendizaje (LMS):** Como Moodle, Google Classroom o Canva, que permiten organizar contenidos, tareas y evaluaciones
- **Herramientas de videoconferencia:** Como Zoom, Microsoft Teams o Google Meet, que facilitan la enseñanza en línea y la interacción en tiempo real.
- **Recursos multimedia:** Videos, pódcast, infografías y presentaciones interactivas que enriquecen los materiales educativos.
- **Aplicaciones educativas:** Como Kahoot!, Quizlet o Duolingo, que gamifican el aprendizaje y lo hacen más atractivo.
- **Realidad aumentada (AR) y virtual (VR):** Tecnologías inmersivas que permiten experiencias de

aprendizaje más prácticas y visuales. En AR los estudiantes pueden explorar estructuras anatómicas en 3D superpuestas sobre el entorno físico, como ocurre con Merge Cube o Human Anatomy Atlas, y en VR, plataformas como Google Expeditions o ClassVR.

- **Inteligencia artificial (IA):** Herramientas como chatbots educativos o sistemas de tutoría inteligente que ofrecen soporte personalizado.

4. Impacto de la Educación 4.0 y STEAM en el desarrollo de habilidades

El mayor reto que se ha planteado el proceso de la Industria 4.0 en la esfera de la educación actual no se encuentra, en el área de la gestión docente o en la metodología de enseñanza. El desafío está en la necesidad de adaptar el aún vigente diseño curricular de enseñanzas de diferentes niveles, al reconocimiento universitario de un aprendizaje independiente y abierto que ha emergido de la incorporación de tecnologías disruptivas. Estas permiten definir el concepto de abordaje adaptativo que hace que cada estudiante se enfoque en lo que más necesite aprender a través de experiencias educativas e inmersivas que se generan a partir de su interacción con el contenido digital del entorno de enseñanza-aprendizaje, en un escenario coherente, motivador y significativo que aumenta el valor del aprendizaje (Santillán Aguirre *et al.*, 2019).

Desde la perspectiva de los docentes, esta herramienta les permite obtener información detallada y específica sobre sus diversas acciones y estrategias de enseñanza. Gracias a este enfoque, disfrutan de respuestas inmediatas a las intervenciones que realizan en el aula, así como de una monitorización del progreso y la evolución de las competencias y habilidades que los estudiantes deben desarrollar. Esto se logra mediante la implantación de métricas fundamentales, como el tiempo dedicado a las actividades o la calidad de los procesos cognitivos empleados por los alumnos, así como las rutas de aprendizaje que cada estudiante elige seguir. Es más, favorece un seguimiento proactivo de los docentes en relación con aspectos cognitivos y ofrece una visión clara y precisa sobre cómo cada estudiante afronta diferentes ejercicios y actividades propuestas. A través de este seguimiento, se pueden obtener resultados concretos, lo que permite una valiosa orientación profesional para los docentes, los ayuda a adaptar sus métodos de enseñanza a las necesidades individuales de sus estudiantes y mejora continuamente la calidad educativa que pueden ofrecer.

Gran parte de las propiedades que se han expuesto previamente en relación con las exigencias cada vez más complejas de la Industria 4.0, así como al subsiguiente desarrollo creciente de habilidades, pueden ser aplicadas de manera efectiva tanto al paradigma STEM como al más actual y contemporáneo, que incluye el componente de las artes, conocido como STEAM (Liston *et al.*, 2022). Sin duda, muchas de las habilidades y competencias que son

demandadas por la Industria 4.0, tales como la interdisciplinariedad, la identificación y análisis de problemas complejos, la generación y modelado de hipótesis relevantes y el diseño experimental apropiado, además de la resolución abstracta de problemas y la autonomía y responsabilidad individual, son particularmente valoradas en el ámbito de la competencia del trabajo en equipo.

Estas habilidades son también características esenciales del ingeniero, personas que los observadores y expertos del campo atribuyen al desarrollo en competencias dentro del seno de la modalidad STEM. No obstante, a partir de 2010, el enfoque se ha ampliado para incluir aquellas habilidades asociadas a las humanidades dentro de la disciplina de las ciencias, la tecnología, la ingeniería, las artes y las matemáticas, o STEAM, reforzando así la importancia de una formación integral y multidisciplinaria.

4.1. Pensamiento crítico y creativo

El pensamiento crítico se basa en una serie de procesos mentales que incluyen el análisis, la evaluación, la interpretación y la toma de decisiones y aún más con el uso de herramientas STEAM. Es una manera de analizar la forma en la que sostenemos nuestras creencias. Para hacer esto, la metodología del pensamiento crítico incluye: 1) interpretar; 2) analizar; 3) evaluar; 4) explicar o inferir; y 5) autorregular (López-Sánchez *et al.*, 2024). Todos estos procesos están constituidos a partir de unas habilidades mentales que

deben ser desarrolladas, pues algunas deben ser ancladas a los proyectos de vida y a las fuentes de información. Dichas habilidades y técnicas son: la observación, la tenacidad, la objetividad, la curiosidad, la humildad, la prevención, la confianza en la razón, la perspectiva y la evaluación de la información disponible.

Respecto a la creatividad, se plantea que se encuentra en el corazón del desarrollo de las habilidades tanto intelectuales como sociales que las sociedades realmente buscan en las personas y para enfrentar los problemas mundiales en la actualidad. Ser creativo significa tener la capacidad de generar nuevas ideas, conceptos innovadores y maneras de resolver problemas de forma original y efectiva (Arboleda, 2023). Además, la creatividad facilita el uso y el desarrollo de habilidades que están relacionadas con repensar y cuestionar el mundo que nos rodea de manera crítica.

Comúnmente se dice que lo novedoso sostiene cierto grado de utilidad; si no lo tuviera, estaríamos ante algo sin propósito y esto tampoco se podría catalogar como creativo. En contraste, otros relacionan el término creatividad con la denominación de “pensamiento divergente”, el cual, desde una perspectiva psicológica, corresponde a la producción de una variada y rica gama de posibles asociaciones o ideas que surgen como respuesta a determinados conceptos o problemas. Este tipo de pensamiento es fundamental, ya que permite explorar múltiples soluciones y perspectivas, enriqueciendo así nuestro conocimiento y nuestra interpretación de la realidad.

4.2. Colaboración y comunicación: Educación 4.0 y competencias STEAM

Ahora, más que nunca, es esencial reconocer en los postulados los ámbitos socio-afectivos, las formas en que los alumnos nacidos en el siglo XXI y digitalizados desde pequeños han ido acomodando sus tiempos y espacios, empleando diferentes dispositivos para realizar tareas múltiples e incluso simultáneas. Por tanto, es pertinente la revisión de los antiguos paradigmas educativos que guardan una estrecha relación con la conducta y la forma de enseñar a las antiguas generaciones. Estas, hoy, de acuerdo con las demandas de la vida actual, han desdibujado los referentes a la organización escolar y al rol del docente.

El avance en los dispositivos digitales de comunicación ha permitido que en la vida cotidiana el individuo se vaya sumando a un mundo sin fronteras para acceder a la información; lo que lleva a una apropiación del conocimiento y al cuestionamiento frente a situaciones concretas (Haz-Gómez *et al.*, 2024). Producto del vertiginoso avance de las tecnologías y de la apertura de la información, las nuevas generaciones ya no se ven avasalladas por ella, sino que han encontrado herramientas y metodologías necesarias para que se les dé sentido dentro de su cultura y rol en la vida diaria. Es el fin de la persuasión, ya que la información, si se tiene interés, se busca.

El desarrollo de esta competencia permitirá de forma explícita y multidisciplinar aplicar metodologías de

enseñanza y de aprendizaje activas, potenciando las de aprendizaje experiencial a través de problemas. Esto permite trabajar habilidades cognitivas y de comunicación de manera multidisciplinar para llegar a una solución. La metodología trata de forzar al alumnado a trabajar en equipo para establecer las bases del nuevo modelo.

5. Retos y oportunidades en la implementación de la Educación 4.0 y STEAM

En la parte de retos sobre herramientas STEAM, lo primero que se plantea es el no disponer del profesorado, el alumnado y las instalaciones y recursos necesarios para su ejecución. Por ello, es indispensable que en las primeras etapas de implantación se ofrezca una oportunidad para el desarrollo profesional del profesorado y el reconocimiento del alumnado en las competencias de aprendizaje y regulación propias de la modalidad 4.0. Del mismo modo, el profesorado deberá actualizar e incorporar en su práctica pedagógica metodologías activas y participativas que fomenten la curiosidad del alumnado. La utilización de las TIC ayudará al alumnado en su proceso de aprendizaje y gestión de la información, facilitándole los recursos y el acceso a los datos y las herramientas en el proceso de autorregulación del aprendizaje.

En el caso de las instalaciones y de los recursos, se entiende que cada institución educativa dispondrá de lo que

tenga y se procurará, con un gasto no excesivo, mejorar y adquirir los materiales que se entiendan prioritarios para la consecución de los objetivos, que irán cambiando en función de los proyectos que se desarrollen. En el contexto del desarrollo del profesorado, otro de los retos a abordar en la Educación 4.0 es que las actividades formativas pueden plantearse diferentemente de acuerdo con las posibilidades de colaboración a través de su desarrollo en red con la participación de instituciones de formación. Adicionalmente, la modalidad educativa 4.0 plantea retos relacionados con el tipo de modelo de competencias, la medición y la evaluación conseguidas.

5.1. Barreras y obstáculos a superar

Estamos ante una nueva tendencia educativa, en la que se fomenta el aprendizaje orientado al estudiante en colaboración con docentes, para satisfacer las necesidades de la sociedad. No obstante, al igual que en todas las tendencias que han surgido a lo largo de la historia en la educación, también tiene sus posibles barreras. A las aplicaciones usuales deben sumarse otras que pueden dificultar su desarrollo y difusión y que son necesarias para un avance de la teoría en este contexto. En lo referente a la implementación de un modelo basado en competencias, existen numerosas barreras y problemas.

Uno de los principales desafíos de la implementación en la educación competencial es que los docentes no conocen

ni manejan el término ni las competencias básicas: no comprenden en qué consisten ni cómo se definen ni cómo se desarrollan. Además, existe la creencia de que el modelo basado en competencias implica la pérdida del conocimiento. Esto se debe a una confusión conceptual en la que se piensa que las competencias solo son aplicables a la formación profesional; es decir, a la aplicación del conocimiento. Un punto intermedio entre los dos anteriores estaría en el supuesto convencimiento de determinados docentes de que enseñan competencias cuando usan situaciones lúdicas o, en su aspecto negativo, cuando desarrollan actividades memorísticas.

5.2. Potencial de transformación educativa

¿Puede esta nueva realidad llamada Educación 4.0, las competencias STEAM y los nuevos materiales y metodologías auspiciadas por este nuevo término de moda transformar realmente los modelos educativos actuales? Vamos a analizar las posibilidades y los retos del nuevo paradigma educativo con el que ya hemos empezado a soñar. Los desafíos a los que se han de enfrentar los sistemas educativos actuales, concebidos en siglos pasados, son ciertamente importantes —si bien no nuevos— pero, por una vez, la visión del futuro que podemos soñar supera la mera reorganización de los mismos factores que conforman la realidad educativa a través de reformas y cambios cosméticos.

Un conocimiento interdisciplinar en todas las fases educativas posibilita una mayor adaptación y generación de

aplicaciones prácticas e impactantes de la materia que se esté tratando; en el plano de las universidades, se pretende si bien no formar profesionales con conocimientos expertos en todas las materias que componen la Industria 4.0, sí instruir de manera amplia y adecuada conocimientos transversales y adaptables a un entorno y tecnologías cambiantes. Sin embargo, en educación primaria y secundaria, los alumnos de hoy en día, jóvenes nativos digitales, tienen la necesidad de encontrar en la escuela un espacio de creación y manipulación de materias directa y satisfactoriamente aplicables a su realidad. La secuenciación pedagógica de las materias STEAM que se tratarán desde terapias de aprendizaje será acumulativa y progresiva en cuanto a diseño, naturaleza, envergadura, curiosidad y complejidad.

6. Futuro de la Educación 4.0 y las competencias STEAM

Actualmente, la sociedad se encuentra en una fase de transición hacia un nuevo modelo educativo 4.0 y cambio socioeconómico; esto ha tenido un fuerte impacto en casi todos los sectores de la sociedad y, en consecuencia, en la organización escolar. A partir de ahora, se encontrarán (de manera independiente) los contenidos de las áreas curriculares y las competencias STEAM en materia de Ciencia, Matemática, Tecnología, Ingeniería y Artística. A partir de ahora, los centros deberán organizar un programa de actividades como un plan educativo que desarrolle las compe-

tencias STEAM y fomente su profundización y utilización curricular con carácter transversal al resto de actividades del aula y del contexto.

A modo de conclusión, diremos que se espera que el futuro diseño y puesta en funcionamiento de sistemas educativos de índole 4.0 y competencias STEAM hacia la economía del conocimiento aportará a la sociedad ciudadanos adaptados a los nuevos entornos; serán capaces de seguir adquiriendo nuevas competencias. Para ello, presentamos de manera resumida algunas de las líneas básicas de actuación que ofrecemos para orientar, en la actualidad, las decisiones en dirección al futuro de la Educación 4.0 y las competencias STEAM.

6.1. Tendencias y proyecciones a largo plazo

En el futuro, un mundo sin trabajo no está próximo. Lo que sí está próximo es la aceleración de las transformaciones tecnológicas, las cuales generarán nuevas tareas para las cuales la única vía del desarrollo es el aprendizaje a lo largo de toda la vida laboral. En el próximo futuro, el que no evolucione desaparecerá. El futuro no está en dominar las tecnologías de un país único. El futuro está en fabricar, personalizar y dominar las tecnologías que se harán universales e internacionales. Para economías que compitan con mercados internacionales, su futuro depende de si podrán fabricar tecnología productiva con altos retornos a la producción; no importa tanto si son pioneros, lo fundamental

es estar cerca de la frontera de la tecnología y acelerar permanentemente su traslado a la fabricación, descubrir el valor de la tecnología y ser los primeros en sacar provecho de su productividad en la cadena de valor internacional.

6.2. Implicaciones sociales y económicas

La Educación 4.0 permitirá desarrollar habilidades que los seres humanos pueden poner en práctica manteniendo una ventaja a favor de las máquinas: la adaptabilidad. Tendrán aquellas habilidades que, de por sí, tienen un carácter distintivo, como la gestión de las emociones, la toma de decisiones en situaciones cambiantes e imprecisas, el trabajo en equipo o la creatividad. Además, podrá ser capaz de universalizar el acceso a una enseñanza personalizada. Sin embargo, la Educación 4.0 no solo supone nuevas oportunidades, sino que también plantea otros desafíos. Por un lado, uno de ellos es el gran reto económico que conlleva la puesta en marcha de este cambio educativo. Por otro, expertos en inteligencia artificial puntualizan que la inversión en el nuevo modelo de aprendizaje podría ser significativamente inferior al ahorro que supondría la disminución del fracaso escolar, del abandono temprano y la mejora de los logros en múltiples ámbitos personales.

Los docentes jugarán un papel esencial en el nuevo paradigma educativo: el de facilitadores y guías de los procesos de enseñanza-aprendizaje. Son un punto clave para anticiparse a posibles problemas de los alumnos, identificar

oportunidades de avance del grupo y adaptar la correcta metodología y recursos asociados a las necesidades concretas del alumno. Los docentes necesitan que les formen y les trasladen confianza para afrontar y liderar este cambio tan necesario. Como ya se ha mencionado a lo largo del capítulo, hasta dos tercios de las competencias que se van a demandar en 2020 no existen hoy. Todo ello son herramientas, actitudes y conocimientos esenciales para adaptarnos al nuevo paradigma de la Cuarta Revolución Industrial.

Conclusiones

La convergencia entre la Educación 4.0 y las competencias STEAM constituye un eje transformador del paradigma educativo contemporáneo. A lo largo del capítulo se ha demostrado cómo la integración de tecnologías emergentes, metodologías activas y enfoques interdisciplinarios no solo renueva las prácticas pedagógicas, sino que redefine el rol del estudiante, posicionándolo como agente activo en su proceso de aprendizaje. Esta transformación no es superficial ni opcional: responde a exigencias estructurales de la Cuarta Revolución Industrial y al imperativo de preparar ciudadanos resilientes, creativos, críticos y competentes en entornos tecnológicos cada vez más complejos y cambiantes.

La implementación del enfoque STEAM en el marco de la Educación 4.0 plantea desafíos relevantes, desde la actualización del currículo y la formación docente, hasta la incorporación efectiva de recursos tecnológicos en el

aula. Sin embargo, los beneficios superan ampliamente las barreras: se abren nuevas oportunidades para la innovación educativa, el desarrollo de competencias transversales y la articulación del conocimiento con la realidad social y productiva. Esta visión integradora permite proyectar una educación más pertinente, inclusiva y alineada con las necesidades del siglo XXI, donde el aprendizaje significativo y la resolución de problemas reales son los pilares de una formación orientada hacia el futuro.

Referencias bibliográficas

- Angulo-Mina, D., Sangacha-Guamán, D., Guano-Coca, L., Huatatoca-Mamallacta, G., & Núñez-Naranjo, A. (2025). La Educación Ambiental Apoyada por Recursos Tecnológicos Interactivos. *593 Digital Publisher CEIT, 10*(1–2), 65–80. <https://doi.org/10.33386/593dp.2025.1-2.2951>
- Arboleda, J. C. (2023). Prácticas pedagógicas, motivación y pensamiento crítico. *Revista Boletín Redipe, 12*(8), 14–17. <https://doi.org/10.36260/rbr.v12i8.1986>
- Becerra Sánchez, L. Y. (2020). Tecnologías de la información y las comunicaciones en la era de la cuarta revolución industrial: Tendencias Tecnológicas y desafíos en la educación en Ingeniería. *Entre Ciencia e Ingeniería, 14*(28), 76–81. <https://doi.org/10.31908/19098367.2057>

- Campbell Rodríguez, V. M. (2025). Revolucionando la Educación: Integración de Inteligencia Artificial en Sistemas de Gestión del Aprendizaje. *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y El Desarrollo Educativo*, 15(30). <https://doi.org/10.23913/ride.v15i30.2242>
- Chalco López, D., Chalco López, C., Villegas Chiluisa, D., & Ordóñez Sotomayor, S. (2023). Inteligencia artificial, una alternativa en la complementariedad escolar. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(3), 1405–1413. <https://doi.org/10.56712/latam.v4i3.1170>
- De-la-Peña, C., & Chaves-Yuste, B. (2024). Metodología activa y digitalizada en L2: Efecto en el rendimiento académico. *Revista Signos*, 57(114), 52–77. <https://doi.org/10.4067/S0718-09342024000100052>
- Dewey, J. (1944). *Democracy and education: An introduction to the philosophy of education*. Macmillan.
- Espinosa Cevallos, P. A. (2024). Evaluación de programas de educación STEM en diferentes niveles educativos. *Nexus Research Journal*, 3(1), 54–64. <https://doi.org/10.62943/nrj.v3n1.2024.81>
- Fajardo Aguilar, G. M., Ayala Gavilanes, D. C., Arroba Freire, E. M., & López Quincha, M. (2023). Inteligencia Artificial y la Educación Universitaria: Una revisión sistemática. *Magazine de Las Ciencias: Revista de Investigación e Innovación*, 8(1), 109–131. <https://doi.org/10.33262/rmc.v8i1.2935>

- González, G., & Valencia, O. (2022). Conectividad de alumnos como elemento de su ecosistema de aprendizaje durante la pandemia: Estudio de caso Universidad Pedagógica Veracruzana. *Revista Innova Educación*, 5(1), 7–22. <https://doi.org/10.35622/j.rie.2022.05.001>
- Haz-Gómez, F. E., López-Martínez, G., & Manzanera-Román, S. (2024). La exclusión digital como una forma de exclusión social: una revisión crítica del concepto de brecha digital. *Studia Humanitatis Journal*, 4(1), 57–89. <https://doi.org/10.33732/shj.v4i1.112>
- Liston, M., Morrin, A. M., Furlong, T., & Griffin, L. (2022). Integrating Data Science and the Internet of Things Into Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics Education Through the Use of New and Emerging Technologies. *Frontiers in Education*, 7. <https://doi.org/10.3389/feduc.2022.757866>
- López-Sánchez, J. A., Mesa-Gallego, C., Hernández-Ortiz, J., & Rojas-Arias, J. P. (2024). Tendencias en competencias de innovación y emprendimiento en IES. *Journal of Economic and Social Science Research*, 4(3), 165–181. <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v4/n3/115>
- Marín, V., & Sampedro-Rquena, B. E. (2019). La Realidad Aumentada en Educación Primaria desde la visión de los estudiantes. *Alteridad*, 15(1), 61–73. <https://doi.org/10.17163/alt.v15n1.2020.05>
- Martín, O., Santaolalla, E., & Urosa, B. (2019). Inteligencias múltiples y su relación con las competencias clave en

la etapa de Educación Primaria. *Innovación Educativa en la Sociedad Digital*, 1503–1514. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7648359>

Núñez-Naranjo, A., & Chancusig-Toapanta, A. (2022). Technological tools as a trend in secondary education in times of COVID-19: Theoretical review. *RISTI. Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao*, (Special Issue E50), 142–154. <http://repositorio.uti.edu.ec//handle/123456789/3806>

Núñez-Naranjo, A. F., Ocaña, J. M., & Martínez, V. L. (2024). Gamification for psychomotor development: an experience with Genially in pre-school education. *2024 IEEE Eighth Ecuador Technical Chapters Meeting (ETCM)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ETCM63562.2024.10746034>

Ramírez Montoya, M. S., McGreal, R., & Obiageli Agbu, J.F. (2022). Horizontes digitales complejos en el futuro de la educación 4.0: luces desde las recomendaciones de UNESCO. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 25(2), 09–21. <https://doi.org/10.5944/ried.25.2.33843>

Santillán Aguirre, J. P., 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>

- Solano-Gutiérrez, G. A. (2024). La Tecnología en la Educación a Distancia: Revisión de Progresos y Obstáculos a Superar. *Revista Científica Zambos*, 3(2), 48–73. <https://doi.org/10.69484/rcz/v3/n2/17>
- Vidal, I. M. G. (2020). Influencia de las TIC en el rendimiento escolar de estudiantes vulnerables. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 24(1), 351. <https://doi.org/10.5944/ried.24.1.27960>
- Wang, L. (2016). *The application of cooperative learning theory in College English Multimedia Teaching*. 102–104. <https://doi.org/10.2991/ssehr-16.2016.131>
- Zaffar, A. S. (2019). La identificación de competencias STEM de estudiantes de Ciencias Técnicas. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*. <https://doi.org/10.46377/dilemas.v30i1.1126>

Capítulo II

El aprendizaje basado en proyectos como enfoque interdisciplinario para STEAM en Educación 4.0

Aracelly Núñez-Naranjo¹⁻², Nataly Cayambe-Lombeida²,
Katia Torres-Murrillo², Sidia Cuadrado-Cueva²

1 Centro de Investigación en Ciencias Humanas y de la Educación (CICHE), Universidad Tecnológica Indoamérica. Ambato 180103, Ecuador.

2 Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad Tecnológica Indoamérica. Ambato 180103, Ecuador.

Resumen

Este capítulo analiza el aprendizaje basado en proyectos (ABP) como una estrategia pedagógica clave para integrar el enfoque STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) dentro del marco de la Educación 4.0. A través de una revisión teórica y bibliográfica, se explora cómo el ABP favorece la interdisciplinariedad y el desarrollo de competencias clave del siglo XXI, tales como el pensamiento crítico, la creatividad, la resolución de problemas y la colaboración. Se destacan los beneficios de esta metodología al situar al estudiante en el centro del proceso educativo, impulsando un aprendizaje activo, autónomo y contextualizado. Asimismo, se abordan los desafíos y oportunidades que implica la implementación conjunta de ABP y STEAM en entornos escolares y universitarios, considerando factores como la formación docente, la planificación curricular, el uso de tecnologías emergentes y la evaluación por competencias. Los resultados sugieren que la combinación de ambos enfoques enriquece el aprendizaje y responde eficazmente a las demandas de la sociedad y del mercado laboral en un mundo digital e interconectado. Se concluye que el ABP y STEAM constituyen una alianza metodológica potente y transformadora para la educación contemporánea.

Palabras clave: ABP, STEAM, educación, interdisciplinaria, tecnología.

Introducción

La sociedad está en constante evolución, y las generaciones modernas demandan una educación que se ajuste a las nuevas necesidades. Esta debe incluir el desarrollo de destrezas y competencias que permitan a las personas integrarse de manera activa y significativa en la sociedad actual (Granados-Maguiño *et al.*, 2020). En un mundo cada vez más científico y tecnológico, el llamado STEAM ha ido ganando protagonismo. Para el siglo XXI, es esencial introducir al alumnado a las disciplinas STEAM que fomentan las habilidades fundamentales para la creatividad e innovación.

El aprendizaje basado en proyectos (ABP) se ha consolidado como un enfoque interdisciplinario en educación, no solo para trabajar los contenidos de las materias del currículo, sino para permitir al alumnado enfrentarse a problemas complejos y compartir la responsabilidad de su aprendizaje. Este planteamiento ha demostrado su eficacia en cuanto a la motivación, ya que el alumnado percibe los proyectos como tareas interesantes y atractivas, que les exigen un mayor esfuerzo, pero que encuentran coherentes, vitales para el aprendizaje significativo. No obstante, en la práctica, la escuela se resiste a abandonar el tradicional enfoque disciplinario que ha dominado la enseñanza durante los últimos dos siglos, reforzado por los sistemas de evaluación y titulaciones universitarias.

Los niños y niñas de la actualidad tienen una mayor conciencia del entorno que los rodea. Por ello, la escuela no puede basarse en los modelos educativos del pasado, sin importar si estos eran efectivos, ya que reflejaban una perspectiva distinta a los de la realidad actual. Para superar la traba de la instrucción reglada disciplinar, se debe propiciar un enfoque a la enseñanza más amplio, reflexionado y basado en preguntas. La formación de docentes para su desempeño en entornos de educación a distancia y virtual no se limita al dominio de plataformas y herramientas digitales.

Si bien es importante desarrollar competencias disciplinarias, esta formación implica también habilidades en distintos niveles; por ejemplo, la apropiación y la profundización, que son esenciales para adaptarse a las particularidades de esta modalidad educativa.

El desarrollo para todas las edades, apoyado sobre la base de los principios de la educación fundamentada en el constructivismo, mantiene un enfoque que sostiene que, tanto a nivel cognitivo como social, el individuo no es únicamente un reflejo del entorno que lo rodea ni de su estructura interna; es el resultado de una construcción personal que emerge de la interacción entre ambos contextos.

El aprendizaje basado en proyectos se presenta como un método de enseñanza por competencias, muy indicado tanto para el desarrollo de las competencias STEAM como para el adiestramiento en habilidades y competencias asociadas a la Sociedad 4.0. Por lo tanto, resulta necesario revisar

el concepto de ABP, así como repensar tanto la forma de implementarlo en el aula, dentro de un contexto educativo 4.0, como las etapas y fases y la función del docente.

Los jóvenes aprenden mejor si el estudio va acompañado de la emoción adecuada. Esto lo facilitan las situaciones, experiencias y tareas que ciertas disciplinas puedan generar. Todos ellos son procesos inherentes a cualquier proyecto. Trabajar con ABP permite trabajar todas las inteligencias múltiples y emociones, favoreciendo el desarrollo de los diferentes aspectos de la vida del alumnado —tanto aquellas directamente relacionadas con las disciplinas involucradas como otras con trascendencia a los planteamientos científicos de partida—; de esta manera, se logra la formación de futuros ciudadanos cultos, competentes y comprometidos con el entorno natural y social del que son parte.

El objetivo de este capítulo se basa en explorar el ABP como un enfoque interdisciplinario en la educación STEAM, en el contexto de la Educación 4.0, mediante el análisis de cómo esta metodología promueve el desarrollo de competencias clave en los estudiantes.

1. Definición y fundamentos teóricos del ABP

Después de diversas prácticas educativas y el análisis de diferentes referentes bibliográficos, se destaca que en la Educación 4.0 se debe optar por un método pedagógico que siga los preceptos fundamentales del constructivismo.

Debe conjugarse con los principios del paradigma STEM en defensa de un sistema educativo basado en la interdisciplinariedad, la experimentación y la intrínseca motivación por el aprendizaje (Laclote-Gutiérrez *et al.*, 2024).

El aprendizaje basado en proyectos (ABP) también es definido como una experiencia didáctica centrada en el estudiante y el descubrimiento de conocimientos a partir de la práctica; supone un auténtico cambio con respecto a la metodología tradicional basada en la transmisión de información. El ABP hace posible la implementación de recursos y herramientas tecnológicas innovadoras que fomentan la participación e implicación del alumnado en cada una de las fases del diseño, desarrollo y evaluación de los proyectos.

Debido a su alineación con las metodologías activas, se adapta de manera óptima al desarrollo de competencias genéricas esenciales para el trabajo autónomo y el aprendizaje continuo. Esto incluye adquisición, procesamiento y aplicación de información; el fortalecimiento del pensamiento crítico y creativo; la sensibilidad estética, así como el dominio de instrumentos y técnicas heurísticas de estudio (Williams *et al.*, 2024).

La fortaleza indudable del ABP es que promueve la interdisciplinariedad, permitiendo el aprendizaje a partir de situaciones auténticas, por los diversos conocimientos que intervienen en el análisis del problema; de hecho, el ABP fomenta la motivación en los alumnos mediante la selección de proyectos conectados con asuntos de su interés.

Revisando la literatura científica, el ABP se entiende como una de las metodologías educativas más coherentes para el desarrollo del ámbito STEAM, con base en los siguientes argumentos pedagógicos: fomento del pensamiento crítico, de la resolución de problemas, de la experimentación, de la creatividad, de la fundamentación de conocimientos previos; traspaso de teoría a problemas concretos y fomento del trabajo en equipo.

1.2. Interdisciplinariedad en la educación STEAM

Se orienta a integrar los contenidos de diferentes disciplinas; no a establecer conexiones entre ellas. Su característica fundamental consiste en enfocarse en los problemas propios de una realidad STEAM de manera integrada, sin lograr una verdadera interdisciplinariedad, a pesar de partir del reconocimiento de su relevancia.

Se considera que el enfoque más apropiado en la interdisciplinariedad es el proyectivo, que debe basarse en auténticos proyectos. El planteamiento proyectivo interdisciplinar debe contener, al menos, las siguientes características: autenticidad (diseño y configuración del contexto y sobre el contexto real), elaboración (el inicio del dilema o el problema estará en la fase de diseño del proyecto), globalidad (trabajar una realidad desde todas las disciplinas concurrentes) y conflictividad (aparecen dilemas y problemas) (Neubauer *et al.*, 2023). Desde la perspectiva interdisciplinaria, se aborda la relación con la competencia para el

aprendizaje permanente, la integración de competencias básicas para el desarrollo de los estudiantes y la descripción de la capacidad de coplanificación entre distintos docentes.

Se definen los aspectos de las tareas de coplanificación a partir de tres perfiles de docentes; desde su capacidad disciplinar, competencia epistemológica o perfil de *co-project manager*, planifican apropiadamente y con equidad sus intervenciones en el aula. Allí es donde confluye el modelo de coplanificación entre los campos disciplinares, los conocimientos que articulan y los saberes competenciales específicos.

Si se dirige el proyecto educativo hacia la práctica interdisciplinar en torno a situaciones reales, se posibilita en los estudiantes una mirada abierta a lo nuevo, responsabilidad, esfuerzo, sociabilidad, capacidad de autoaprendizaje, innovación, etc. Todo ello se erige sobre un nuevo conocimiento, procedimental, actitudinal o de progreso, con independencia del espacio-tiempo escolar, pues se aprende haciendo, en grupo, resolviendo conflictos e interrelacionando el conocimiento con la vida diaria; de esta manera, se forma a los alumnos más conscientes y autónomos, es decir, más competentes. Si a eso se añade el trabajar en equipo, colaborándose entre iguales, con la consiguiente valoración y respeto que eso conlleva, se favorece la cooperación y la solidaridad, atendiendo a la diversidad, aprendiendo de la interculturalidad y educando en valores.

La clave, por tanto, está en la resolución de los problemas que la vida plantea. Solucionarlos supone la utilización in-

tegrada de los aprendizajes obtenidos a lo largo de la vida escolar, fomentando un enfoque interdisciplinar. Sin embargo, estos dos aspectos, de por sí, no ofrecen siempre los más claros grados de convergencia y coherencia en torno a los que se puede estructurar la práctica interdisciplinar. Lo multidisciplinar supone la suma de los descubrimientos y metodologías de cada área en un esfuerzo de coordinación entre los implicados.

La riqueza de la práctica multidisciplinar, en cuanto a la gestión del conocimiento, no conlleva necesariamente a una mejora en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Es decir que, aunque cada disciplina pueda contar en su haber con interesantes conocimientos y metodologías, su mero acercamiento sumático, no integrado, en general, no garantiza el éxito escolar. Por lo tanto, se debe fomentar un enfoque colaborativo que permita la vinculación de saberes y habilidades de diferentes disciplinas. Esto no solo enriquecerá la experiencia de aprendizaje, sino que también potenciará la capacidad de los estudiantes para resolver problemas complejos en contextos reales.

1.3. Concepto y beneficios de la interdisciplinariedad en la educación

La interdisciplinariedad, un concepto multidimensional, se manifiesta como una interacción dinámica entre actores que, con sus particulares trayectorias y competencias, buscan generar saberes contemporáneos y aplicables.

Por tanto, promueve un reordenamiento en la manera de concebir la búsqueda del conocimiento y propicia transformaciones significativas en las metodologías de enseñanza y en las prácticas educativas (Robles Ortega *et al.*, 2022). Así, se argumenta que la implementación de estrategias interdisciplinarias es un imperativo para abrir las fronteras del conocimiento científico, permitiendo la creación de un saber más efectivo y su aplicación innovadora en contextos diversos. En suma, se sostiene que el impulso de la interdisciplinariedad en el ámbito educativo se erige como un componente esencial para el desarrollo integral de los estudiantes y la sociedad.

Constante (2023) afirma que la interdisciplinariedad en el contexto educativo enriquece el proceso de aprendizaje y potencia el desarrollo de habilidades críticas, creativas y colaborativas en los estudiantes. Esto se traduce en un aprendizaje más significativo, donde los estudiantes pueden aplicar conceptos de diferentes disciplinas para resolver problemas complejos y reales. Además, la interdisciplinariedad fomenta un ambiente de aprendizaje colaborativo; los alumnos aprenden unos de otros y desarrollan habilidades sociales esenciales para su futura vida profesional. De esta manera se enriquece su aprendizaje y se los prepara para enfrentar retos complejos en un mundo laboral cada vez más interconectado y multidisciplinario. Asimismo, fomenta la creatividad y la innovación, habilidades esenciales para los estudiantes que desean sobresalir en un entorno laboral que valora la adaptabilidad y el pensamiento crítico.

Esto permite a los educadores integrar disciplinas, promoviendo un aprendizaje holístico que se adapta a las necesidades del siglo XXI.

Las estrategias de aprendizaje constituyen un conjunto de métodos deliberados y planificados que los estudiantes implementan con el fin de adquirir el saber necesario para cumplir con determinadas exigencias u objetivos predefinidos (Nuñez-Naranjo *et al.*, 2020). Es fundamental que estos métodos permitan la aplicación efectiva del conocimiento en contextos tanto disciplinarios como multidisciplinarios, propiciando así la resolución de problemáticas del mundo real desde diversas perspectivas de investigación. Exige que los integrantes de la comunidad educativa trabajen en conjunto, comunicando sus enfoques y alineando sus visiones, misiones, metas y experiencias, así como sus prácticas educativas y el conocimiento específico que cada uno aporta a la dinámica colectiva.

La cooperación y el intercambio de ideas se convierten, por ende, en pilares para la construcción de un aprendizaje significativo y contextualizado. Esto es particularmente relevante en el contexto de la educación STEAM, donde la integración de diversas disciplinas permite abordar problemas complejos desde múltiples perspectivas, fomentando un ambiente de aprendizaje más holístico y enriquecedor. Así, se facilita el aprendizaje significativo y se potencia el desarrollo de habilidades críticas —como el pensamiento crítico, la colaboración y la creatividad—. Al combinar conocimientos de ciencia, tecnología, ingeniería, arte y ma-

temáticas, los docentes pueden crear proyectos que reflejen la interconexión de estas disciplinas, preparando así a los alumnos para enfrentar los retos del mundo real.

2. STEAM en la Educación 4.0

En el marco educativo actual cobra una especial atención metodologías como el Aprendizaje Basado en Proyectos, uniendo sus objetivos al Desarrollo de Competencias, metodología y finalmente a la posibilidad del Desarrollo de la Mente Artificial en el alumnado a través del Diseño de Experiencias de Aprendizaje inmersas en un contexto denominado Educación 4.0. Uno de los enfoques mayormente aceptados actualmente en el ámbito de la Educación 4.0 es el STEAM. Es evidente la necesidad de dejar puertas abiertas a la experimentación metodológica, fomentar la diversidad de su alumnado, favorecer el uso de materiales y recursos actuales, de la mano de la integración digital y fomentar al alumnado a través del ABP.

La educación contemporánea se encuentra inmersa en un proceso de metamorfosis impulsado por la integración de la tecnología, con el fin de adaptarse y responder a las exigencias del mundo actual. Las aulas tradicionales requieren una reconfiguración hacia entornos sociales, cooperativos y participativos, donde se implementen diversas metodologías de manera creativa y efectiva. En este contexto, emerge el concepto de Educación 4.0, que tiene como propósito fundamental preparar a los estudiantes

para enfrentar los desafíos de la era digital, aprovechando las herramientas que ofrece la inteligencia artificial. Esta nueva visión educativa se centra en la adquisición de conocimientos y también enfatiza el desarrollo de habilidades críticas que permitan a los alumnos navegar en un entorno cada vez más complejo y tecnológico. Las instituciones deben, por lo tanto, replantear sus estrategias pedagógicas, fomentando un aprendizaje activo y colaborativo que propicie la innovación y el pensamiento crítico en sus estudiantes.

No es lo mismo la sociedad de los años 80; actualmente se necesita un modelo educativo de calidad que fomente la motivación y la participación necesaria para dar respuesta a las demandas y necesidades de la sociedad actual. Desde hace algunas décadas se ha venido hablando acerca de una nueva Revolución Industrial, conocida como la Cuarta Revolución Industrial. En esta era, los alumnos trabajan con la información de manera problematizada y, sobre todo, en la elaboración de productos finales que les permitan aprender y afianzar competencias educativas.

Según Villegas y Delgado-García (2024), el punto de vista de la ciencia y la tecnología se trata de una auténtica revolución educativa. Se sugiere cómo serán las escuelas en el futuro a corto plazo, el tipo de tareas y los materiales de aprendizaje que se utilizarán, entre otros aspectos clave. La integración de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas en el diseño de proyectos educativos podría ser un punto de partida para el desarrollo de la interdisciplinariedad. Los docentes deben fomentar, en el aula, la adopción de una

mentalidad integradora para afianzar en sus alumnos el uso significativo de la información que los lleve a construir conocimientos propios.

Ubaque-Casallas (2021) menciona que un nuevo paradigma en el aprendizaje surge con un enfoque multidisciplinario de integración curricular en educación, en relación con lo que tradicionalmente se visualiza como una serie de disciplinas fragmentarias y con limitada relación temática entre sí. La era de Conocimiento 2.0 potencia las competencias, como la resolución creativa de problemas, aprender de forma independiente y cooperativa, manejar las TIC y actuar profesionalmente en un entorno digital. El docente debe dirigir su labor educativa hacia el fomento de actitudes, motivaciones, valores y emociones que influyen en el aprendizaje cotidiano. Es así que se deben implementar competencias que permitan la resolución de problemáticas reales. La diversidad del conocimiento y las aplicaciones Web 4.0 influyen en los rankings web de sitios web que ofrecen información y conocimiento para pequeñas y medianas empresas establecidas o nuevas.

2.1. Definición y principios de STEAM

STEAM es el acrónimo en inglés de Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics. Es un enfoque educativo basado en integrar estas cinco áreas del conocimiento. Originalmente, las siglas eran STEM, excluyendo las Artes; sin embargo, las universidades y el mercado laboral de las

empresas tecnológicas comenzaron a demandar estudiantes con una formación tecnológica y científica sólida, pero con una competencia artística que les proporcionara mayores habilidades creativas.

El modelo STEAM proviene directamente del modelo STEM. Esto es, la formación en Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas que surgió en EE. UU., en la década de 1990, con el fin de plantar cara a la inminente crisis de los países occidentales. La propuesta surge ante los malos resultados que obtenían los estudiantes en estas áreas del conocimiento, y se configura por sus raíces, ante una situación tecnológica y económica particular. Sin embargo, la tecnología y la economía de comienzos del siglo XXI han evolucionado con planteamientos similares a los basados en conocimiento tecnocientífico y el relacionado con el diseño. Partiendo de esta base, el modelo STEAM aparece como una evolución del modelo STEM, en el que se incluye también a las humanidades; el fin es que el conocimiento de la ciencia y la tecnología no quede aislado de la realidad en la que se aplica, atendiendo a aspectos emocionales, sociales, culturales o éticos.

En la línea de las propuestas para un enfoque interdisciplinar en la enseñanza, y basándose en la epistemología constructivista, surge la idea de integrar las asignaturas de ciencias, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas en el currículo educativo. Su objetivo es conseguir unos aprendizajes más significativos y que potencien la motivación y el espíritu crítico del alumnado.

Núñez-Naranjo (2022) menciona que, actualmente, la educación está conectada con la tecnología; permite el desarrollo y desenvolvimiento de la capacidad autónoma por parte del estudiante al interactuar día a día con esta última en su proceso de enseñanza y aprendizaje. El docente cumple con orientar y facilitar el implemento que se necesita, dando relevancia a convertirse en un modelo constructivista.

Las tecnologías de la información y la comunicación fueron una alternativa para el proceso de enseñanza a los educandos desde el hogar, dejando a un lado la educación presencial, generalmente utilizada. Procuraban que la virtualidad fuera innovadora y que involucrara a actores institucionales (autoridades, docentes, estudiantes y padres de familia). Estas disciplinas, a lo largo de la historia, han sido tratadas por separado en el ámbito escolar y, aunque indudablemente cada una de ellas aporta una visión diferente y transmite conceptos distintos, es claro que estamos ante disciplinas que se encuentran en estrecha interrelación y cuyo conocimiento debe ser llevado al aula de forma sinérgica y conectada con la vida real. STEAM es una interesante propuesta para trabajar esa relación.

La escuela que ahora ofrece la sociedad del siglo XXI pasa ineludiblemente por la aplicación de propuestas educativas que integren los conocimientos y que propongan alternativas ante las estructuras académicas departamentales en educación secundaria. Así pues, STEAM, entendido y tratado en el aula como un conjunto de disciplinas que se interrelacionan, brinda al alumnado múltiples opciones, vías

y caminos para acercarse a la ciencia, a los conocimientos matemáticos, tecnológicos, artísticos y referentes a los proyectos ingenieriles.

Pérez-Macías y González (2024) señalan el empeño de que el alumnado trabaje en equipo y hacer que sus aprendizajes sean más autónomos, significativos y cercanos a la realidad en la que conviven. STEAM es su punto de partida, siendo necesario abordar este modelo a través del aprendizaje basado en proyectos.

2.2. La integración del ABP y STEAM en el aula

El ABP es un modelo educativo promovido en la primera década del siglo pasado y desarrollado para aplicarlo en el aula en 1916 (González-Balladares y Toque-Huamán, 2024). Desde entonces, ha sido objeto de numerosos estudios científicos y ha demostrado ser de los mejores para el desarrollo de habilidades cognitivas, comunicativas, interpersonales y sociales en todo el alumnado.

Marzal y Vivarelli (2024) repasan teóricamente el significado de la Cuarta Revolución Industrial, el concepto de Educación 4.0, la propuesta de actividades extraescolares para la aplicación de STEAM y sus posibles ventajas. Afirman que resulta fundamental la reinención de currículos, metodologías didácticas y la integración de metodologías activas para alcanzar con éxito el desarrollo competencial deseado. Las metodologías activas permiten centrar la tarea y la responsabilidad en el aprendiz y posibilitan

el aprendizaje del alumno de forma directa a partir de procedimientos reflexivos, contextualizados y adaptados a la experiencia del estudiante y con motivos y objetivos de aplicación profesional.

2.3. Razones y beneficios de integrar ABP y STEAM

Lardoeyt Ferrer *et al.* (2024) señalan que la necesidad de un cambio en la formación de los jóvenes ya había sido abordada años atrás; destacan que es imposible aspirar a un aprendizaje de calidad si no se enseña al alumnado a afrontar y resolver nuevos problemas. Según Sallán y Rueda (2024), dicha intención sigue apareciendo explícita al afirmar que los alumnos deben tomar parte activa en la adquisición de los conocimientos. En este ámbito, el profesorado adoptará una metodología activa y basada en la realidad de la vida del alumnado y tendrá como referentes los enfoques de aprendizaje cooperativo, la resolución de problemas, el aprendizaje basado en proyectos y el aprendizaje servicio. De esta manera, se destaca que una clase con un ambiente STEAM combina las problemáticas tradicionales presentes en la enseñanza con un cambio metodológico; con ello, los estudiantes adquieren un pensamiento crítico con estrategias que conducen a la resolución de conflictos y problemas, lo que, a su vez, aumenta el interés de manera importante y la motivación intrínseca del estudiante. Hay retos y posibilidades de llevar a cabo un proyecto ABP y STEAM desde un punto de vista interdisciplinar, para superar el en-

foque no interdisciplinar que existe tradicionalmente en la educación científica y técnica, así como para implementar el modelo Educación 4.0.

Por tanto, sería útil estar atentos a la detección de emociones, en términos de disfuncionalidad, pasajes de emociones a estados de ánimo y de estados anímicos; y además, a las posibles atribuciones realizadas por el sujeto. En otras palabras, se debería vigilar continuamente aquello que ocurre en el aula respecto del aprendizaje interactivo, ya que el análisis comparativo entre el síntoma (indicador) y el aprendizaje alcanzado de fondo permitirá a los docentes desenmarañar toda la problemática que usualmente se esconde detrás del desinterés del alumno. Los docentes no deberían centrarse en el síntoma, sino en la gestión de las variables subyacentes que influyen en el comportamiento y crean la problemática.

Se debe reinventar la metodología de la asignatura y establecer las necesarias alianzas institucionales y profesionales para que la competencia adquirida por el alumnado en esta realización culmine en la obtención de una marca física o digital, con capacidad de acreditación; la licencia, al abrir dicha posibilidad al alumnado, le otorga posibilidades de explotación, expresión y gestión de conocimiento.

Con la finalidad de enseñar a pensar en diversas direcciones, aparece el humanismo dialogado, basado en el aprender a ser y a convivir, lo que impulsa a los miembros de una comunidad educativa a dirigirse hacia una continua y radical humanización de su quehacer (Arnaiz-Sánchez *et*

al., 2024). Todo ello está visto desde las pedagogías activa y experiencial para dinamizar un abordaje globalizador e intertransdisciplinar de los contenidos de manera experimental y dinámica en un auténtico encuentro de educación para la convivencia y la ciudadanía en valores. Por tanto, se plantea la oportunidad educativa a raíz de la preocupación emergente por dar respuesta a las experiencias y necesidades actuales del alumnado. La tecnología ha sido uno de los mayores impulsores del cambio en la educación en los últimos años.

Con la aparición de la Web 2.0, la Web 3.0 y la Web 4.0, se han abierto nuevas puertas para la interacción y la construcción del conocimiento, redefiniendo las prácticas y metodologías educativas en un mundo cada vez más interconectado.

3. Diseño y planificación de proyectos STEAM

El diseño y la implementación de proyectos STEAM (Ciencias, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) se erigen como una estrategia educativa transformadora que persigue la integración sinérgica de estas disciplinas en un marco interdisciplinario y colaborativo. Esta metodología educativa propone cultivar la creatividad y la curiosidad inherentes en los estudiantes y se enfoca en el desarrollo de competencias esenciales, como el pensamiento crítico y la habilidad para abordar problemas complejos. Al articular estas áreas del saber, se genera un ecosistema de aprendizaje más dinámico y enriquecedor que prepara a los estudiantes para enfrentar

los desafíos del mundo contemporáneo. La interacción entre estas disciplinas permite una exploración profunda y significativa, al tiempo que fomenta un sentido de pertenencia y trabajo en equipo entre los participantes. En este contexto, se evidencia la necesidad de una educación que trascienda las fronteras tradicionales y que potencie el aprendizaje activo y reflexivo, preparando a las nuevas generaciones para un futuro incierto y en constante evolución.

Los proyectos STEAM tienen como objetivo fundamental la integración de las disciplinas de ciencias, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas en un solo proyecto cohesivo y atractivo. Dicha integración permite que los estudiantes no se enfoquen en una única disciplina y les brinda la oportunidad de aplicar conocimientos de diferentes áreas para encontrar soluciones creativas, innovadoras y eficaces a problemas reales que pueden enfrentar en su vida cotidiana. Este enfoque inter y multidisciplinario fomenta un aprendizaje profundamente más significativo. Los estudiantes desarrollan habilidades críticas y colaborativas, al trabajar conjuntamente en equipo; que son fundamentales y esenciales en el contexto actual de la Educación 4.0, un enfoque educativo que se centra en la transformación digital y la preparación del estudiantado para enfrentar los desafíos del futuro. A medida que el mundo sigue evolucionando, cada vez es más importante que los estudiantes sean capaces de integrar sus conocimientos y habilidades de manera efectiva, aplicándolos para resolver problemas complejos y aportar valor a la sociedad.

El diseño de proyectos STEAM está orientado a un enfoque activo y práctico de aprendizaje, que promueve la participación efectiva del alumnado en el proceso educativo. En lugar de recibir conocimientos de manera pasiva y tradicional, los estudiantes se involucran de manera activa en la creación y desarrollo del proyecto. Esto les permite experimentar y aplicar los conceptos aprendidos de formas diversas y dinámicas, fomentando la creatividad y el pensamiento crítico. A través de estas experiencias, los estudiantes adquieren información y desarrollan habilidades necesarias para enfrentar desafíos en el mundo real.

Además de los conocimientos técnicos, los proyectos STEAM fomentan el desarrollo de habilidades transversales como:

- **Trabajo en equipo:** Los estudiantes suelen colaborar entre sí, lo que mejora notablemente sus habilidades de comunicación y colaboración; así, se fomenta un ambiente de aprendizaje enriquecedor y productivo donde cada uno puede contribuir con sus ideas y perspectivas.
- **Creatividad:** Al integrar arte y diseño en el proceso educativo, se estimula la creatividad de los estudiantes, quienes pueden explorar diversas formas de pensar y expresar sus ideas al idear soluciones innovadoras y únicas.
- **Pensamiento crítico:** Los estudiantes deben analizar los problemas desde diversas perspectivas y enfo-

ques, y luego encontrar soluciones efectivas que sean adecuadas para cada situación específica.

- ♦ **Resolución de problemas:** Los proyectos STEAM se centran en abordar problemas del mundo real, lo que ayuda enormemente a los estudiantes a aplicar sus conocimientos en contextos prácticos y relevantes. Así se fomentan habilidades analíticas y se promueve el pensamiento crítico, permitiendo a los alumnos encontrar soluciones creativas a desafíos contemporáneos.

A través de los distintos recursos, el alumnado llegará a conocer las características según las actividades de enseñanza aplicadas y desarrolladas con el uso de STEAM. Es importante que el alumnado desarrolle competencias tecnológicas, digitales y blandas para el futuro, por medio de la planificación curricular en la que se asocien estas destrezas.

Existen proyectos que engloban las áreas de Matemáticas, Lengua castellana, Ciencias y TIC. Por ejemplo, se podría trabajar en el texto expositivo científico de carácter instructivo y el cálculo y razonamiento apoyado en modelos matemáticos sencillos; para la tercera y cuarta área, los alumnos podrían llevar a cabo un proyecto científico utilizando el campo de la biotecnología como elemento aglutinador, abordando la actualidad en relación con esta rama de la ciencia. Los trabajos en grupo deben utilizar formas cooperativas de aprendizaje en las que el protagonismo esté en los propios alumnos; el profesor será solo un coordinador y facilitador.

3.1. Etapas y metodologías para diseñar proyectos STEAM

En la red se encuentran modelos de diseño de proyectos STEAM. Un ejemplo es el de fases de diseño STEAM, que integra los modelos oficiales de secuenciación curricular (Greca *et al.*, 2021). Es conocido como modelo 5E (Enganchando, Descubriendo, Conociendo, Concluyendo, y Evaluando). También existe el modelo PACIE de resolución de problemas científicos (Picar, Actuar, Comprender, Inventar, y Evaluar) y ofrece cinco etapas para la implementación de proyectos de investigación de problemas del mundo joven (Planès *et al.*, 2024).

El modelo de las seis etapas para diseñar proyectos se basa en uno adaptado a la educación Big 6; junto con los diseños cooperativos, ayuda a la proyección de implementar todas las actividades en orden, llevándose a cabo por los alumnos, lo que es interesante para la innovación didáctica y el desarrollo del aprendizaje autónomo y colaborativo. Por su parte, el modelo 7E de Resolución de Problemas sugiere las siguientes etapas para la implementación de proyectos de investigación: *Engagement, Explore, Explain, Elaborate, Evaluation, Edit/Publicate, Enlist*.

3.2. Evaluación del aprendizaje en proyectos STEAM

Como cualquier metodología activa, requiere una evaluación continua y formativa que irá encaminada a comprobar el grado de adquisición de los conceptos, procedimientos y actitudes, no solo por parte del docente, sino también del

propio alumnado. Se rechaza el proceso clásico de evaluación de transmisión de conocimientos, verificador y segregador, y se opta por una evaluación motivadora, formativa, inclusiva y cualitativa. Además de trabajar contenidos curriculares, dado su carácter integrador, ya se ha destacado la importancia de plantear la evaluación de otras habilidades o competencias con un marcado enfoque STEAM: matemática, lingüística, digital, científica, tecnológica, humana, artística, social y la competencia de aprender a aprender.

La evaluación y la retroalimentación deben ser de todos los procesos: de diseño, de planificación, de investigación, de construcción del trabajo, de presentación e incluso la autorreflexiva del proyecto en sí mismo, teniendo en cuenta informes de desarrollo y diarios reflexivos. Una vez presentadas las premisas por las que las metodologías activas son un entorno idóneo para plantear el enfoque interdisciplinario STEAM y la evaluación configurada bajo estándares de calidad, mostraremos de manera concreta y a través de las últimas investigaciones, qué factores se han tenido en cuenta en la evaluación de proyectos STEAM en el ámbito del ciclo de Educación Secundaria Obligatoria, estudios de bachillerato o formación profesional y educación especial.

Diéguez *et al.* (2023) mencionan que el trabajo entre estudiantes a diferentes ritmos destaca en los proyectos y la evaluación corresponden a etapas del desarrollo personal diferentes en cada individuo, lo que da pie a una forma de aprendizaje individualizada con la valoración de los contenidos de desarrollo de capacidades personales. Por

ello, es necesario el señalar ciertos aspectos a considerar en torno a la evaluación en los proyectos STEAM. Evaluar una actividad se emplea para tomar decisiones sobre el proceso y no del proceso. Las habilidades e información adquiridas sobre un tema no se observan o infieren directamente de la actividad, sino que tales destrezas se determinan mediante la aplicación de instrumentos y un análisis de la información aportada.

Es importante acudir a herramientas especializadas en un análisis de la realidad y un diseño de objetivos de donde deben extraerse los indicadores para observar los cambios. Adicionalmente, el trabajo en clave reflexivo indica que los estudiantes deben asumir la tarea de evaluar su nivel de desarrollo con respecto a los objetivos propuestos, para emprender una planificación.

3.3. Indicadores de evaluación en proyectos STEAM

Durante la evaluación de un proyecto que sigue STEAM, Gil-Quintana *et al.* (2023) señalan que es crucial considerar todos los resultados obtenidos a lo largo del proceso. Los aspectos que deben ser evaluados, entre otros, son los sociales, éticos, económicos, tecnológicos, medioambientales y profesionales. Estos elementos deben ser analizados de acuerdo con las diferentes fases de resolución del proyecto en cuestión. Los indicadores de evaluación cuentan con un total de cuatro fases, además de la evaluación final del proyecto. Estas fases son: la planificación de la fase, la selección

adecuada de los materiales, el análisis detallado de los resultados obtenidos, la síntesis de dichos resultados y, por último, la transferencia del proyecto para su implementación. Es importante señalar que la evaluación de cada una de estas secciones debe llevarse a cabo de manera rigurosa, tanto en términos cuantitativos, es decir, de forma individual y objetiva, como cualitativos, donde se valoren aspectos en conjunto en un trabajo grupal.

La planificación de la fase inicial es un aspecto crucial en el desarrollo de proyectos educativos; abarca elementos como la rúbrica de evaluación y la selección de materiales. En el marco de esta rúbrica, se puede evidenciar una variabilidad en el orden de los procedimientos relacionados con la planificación de experimentos, lo cual subraya la naturaleza dinámica y continua del proceso práctico que vincula la concepción de ideas con la obtención de resultados. De igual manera, una rúbrica que evalúe la taxonomía refleja el nivel de intervención y compromiso asumido por parte del cuerpo docente. En este contexto, se resalta la importancia de emplear aplicaciones que permiten la modificación de supuestos y la adaptación a realidades cambiantes.

4. Tecnologías y herramientas para el ABP y STEAM

Los avances e innovaciones tecnológicas han resultado ser una pieza fundamental para el reforzamiento de proyectos

pedagógicos innovadores. El ABP y las metodologías STEAM, al ser implementadas en contextos escolares, se benefician del uso de herramientas y tecnologías didácticas que permiten mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje, así como fomentar la motivación de los estudiantes (Galindo-Losada *et al.*, 2023). En el mundo, el uso y aplicación de tecnología en el ámbito educativo evolucionó de un modelo tecnocrático basado en el modelo de enseñanza tradicional a un modelo centrado en el aprendizaje. Este contexto dio origen a la idea de una “sociedad de la información”, en la que el concepto de información es central: los conocimientos se basan en la información, y el progreso social y económico exige la mejora y el perfeccionamiento de los procesos destinados a aumentar la información.

En el entorno de las TIC, el proceso educativo se ha ido adecuando gradualmente a los nuevos contextos socioeconómicos y culturales que se han desarrollando en el marco de la denominada sociedad de la información, que se caracteriza, entre otras cosas, por el uso generalizado de las redes telemáticas y por un cambio en el modelo de tecnología, influyendo de manera transversal en la cultura (Selcuk *et al.*, 2024; Tay y Eng, 2024). Inicialmente, se contempló su aplicabilidad con un enfoque marcadamente conductista, basado en el uso e interacción de materiales instruccionales multimedia, destinados principalmente a desarrollar habilidades o capacidades concretas, sistemas tutoriales o entornos para la enseñanza/aprendizaje de lenguas asistida por ordenador. Después, se amplió su uso a una perspecti-

va más constructivista, incluyendo el diseño de proyectos didácticos, donde las TIC dejaran de ser un fin en sí mismas para convertirse en herramientas de apoyo a las fases de los proyectos de trabajo, metodología que parte de los intereses, necesidades y problemas de los sujetos.

4.1. Aplicaciones y recursos tecnológicos para proyectos STEAM

Trujillo Yaipen (2023) menciona que se pueden utilizar diferentes simuladores para trabajar en proyectos STEAM relacionados con ciencia (naturaleza de la luz, del sonido, física en general, etc.) o tecnología (funcionamiento de máquinas, tratamientos de imagen, producción de sonido, etc.) que contienen centenares de simulaciones en el ámbito de la física, química, matemáticas, biología.

Vargas *et al.* (2024) indican que pueden obtenerse aplicaciones para ordenadores PC, Mac y tablet con sistema Android, y están disponibles en una amplia variedad de idiomas. Hay pequeños robots y herramientas de programación: de robots accesibles como Sphero, Makeblock, Micro:bit, Ozobot, Dash & Dot o Bee-bot; así como de herramientas de programación como Scratch, Tynker o su versión para aprendizaje offline, que permite a los alumnos coprogramar las actividades (proyectos) y llevar a cabo desafíos directamente desde la casa editorial o mientras están desconectados, y luego descargar los proyectos y recopilar su trabajo (vídeos, actividades, etc.) para la evaluación.

La principal ventaja de trabajar con Tynker Offline es que, una vez que se descargan las actividades de la plataforma, no se requiere acceso a Internet. Las plataformas para aquellos profesores expertos en proyectos STEAM muestran que es posible crear una propia con los vídeos explicativos, lecturas y enlaces o bien usar las existentes, las cuales dan acceso a recursos, ideas y materiales de formación para enseñar STEAM en secundaria.

Además, hay muchas aplicaciones educativas y recursos disponibles para usar en un proyecto STEAM; hay plataformas de enseñanza y aprendizaje en línea completas para estudiantes de todas las edades en cualquier país; aplicaciones multiplataforma que conectan a maestros, estudiantes y padres; tratan de mejorar las habilidades de los estudiantes y fomentan las habilidades de los profesores mediante la investigación y la práctica en el uso de la tecnología.

5. Formación del profesorado en ABP y STEAM

Según dicen, el profesorado asume la enseñanza de acuerdo con la formación que ha recibido. De esta forma, muchas de las diferencias que se pueden encontrar en el desarrollo de un tema son fruto de los modelos de enseñanza que ha experimentado y vivido este profesional en su etapa anterior como alumno. Es decir, cómo el profesor o la profesora entiende que se debe enseñar y cómo hacerlo viene determinado por su formación docente.

Si se entiende que a lo largo de su formación inicial o de su vida los docentes reciben una serie de impactos y tienen unas vivencias particulares, estaremos de acuerdo con que estos investigadores profesores evolucionan y crean su propio modelo, su propia manera de entender la enseñanza, su propia teoría implícita más o menos coherente con la realidad científica y didáctica. Entonces, ¿cómo puede un profesor enseñar si no tiene una teoría implícita propia? Supuestamente, se basará en extrapolaciones del modelo que ha vivido como alumno y en sus propias teorías caseras y de inicio. Por este motivo, se defiende que, aunque el profesor acaba teniendo una teoría implícita, es mejorable si el docente es capaz de reflexionar sobre la práctica y vivir experiencias educativas que den al traste con su teoría escolar. Si el profesor pretende ser buen pedagogo, debe tener una praxis reflexiva; es decir, analizar las situaciones que aparecen, formular hipótesis explicativas, proponer alternativas y volver a observar el efecto con el fin de decidir si las estrategias aplicadas han mejorado la situación o no.

Rollan *et al.* (2024) destacan que la formación del profesorado en ABP y STEAM se consolida como una necesidad primaria en un mundo en constante evolución, donde la bidireccionalidad tecnológica y la globalización del conocimiento modifican permanentemente los entornos de aprendizaje. En este sentido, la Educación 4.0 surge en consecuencia de la Industria 4.0, ya que fomenta las competencias del estudiante en forma de habilidades basadas en nuevo conocimiento, alineado con la economía digital y los

nuevos retos vitales, sociales, culturales y medioambientales que deben afrontar las futuras generaciones.

Garcés y Peña (2022) mencionan que, en este contexto, el profesorado tiene el reto de abordar la labor docente desde un enfoque coherente con esta nueva complejidad y de ir más allá de la formación inicial de grado; de preparar a los futuros docentes con habilidades actualizadas y proporcionando formación continua y acceso a recursos de calidad, con el fin de incentivar una renovación pedagógica y metodológica.

5.1. Importancia de la formación docente en ABP y STEAM

En la Sociedad 4.0, los docentes se han capacitado cada vez más tecnológica y didácticamente para implementar de forma creativa e innovadora el movimiento STEAM, además de especializarse de forma más cohesionada en diseño y desarrollo del currículo basado en el ABP escolar y universitario. Adicionalmente, los centros de enseñanza han impulsado la cultura de la innovación educativa, incorporando nuevas tecnologías y una práctica significativa de la enseñanza/aprendizaje orientada a diferentes resultados, como las competencias clásicas.

En la práctica curricular, las estrategias en ABP y STEAM tienen un impacto positivo en las máximas expectativas e intereses descubiertos en los aprendices, propician la movilización de emociones y están vinculadas directamente con aprendizajes entre intermedios y finales,

marcados por cada objetivo específico en concreto. Por ello, este estudio proporciona una gran oportunidad para reforzar la motivación e interés de los alumnos por las ciencias, en la medida en que tengan la experiencia de actuar como verdaderos científicos abiertos a las ideas y afirmaciones rivales, y mientras sean capaces de apreciar la relación entre las premisas asumidas y las conclusiones defendidas. En última instancia, los beneficiará tanto desde un punto de vista personal y social como en su futura profesión, ya que la enseñanza se ve como un proceso de construcción de la persona capaz de razonar por sí misma, que reflexiona antes de decidir.

La implementación de la metodología activa ABP es la innovación educativa adecuada para fomentar en el alumnado el desarrollo de competencias propias de la Sociedad del Conocimiento. Este enfoque ofrece múltiples beneficios, ya que mejora la capacidad de análisis y síntesis, estimula la realización de actividades autónomas y fomenta la toma de decisiones. Además, promueve un aprendizaje significativo, al ser funcional y relevante para el alumnado; potencia el trabajo en equipo, favoreciendo la comunicación tanto con compañeros como con expertos. Asimismo, impulsa la aceptación de valores al establecer metas claras que generan interés y motivación. Por último, facilita la planificación, dado que los estudiantes cuentan con una hoja de ruta que los orienta hacia el logro de objetivos predefinidos.

Un docente preparado para desenvolverse en contextos interdisciplinarios permite poner en práctica ciertas compe-

tencias necesarias en la Sociedad del Conocimiento. De ahí la apuesta por formar docentes multidisciplinares, capaces de perfilar un currículo para fomentar no solo la enseñanza de contenidos, sino la adquisición de determinadas habilidades.

En los últimos años han surgido métodos educativos innovadores que garantizan un aprendizaje activo y constructivo, que han desplazado a las prácticas pedagógicas basadas exclusivamente en la mera transmisión de conocimientos. Tienen una clara mejora en la formación didáctico-disciplinar del alumnado, así como una marcada conciencia de la importancia de las artes y la cultura en la educación.

La formación del profesorado en la enseñanza-aprendizaje basada en proyectos y no de forma aislada, vinculada a asignaturas de ciencias es vital como un método transversal aplicable a distintas áreas del currículum que potencia en el alumnado la adquisición de competencias. Dichas competencias los preparan para su posterior integración en un mundo laboral en constante evolución, en el que se necesitan conocimientos técnicos, habilidades de comunicación y colaboración, capacidades para el emprendimiento, autonomía, pensamiento crítico; son aspectos que se desarrollan en la integración de las llamadas competencias STEAM.

5.2. Desafíos y oportunidades del ABP y STEAM en la Educación 4.0

STEAM se recomienda con importantes trabajos futuristas en el sistema educativo, con nuevas habilidades de

tareas altamente especializadas y específicas. Impactará todas las áreas y, como los cambios están siendo acelerados, será fundamental formar con perspectivas de desarrollo de competencias y manejo de habilidades multi e interdisciplinarias. El mayor cambio en la Educación 4.0 será pasar de un aprendizaje de memorización a uno funcional; es decir, un aprendizaje de procesos para un procesamiento ágil de información; del aprendizaje pasivo al activo y autónomo. Es el aprendizaje basado en proyectos el que abre la puerta a habilidades para afrontar con adaptabilidad los continuos cambios, como la resolución de problemas. El ABP implica una apertura hacia las disciplinas STEAM y condiciona un aprendizaje más interdisciplinario, de conocimientos interrelacionados que fomentará un aprendizaje funcional, activo y autónomo.

La formación en ciencias e ingeniería es relevante, ya que impulsa con fuerza la Industria 4.0, pero es necesaria una competencia interdisciplinaria humanista y científica que permitirá llevarla a cabo y afrontar los desafíos actuales. Hay otras competencias, como transferir resultados de manera efectiva y habilidad en la comercialización. Además, se integran materiales para la realización de actividades interdisciplinarias, tales como:

- **Material lógico:** que fomenta el razonamiento lógico de los estudiantes al mismo tiempo que van pasando por distintas disciplinas científicas.
- **Material capicúa:** que fusiona en una sola práctica aspectos matemáticos, como el manejo de los

números capicúas, con el mundo de las disciplinas experimentales, como las ciencias físicas naturales.

- **Material litográfico:** donde el trasfondo de la práctica se basa en conocer las distintas técnicas litográficas.
- **Material científico:** en el cual, aunque se ven distintos conceptos y contenidos básicos de estadística matemática, el objetivo global de la práctica es que los estudiantes realicen un análisis científico de resultados.

A pesar de los numerosos beneficios en la implantación del ABP y STEAM, no se deben olvidar los posibles desafíos que se debe superar; entre ellos está el desarrollo de proyectos, pues estos deben cumplir con los objetivos tanto del ABP como los propios del área curricular o transversal, implementación y desarrollo en el aula.

Según Reyes *et al.* (2021), si los docentes no dominan las herramientas que se emplean para crear proyectos, no lograrán afrontar con solvencia el ABP. Asimismo, la orientación del tutor a través de la retroalimentación es fundamental; existen tipos y formas de dar retroalimentación, lo que tendrá un impacto en el desempeño de los estudiantes.

Otro reto, además de los parámetros estrictos del currículo de las pruebas de acceso, la falta de oferta de formación inicial y continua en ABP y STEAM, así como de los recursos tecnológicos novedosos, es la influencia. Estas dificultades son asumibles si las centramos en oportunidades:

espacio, estructura y modelo de las instalaciones; disponibilidad y variedad en la dotación y medios tecnológicos; formación permanente y especializada del equipo docente; y el desarrollo de un ambicioso proceso de trabajo, entre otros

El ABP y su metodología promueven una transformación del proceso de adquisición del conocimiento, ya que el alumnado pasa de una postura receptora a una más participativa. Se fomenta el desarrollo de competencias que demanda la sociedad actual porque requiere aplicar en un contexto real o aproximado los conocimientos adquiridos previamente.

5.3. Retos y posibilidades de implementar ABP y STEAM

Para alcanzar el objetivo de incorporar la Educación 4.0, es fundamental incluir el ABP y STEAM en el currículo escolar. La cuestión es si la estructura normativa y la autonomía de los centros lo posibilitan. Hasta el momento, la práctica situada muestra que no existen dificultades normativas si el profesorado se siente respaldado por la dirección del centro. No obstante, un problema añadido es la escasa formación que tiene el profesorado en estos procesos y en la temática STEAM y si la existente se desarrolla sin que haya reconocimiento alguno en las listas de formación del profesorado.

Aparte de la formación inicial, las necesidades de la específica del profesorado van mucho más allá de los defectos personales relacionados con el uso de las TIC; se trata

de una formación específica tanto de software y hardware como de la construcción de proyectos de aprendizaje interdisciplinar en conexión con los currículos académicos. Por lo tanto, la formación ha de ser una apuesta clara a nivel institucional, en la línea de los postulados de las Filosofías 3.0. La implementación de contextos basados en la transformación física de la realidad de los proyectos (diseño, creación, programación de materiales físicos) supone problemas adicionales, como el tiempo, la viabilidad, el coste económico de los materiales, la localización del espacio necesario o la eliminación inadecuada del material deseado.

Hasta conseguir el final deseado, todo ello hace que el profesorado opte por el cinismo de experiencias más fáciles o recurra a la reproducción exacta de experiencias propuestas a través de la red. Por tanto, se sufre la patología de pérdida de interés y motivación por parte de sus estudiantes, debido al escaso despliegue del proceso creativo y de pensamiento que ha de acompañar a estos procesos.

Conclusiones

El aprendizaje basado en proyectos y el enfoque STEAM se destacan como las metodologías educativas más actualizadas y efectivas para fomentar un aprendizaje interdisciplinario. Ambas estrategias comparten el objetivo de proporcionar experiencias significativas que preparen a los estudiantes a enfrentar problemas reales de manera creativa, colaborativa y práctica. Al combinar estos enfoques,

se amplían las oportunidades para desarrollar habilidades esenciales del siglo XXI, como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la innovación. Este enfoque integrado no solo promueve la adquisición de conocimientos técnicos, sino también un aprendizaje más profundo que conecta las disciplinas tradicionales con las artes y el diseño, fortaleciendo tanto la creatividad como la aplicabilidad de lo aprendido.

Uno de los principales problemas es la actitud negativa de algunos estudiantes, que pueden sentirse desmotivados ante un enfoque que exige mayor autonomía y responsabilidad en su proceso de aprendizaje. Esta dificultad está vinculada con la falta de educación previa o a experiencias educativas tradicionales, las cuales no fortalecen estas habilidades. Además, las instituciones educativas enfrentan retos organizativos relacionados con la evaluación de resultados, ya que las metodologías ABP y STEAM requieren herramientas de evaluación más cualitativas y centradas en competencias, lo que difiere de los sistemas tradicionales. La planificación y estructuración curricular deben adaptarse cuidadosamente para incorporar estas metodologías de manera efectiva, lo que requiere tiempo, recursos y capacitación docente.

Referencias bibliográficas

Arnaiz-Sánchez, P., Alcaraz, S., y Caballero, C. M. (2024).
Meanings attributed to inclusive education by the

- educational community. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 27(3), 135-152. <https://doi.org/10.6018/reifop.617101>
- Constante, A. (2023). La educación tradicional devorada por internet y las redes sociales. *Praxis & Saber*, 14(38). <https://doi.org/10.19053/22160159.v14.n38.2023.15653>
- Diéguez, M., Vázquez, F., y Hochstetter, J. (2023). Design and application of a model for monitoring the achievement of Learning Outcomes for Introduction to Programming courses. *RISTI. Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información*, 504-516.
- Galindo-Losada, J., Balcazar, C., Carrion-Toro, M., y Santorum, M. (2023). Work in Progress: Development of a web-based educational robotics learning monitoring system using free software. *EDUNINE 2023 - 7th IEEE World Engineering Education Conference: Reimagining Engineering - Toward the Next Generation of Engineering Education, Merging Technologies in a Connected World, Proceedings*. <https://doi.org/10.1109/EDUNINE57531.2023.10102878>
- Garcés, G., y Peña, C. (2022). Adapting engineering education to BIM and industry 4.0: A view from Kolb's experiential theory in the laboratory. *Ingeniare*, 30(3), 497-512. <https://doi.org/10.4067/S0718-33052022000300497>

- Gil-Quintana, J., Osuna Acedo, S., Limaymanta, C. H., y Romero-Riaño, E. (2023). Análisis Bibliométrico de Artículos Sobre Innovación Educativa en Educación a Distancia: Un Reto Para la Pedagogía Crítica y la Educación Mediática. *American Journal of Distance Education*, 37(4), 308–326. <https://doi.org/10.1080/08923647.2023.2241715>
- González-Balladares, J. D., y Toque-Huamán, E. (2024). Experience with project-based learning in teaching spectroscopy with interdisciplinary groups. *Revista Eureka*, 21(1). https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2024.v21.i1.1203
- Granados Maguiño, M. A., Romero Vela, S. L., Rengifo Lozano, R. A., y Garcia Mendocilla, G. F. (2020). Technology in the educational process: New scenario. *Revista Venezolana de Gerencia*, 25(92).
- Greca, I. M., Ortiz-Revilla, J., y Arriasecq, I. (2021). Design and evaluation of a STEAM teaching-learning sequence for primary education. *Revista Eureka*, 18(1). https://doi.org/10.25267/REV_EUREKA_ENSEN_DIVULG_CIENC.2021.V18.I1.1802
- Laclote-Gutierrez, G., Azócar-Gallardo, J., Lara-Subiabre, B., Pereira-Berrios, M. R., Avila-Saldaña, C., y Vera-Assaoka, T. (2024). Physical education students' perceptions of problem-based learning (ABP). *Retos*, 56, 759-769. <https://doi.org/10.47197/retos.v56.102877>

- Lardoeyt Ferrer, R., Domínguez Méndez, M., Quesada Soto, Z., Gómez Zabala, Z., Araujo Teixeira, M., y Alfonso Díaz, K. (2024). Student perception of the problem-based learning (PBL) method in the Medical Genetics subject at a Cuban medical university. *Salud, Ciencia y Tecnología*, 4. <https://doi.org/10.56294/saludcyt2024.572>
- Marzal, M. Á., y Vivarelli, M. (2024). The convergence of Artificial Intelligence and Digital Skills: a necessary space for Digital Education and Education 4.0. *JLIS.It*, 15(1), 1-15. <https://doi.org/10.36253/jlis.it-566>
- Neubauer, A., López, A. M., Garzón, F. R., y Trachtenberg, T. S. (2023). Representations and recognition of (un)protected childhood: dilemmas for Social Education from Melilla. *Revista Lusofana de Educação* 60(60), 155-170. <https://doi.org/10.24140/issn.1645-7250rle60.10>
- Núñez-Naranjo, A. (2022). Herramientas tecnológicas como tendencia en la educación media en tiempos de COVID-19: Revisión teórica. https://media.proquest.com/media/hms/PFT/1/1evQP?_s=9A8CONE%2B9uQBqikzCz2MSijIxOY%3D
- Núñez-Naranjo, A., Galeas, G., y Paredes, A. (2020). Estrategias para la adaptación escolar: una visión desde la secundaria. *593 Digital Publisher CEIT*, 6(1), 274-282. <https://doi.org/10.33386/593dp.2021.1.452>
- Pérez-Macías, Y., y González, A. A. (2024). The argument of the Graduate in Physical Culture through Project

- Based Learning. *Revista Iberoamericana de Argumentación* (29), 46-72. <https://doi.org/10.15366/ria2024.29.003>
- Planès, A., Untas, A., y Dorard, G. (2024). Welcoming and supporting young carers at the Maison des Adolescents de l'Ariège: A dedicated scheme. *Information Psychiatrique*, 100(5), 297-303. <https://doi.org/10.1684/ipe.2024.2718>
- Reyes, S., Oyola, M., y Valderrama, O. (2021). Nutritional educational program for university instructors related to cardiometabolic risk factors. *Revista Chilena de Nutrición*, 48(6), 832-837. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182021000600832>
- Robles Ortega, D. A., Hernández Rosales, M. J., Mendoza Chavarria, V. C., y Guaña Moya, J. (2022). La educación tradicional vs. la educación virtual. *RECIMUNDO*, 6(4). [https://doi.org/10.26820/recimundo/6.\(4\).octubre.2022.689-698](https://doi.org/10.26820/recimundo/6.(4).octubre.2022.689-698)
- Rollan, L., Gigena, C., Diaz Saubidet, I., Valverde, S., Belliamunzon, G., y Millán, C. (2024). Innovation and challenges: minimally invasive surgery training in Latin America. *Cirugía Pediátrica: Órgano Oficial de la Sociedad Española de Cirugía Pediátrica*, 37(4), 147-151. <https://doi.org/10.54847/cp.2024.04.10>
- Sallán, J. G., y Rueda, P. O. (2024). Developing and assessing the 'Learning to Learn' competence. *Res Mobilis*, 53(3), 285-293. <https://doi.org/10.17811/rifie.21274>

- Selcuk, N. A., Kucuk, S., y Sisman, B. (2024). Does really educational robotics improve secondary school students' course motivation, achievement and attitude? *Education and Information Technologies*, 29(17), 23753-23780. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12773-1>
- Tay, K. S., y Eng, J. L. (2024). Integrating Maker Education into the Research Project of Undergraduate Chemistry Program: Low-Cost Arduino-Based 3D Printed Autotitrator. *Journal of Chemical Education*, 101(12), 5430-5436. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.4c00486>
- Trujillo Yaipen, W. M. (2023). The Impact of Virtual Simulators on Quantity Problem-Solving Competence in Fifth-Year High School Students. *RISTI. Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información*, 265–276.
- Ubaque-Casallas, D. (2021). Language pedagogy and teacher identity: A decolonial lens to english language teaching from a teacher educator's experience. *Profile: Issues in Teachers' Professional Development*, 23(2), 199-214. <https://doi.org/10.15446/profile.v23n2.90754>
- Vargas, A. M. C., Mina, M. A. E., Catalán, L. L., y Catalán, B. L. (2024). Computational intelligence, educational robotics, and artificial intelligence in the educational field. A bibliometric study and thematic modelling. *International Journal of Educational Research and Innovation*, (22). <https://doi.org/10.46661/ijeri.10369>
- Villegas-José, V., y Delgado-García, M. (2024). Artificial Intelligence: innovative educational revolution in Higher

Education. *Pixel-Bit, Revista de Medios y Educacion*, 71, 159-177. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.107760>

Williams, C., López-Entrambasaguas, O. M., Cayu, E., y Goset-Poblete, J. (2024). Impact of active methodologies on the learning strategies of first-year healthcare students at Finis Terrae University. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 35(5-6), 385-392. <https://doi.org/10.1016/j.rmclc.2024.02.004>



Capítulo III

El papel de la robótica educativa en el desarrollo de habilidades STEAM

Aracelly Núñez-Naranjo¹⁻², Karen Amores-López²,
Pola Laguna-Recalde², Nuvia Vargas-Santi²,
Génesis Zabala-Cáceres²

1 Centro de Investigación en Ciencias Humanas y de la Educación (CICHE), Universidad Tecnológica Indoamérica. Ambato 180103, Ecuador.

2 Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad Tecnológica Indoamérica. Ambato 180103, Ecuador.

Resumen

A través de actividades dinámicas e interdisciplinarias, la robótica educativa combina teoría y práctica, fomentando competencias STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas); habilidades técnicas, como el diseño y la programación; y habilidades transversales cruciales, como la creatividad, el pensamiento crítico y el trabajo en equipo. Para superar obstáculos como la falta de financiación y consolidar su papel en la preparación de los estudiantes para una sociedad tecnológica, es crucial invertir en infraestructuras y formación. El objetivo de este capítulo es analizar el papel de la robótica educativa en el desarrollo de habilidades STEAM en el ámbito educativo. El método de estudio empleado es la revisión bibliográfica, que se basó en un examen exhaustivo de investigaciones anteriores sobre enfoques pedagógicos avanzados para mejorar los procesos de aprendizaje. Como principales resultados se obtuvo que el uso de la robótica educativa funciona como herramienta transformadora para mejorar el currículo y promover las competencias STEAM en la formación de instructores. Se concluye que la robótica educativa combina principios de ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas de forma práctica e interdisciplinar; tiene un gran impacto en el desarrollo de las habilidades STEAM. Al construir y programar robots, este enfoque permite a los alumnos aplicar los conocimientos teóricos a situaciones del mundo real, al tiempo que fomenta la creatividad, el pensamiento crítico, la resolución de problemas y el trabajo en equipo.

Palabras clave: competencias STEAM, educación tecnológica, formación docente, Educación 4.0

Introducción

La robótica educativa ha emergido como una herramienta pedagógica poderosa en la educación moderna, ofreciendo un enfoque innovador para enseñar y aprender en las áreas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas (STEAM, por sus siglas en inglés). De esta forma, se promueve el aprendizaje de contenidos técnicos y se fomentan habilidades clave como la resolución de problemas, la colaboración y la creatividad; fundamentales para el siglo XXI. De acuerdo con Benitti (2012), la robótica educativa tiene el potencial de transformar las experiencias de aprendizaje, permitiendo que los estudiantes interactúen de manera práctica con conceptos complejos de matemáticas y ciencias, mientras desarrollan su capacidad crítica y su habilidad para trabajar en equipo.

La educación contemporánea enfrenta el desafío de adaptarse a un mundo en constante evolución, donde la tecnología y la innovación juegan un papel crucial en el desarrollo de competencias esenciales para el futuro. La llegada de las disciplinas denominadas STEAM ha ido asociada a una revolución conceptual en el paradigma del aprendizaje. Nunca habían estado tan interconectadas. La integración de la robótica en las aulas, que fomenta el aprendizaje significativo a través de la tecnología y la cooperación

interdisciplinar, apoya los conceptos STEAM y ayuda a los estudiantes a adquirir habilidades críticas para abordar los problemas de la sociedad actual.

Uno de los aspectos más destacables de la robótica educativa es su capacidad para hacer que los conceptos abstractos sean tangibles y comprensibles. El uso de plataformas como LEGO Mindstorms o VEX Robotics no solo mejora el rendimiento de los estudiantes en áreas tradicionales como las matemáticas y las ciencias, sino que también aumenta su interés por estos campos al conectar la teoría con aplicaciones prácticas en el mundo real. Este tipo de aprendizaje activo permite que el alumnado se convierta en solucionador de problemas, enfrentándose a desafíos reales, mientras aprende a programar y construir dispositivos robóticos.

Además, la integración del arte dentro del marco STEAM potencia aún más la efectividad de la robótica educativa. La robótica se convierte en un arte que embellece los proyectos y que introduce nuevas formas de pensar, lo que enriquece las soluciones a los problemas planteados. Esta integración permite que los estudiantes piensen de manera multidimensional, fusionando la lógica con la creatividad para dar lugar a proyectos innovadores. De esta forma, la robótica educativa no solo mejora sus habilidades técnicas; también su capacidad para pensar de manera flexible y creativa, características esenciales en un mundo cada vez más conectado y tecnológico.

Sin embargo, la implementación de programas de robótica enfrenta algunos desafíos, especialmente en países

con limitaciones económicas o tecnológicas. La falta de acceso a recursos tecnológicos, la necesidad de capacitar docentes, y las desigualdades educativas entre zonas rurales y urbanas siguen siendo obstáculos importantes. Wang *et al.* (2021) mencionan que es fundamental diseñar políticas públicas que reduzcan estas brechas y aseguren que todos los estudiantes puedan beneficiarse de estas iniciativas.

En el ámbito global, programas como “First LEGO League” muestran cómo la robótica puede tener un impacto positivo no solo en el rendimiento académico de los alumnos, sino también en su desarrollo social y emocional. Yu *et al.* (2018) insiste en que este tipo de programas fomenta el trabajo en equipo, la resolución creativa de problemas y el pensamiento crítico, habilidades que son esenciales para los futuros profesionales en cualquier área. Estos eventos también permiten a los estudiantes enfrentar desafíos que combinan la ciencia y la tecnología para resolver problemas del mundo real, lo que mejora sus competencias en STEAM y su capacidad para colaborar y comunicar ideas de manera efectiva.

En el presente capítulo, se da a conocer acerca de la importancia de la educación STEAM actualmente. El objetivo es analizar el papel de la robótica educativa en el desarrollo de habilidades STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) en el ámbito educativo. La metodología empleada es una revisión bibliográfica sobre la robótica educativa, habilidades STEAM y su relevancia, componentes de los robots educativo, tipos de robots educativos, programación y lenguajes utilizados, beneficios de

la robótica educativa, desarrollo de habilidades cognitivas, fomento de la creatividad y el pensamiento crítico, inclusión y diversidad en el aprendizaje, implementación de la robótica en el currículo escolar, desafíos y soluciones en la integración curricular.

1.1. Introducción a la robótica educativa

El papel de la robótica en el ámbito de la educación ofrece un espacio de diálogo entre el trabajo pedagógico y la aplicación de la tecnología al trabajo en el aula. Barrera Lombana (2015) define a la robótica pedagógica como una disciplina de aprendizaje, la cual proporciona diversos ambientes para la enseñanza, basando la participación de los estudiantes en el desarrollo de su pensamiento lógico, mediante la resolución de problemas. Entre los beneficios de utilizar elementos tecnológicos están fomentar el aprendizaje e incrementar el desarrollo de diversas habilidades.

1.2. Definición y conceptos clave

Fehrmann (2024) define a la robótica educativa como un paradigma constructivista que permite a los alumnos interactuar activamente con robots educativos como BlueBot, Ozobot y Thymio para adquirir competencias digitales, pensamiento computacional y capacidad de resolución de problemas. Este método accesible y multidisciplinar, que puede ponerse en práctica desde la escuela primaria hasta la universidad, combina el desarrollo de habilidades

sociales —como la creatividad y el trabajo en equipo— con la adquisición de habilidades técnicas.

La robótica educativa debe ser observada como una herramienta de enseñanza que ayuda a los estudiantes a adquirir habilidades del siglo XXI: la creatividad, el diseño, la construcción, la programación, el pensamiento computacional y el trabajo en equipo. Consiste en poner la naturaleza multidisciplinar de la robótica al servicio de la creación de productos técnicos con una finalidad específica, conectando ideas abstractas con aplicaciones en el mundo real, en lugar de limitarse a enseñar robots.

1.3. Importancia en la educación actual

El paradigma educativo actual ha dado un giro completo, donde el profesor pasa a ser un mediador en el proceso de enseñanza-aprendizaje. La actitud docente intrusiva que explicaba el contenido que tenía que aprender el estudiante ha dado paso a la liberación estudiantil, que deberán trabajar solos o por grupos. La robótica es un terreno que se encuentra en plena expansión en el ámbito educativo; su actividad supone el estudio de varias ciencias a la vez, además de fomentar en gran medida el trabajo en equipo para llevar a cabo un proyecto. Esta unión de disciplinas se conoce como STEAM.

El sistema educativo muchas veces está lleno de barreras que impiden la cooperación entre las asignaturas al mismo tiempo, lo que va en contra de la robótica, que

propone otros valores educativos básicos. Es indiscutible que esta aporta un valor añadido en la adquisición de diferentes habilidades. Podríamos decir que, en la actualidad, la robótica se ha convertido en una disciplina más en la educación, como puede ser la física o las matemáticas. Se puede aplicar en todas las etapas educativas, desde educación infantil hasta la universidad; por ello, es importante introducir a los más pequeños en las disciplinas STEAM, sobre todo en la época actual, donde el entorno en el que nos encontramos se mueve alrededor de la tecnología en todas sus vertientes.

En respuesta a los problemas de un mundo tecnológico en rápida evolución, la robótica educativa fomenta el pensamiento crítico, la creatividad, la resolución de problemas y el trabajo en equipo. Al relacionar el material académico con cuestiones reales, integra interdisciplinariamente los campos STEM, mejorando y profundizando el proceso educativo. Apoya entornos de aprendizaje que fomentan la independencia y la participación, por lo que promueve la sostenibilidad de los planes de estudio mediante la coordinación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, incluido el ODS 4 (Educación de calidad). Asimismo, fomenta el aprendizaje en profundidad y despierta el interés de los estudiantes por campos científicos y tecnológicos importantes para su futuro, aumentando su motivación y curiosidad (Llanos-Ruiz *et al.*, 2024).

Un avance importante en la educación es la implementación de la robótica educativa; mientras, que la inteligencia

artificial (IA) es un componente que cambia la educación al ajustarse a las demandas de cada estudiante. En un mundo digitalizado, la utilización de inteligencias artificiales sirve como una herramienta para mejorar la expresión oral, escrita, auditiva y lectora; por ejemplo, en el aprendizaje de un nuevo idioma. Mediante pruebas, se mostró que, si bien el crecimiento de la lectura fue más lento, la escritura, la expresión y la comprensión orales mejoraron significativamente al utilizar estas herramientas.

2. Habilidades STEAM y su relevancia

En el contexto de STEAM, la robótica educativa es una herramienta modernizada que integra ideas como algoritmos, estructuras mecánicas y funcionamiento de robots, al tiempo que fomenta las habilidades matemáticas, la programación y el pensamiento computacional. Refuerza el aprendizaje matemático mediante problemas de geometría, aritmética y lógica; también, incentiva la descomposición y el modelado de problemas, introduce conceptos de ingeniería y tecnología a una edad temprana y promueve la creatividad y la resolución de problemas al abordar aquellos que llaman a la investigación de varias soluciones posibles.

Mediante la sugerencia de técnicas metodológicas basadas en las TIC que resultan beneficiosas para las actividades de robótica, como el aprendizaje basado en proyectos (ABP), la gamificación y la clase invertida (*flipped classroom*), estas técnicas permiten crear experiencias que

progresan de niveles básicos a superiores de acuerdo con la taxonomía de Bloom. En torno a ellas, los estudiantes utilizan la programación y la mecánica para resolver problemas reales. Asimismo, la incorporación de herramientas digitales y el énfasis en el aprendizaje significativo integran las TIC con los fines de la robótica educativa, mejorando tanto las habilidades prácticas como las cognitivas (Morales-Urrutia *et al.*, 2021).

2.1. STEAM: Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas

En el campo de la educación se han producido numerosos cambios metodológicos en las últimas décadas. La incorporación de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación a contextos educativos y el desarrollo de nuevas metodologías de trabajo más activas y participativas son algunos ejemplos de ello. Sin embargo, a menudo, dichos cambios metodológicos no se traducen en una mejora de la calidad educativa ni en la adquisición de una serie de competencias y habilidades consideradas como básicas en el contexto actual. El término STEAM es un acrónimo que hace referencia a un campo interdisciplinar basado en un enfoque experimental. En este sentido, el diseño de STEAM permite implementar estrategias pedagógicas basadas, entre otros, en los entornos de aprendizaje enriquecidos que proporcionan las nuevas TIC.

Para Lam-Byrne (2023), STEAM es un método educativo que combina ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas. Está concebido para que se ponga en práctica en todos los niveles educativos, desde el preescolar hasta la universidad. Pretende fomentar el desarrollo de capacidades vitales, como la creatividad, la autogestión y el pensamiento sistémico. Fomenta la resolución de problemas y el aprendizaje basado en proyectos, promoviendo una educación multidisciplinaria, creativa y colaborativa, que vincula los conocimientos artísticos y científicos con escenarios del mundo real.

La robótica educativa es una herramienta clave para fomentar la integración de las disciplinas STEAM. Mediante la creación y programación de robots, los estudiantes aplican conceptos de ciencia y tecnología; desarrollan habilidades de ingeniería al construir dispositivos; y exploran principios matemáticos como el cálculo y la lógica. Al incorporar el arte, los proyectos de robótica también desarrollan la creatividad y el diseño visual, lo que promueve una comprensión holística de estos campos. Esta convergencia de disciplinas no solo fortalece el aprendizaje, sino que también prepara a los estudiantes para resolver problemas de manera multidisciplinaria.

2.2. Interconexión de habilidades y su aplicación en la vida cotidiana

Saldaña-Acosta (2021) expone que una integración completa de las competencias fundamentales, laborales y ciudadanas

demuestra cómo se conectan y aplican las destrezas en situaciones del mundo real, brindando a los estudiantes una oportunidad de involucrarse en su aprendizaje significativo, al sentirse como los verdaderos protagonistas. El objetivo de esta investigación fue promover el trabajo colaborativo, cooperativo e innovador para diseñar, desarrollar e implementar un prototipo que permita gestionar un brazo robótico (autómata); expone que una integración completa de las competencias fundamentales, laborales y ciudadanas demuestra cómo se conectan y aplican las destrezas en situaciones del mundo real. Los estudiantes aplican conocimientos de diversos campos en actividades interdisciplinarias, enfrentándose a problemas que exigen soluciones prácticas y perfeccionando sus habilidades de programación mediante pruebas de ensayo y error. Además, el trabajo en equipo fortalece las relaciones interpersonales, lo que mejora las habilidades de comunicación y negociación y fomenta la proactividad y el aprendizaje autónomo colaborativo; todo ello conduce al desarrollo del pensamiento crítico, la creatividad y la capacidad de análisis.

El enfoque STEAM, facilitado por la robótica educativa, promueve la interconexión de habilidades que los estudiantes pueden aplicar a situaciones cotidianas. Al integrar ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas, el alumnado no solo aprende contenidos académicos, sino que también desarrolla competencias prácticas, como la resolución de problemas, la colaboración y el pensamiento crítico. Estas habilidades se transfieren a la vida diaria, donde

pueden utilizarse en la creación de soluciones tecnológicas, la optimización de procesos y el diseño de productos innovadores que resuelvan problemas del mundo real.

En STEAM, las habilidades relacionadas con cada campo son:

- **Ciencia:** Las habilidades principales implicadas en ciencia son la observación, el razonamiento lógico, la experimentación y la comunicación científica. La lectura e interpretación de gráficos, tablas e imágenes también son importantes.
- **Tecnología:** Son habilidades relacionadas con las aplicaciones e innovación tecnológicas y la resolución de problemas a través de ellas. Esto también implica la capacidad de utilizar y adoptar las TIC.
- **Ingeniería:** Las habilidades vinculadas con la ingeniería se refieren a la resolución de cuestiones prácticas. El aprendizaje para el diseño y desarrollo de un producto, con el fin de mejorar una determinada situación, implicará el análisis y el ajuste de distintos componentes del conjunto.
- **Arte:** Se explora la creatividad, la flexibilidad y la adaptación a situaciones distintas. Independientemente del camino elegido, dar este primer paso favorecerá estos puntos con independencia de la competencia artística de cada persona.
- **Matemáticas:** Las habilidades matemáticas ayudan a la toma de decisiones de acuerdo con la información

cuantitativa. La argumentación también es clave en el razonamiento matemático.

3. Fundamentos de la robótica educativa

La educación robótica, también llamada robótica pedagógica, cada vez abre más posibilidades; sin embargo, algunas áreas todavía siguen inexploradas y se incluye específicamente el campo de la investigación, lo que ciertamente ha originado también una transformación en los planteles educativos. Gonzalez-Fernández *et al.* (2021) en su estudio destacan los beneficios de la robótica educativa “en cuanto al desarrollo de competencias de comunicación, trabajo en equipo, creatividad y resolución de problemas” y dan cuenta de las metodologías didácticas empleadas en aprendizajes basados en problemas y en proyectos del aprendizaje colaborativo, vivencial y lúdico; todas ellas, indistintamente, están relacionadas con teorías construccionistas.

Uno de los avances más sugerentes en el uso de la robótica en la educación comenzó en la década de 1970 con el movimiento Logo. Desde una perspectiva psicopedagógica, este se asocia al constructivismo, según el cual, los alumnos construyen su propio aprendizaje reflexionando, experimentando, manipulando y descubriendo. El potencial de la robótica educativa está en ser empleada como instrumento pedagógico que fomenta la construcción activa del conocimiento y sostiene que los fundamentos de este campo residen en su capacidad para combinar teoría y práctica en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

La base de la robótica educativa es la integración de diversos campos del conocimiento, como la electrónica, la programación y la mecánica, mediante el uso de kits de robótica (Lego, Robotics, VEX, Arduino) que incorporan motores, sensores y microcontroladores para permitir un aprendizaje colaborativo y práctico. El proceso de diseño de ingeniería incluye pasos como la definición del problema, la generación de soluciones, la creación de modelos, la realización de pruebas y la mejora, así como el desarrollo de habilidades de diseño y resolución de problemas en un entorno de aprendizaje activo, dinámico y real; está relacionado con la robótica educativa (Selcuk *et al.*, 2024).

3.1. Componentes y tipos de robots educativos

Los componentes clave de los robots educativos incluyen tanto el hardware, como los sensores y actuadores, como el software, que permite la programación y la interacción con los usuarios. Buscan facilitar el aprendizaje práctico. Hay varios tipos, incluyendo kits de construcción como LEGO Mindstorms, robots humanoides como NAO, robots modulares como Cubelets, robots programables sencillos como Bee-Bot, y robots de simulación como VEXcode VR. Estos tipos permiten a los estudiantes explorar conceptos tecnológicos y científicos.

- **Robot educativo programable:** Cuenta con un sistema para el control y la programación del robot. Permite a los estudiantes expandirse tanto

para controlar nuevos robots como para emular otras bibliotecas incluidas con otro tipo de robots (Moran-Borbor *et al.*, 2021).

- **Robot manipulador:** Es utilizado en propuestas docentes para el desarrollo de competencias en programación. Se basa en la configuración de un sistema que permite probar programas tanto en simulación como en un robot real colaborativo.
- **Nao y Zeno:** Son robots humanoides diseñados para interactuar con los seres humanos; son capaces de caminar, correr, saltar, bailar y coger objetos. Reconocen los objetos y pueden detectar sonidos del entorno y comunicarse (Valagkouti *et al.*, 2022). Zeno, además, es capaz de asimilar expresiones faciales y puede utilizar más de una veintena de idiomas (Davison *et al.*, 2021).

3.2. Programación y lenguajes utilizados

Sistemas de programación visual, como Scratch y Snap, por su accesibilidad y facilidad de uso, se utilizan con frecuencia en la enseñanza y son perfectos tanto para principiantes como para quienes tienen algunos conocimientos de programación. Mientras que Snap se utiliza en secundaria y bachillerato, Scratch es más adecuado para la educación infantil y básica. García Angarita *et al.* (2021) delinea que Snap es una extensión de Scratch; está orientada a estudiantes de secundaria y universitarios. Es única porque permite crear

bloques propios o procedimientos; ambas herramientas forman parte de un ecosistema más amplio de recursos para aprender a programar, como Code.org, RoboMind y Alice. Scratch es un programa educativo que ayuda a los jóvenes a aprender a programar a través de un entorno visual basado en bloques o diagramas de flujo.

3.3. Beneficios de la robótica educativa

Como un ejemplo de prácticas empleadas en las aulas se destacan ejercicios creados para incluir los robots en la enseñanza de las ciencias, la tecnología, la ingeniería, el arte y las matemáticas (STEAM), al tiempo que presenta diversas aplicaciones de la robótica del mundo real en la educación básica. González (2021) recomienda poner el robot mBot, programable por bloques y accesible a los estudiantes, para ejercicios de resolución de problemas y personalización. Asimismo, la gamificación se emplea para crear una atmósfera atractiva y divertida, mientras que la metodología del Aprendizaje Basado en Retos (ABr) se pone al servicio de la resolución práctica de problemas.

Por ello, el uso de robots educativos, combinado con otros enfoques activos, es una poderosa herramienta para fomentar estrategias de aprendizaje basadas en problemas y proyectos y el trabajo en equipo. De esta manera, no solo se facilita la resolución de problemas utilizando herramientas digitales, sino que también se ayuda a los alumnos a ser más competentes digitalmente. Contribuye a fortalecer

actitudes y valores relacionados con la ciencia y la tecnología, dotando a educadores y alumnos de las capacidades profesionales necesarias para afrontar los retos del siglo XXI. Gonzalez-Fernández *et al.* (2021) explican las numerosas ventajas de la robótica educativa, entre ellas, el desarrollo de habilidades, como la resolución de problemas, la comunicación, el pensamiento lógico-matemático, la creatividad y el trabajo en equipo.

Adicionalmente, el desarrollo de competencias y habilidades multidisciplinares, como el pensamiento divergente, la creatividad, la autonomía, la iniciativa y el liderazgo es uno de los muchos beneficios de los robots educativos. Fomenta la colaboración y la convivencia, al favorecer las habilidades sociales, emocionales y comunicativas. Es un recurso que inspira y mejora el aprendizaje. Se ha demostrado que este método proporciona sensaciones agradables y placenteras en diversos contextos educativos, como proyectos inclusivos y aulas hospitalarias y permite establecer entornos de interacción más ricos.

4. Desarrollo de habilidades cognitivas

El desarrollo de habilidades cognitivas se centra en fomentar capacidades críticas, como la creatividad, el razonamiento lógico, la resolución de problemas y la abstracción. Llanos-Ruiz *et al.* (2023) afirman que las actividades de construcción, programación y diseño de robots permiten a los alumnos practicar el pensamiento científico, mejorar su

concentración y crear planes para superar obstáculos por sí mismos. El aprendizaje experimental y el uso de la tecnología fomentan la creatividad y la imaginación, lo que ayuda a los alumnos a establecer la conexión entre las ideas abstractas y las aplicaciones en el mundo real. Del mismo modo, como mejora del proceso educativo, este método prepara a los alumnos para hacer frente a las exigencias tecnológicas y cognitivas del mundo moderno.

El trabajo por proyectos es esencial para introducir a los alumnos en este método de aprendizaje, ya que les permite plantear preguntas perspicaces y buscar soluciones que van más allá de lo obvio (Ardila-Muñoz y Rosero-Calderón, 2022). De este modo, se evidencian las conexiones entre el aprendizaje multidisciplinar, la colaboración y la resolución de problemas del mundo real y el pensamiento matemático y los robots educativos. Se observa que promueven una atmósfera de aprendizaje basada en la creatividad y el descubrimiento, lo que respalda la afirmación de que las matemáticas deben considerarse un lenguaje flexible que puede utilizarse en diversas situaciones.

4.1. Fomento de la creatividad y el pensamiento crítico

Fomentar la creatividad se refiere al conjunto de acciones, estrategias y ambientes que se crean para estimular, desarrollar y potenciar la capacidad de generar ideas originales, innovadoras y valiosas. El pensamiento crítico se refiere al proceso de análisis reflexivo y evaluación de la información

para tomar decisiones informadas. La integración efectiva del pensamiento crítico en el aula requiere estrategias pedagógicas que fomenten la reflexión, la argumentación y el cuestionamiento activo.

Vera-Sagredo *et al.* (2024) remarca que la robótica educativa fomenta el pensamiento crítico, la creatividad, la resolución de problemas complejos, la colaboración y la confianza en los estudiantes; de esta forma, se promueven habilidades esenciales del siglo XXI, como la adaptabilidad y el aprendizaje activo. La robótica potencia la creatividad al facilitar entornos de aprendizaje innovadores, integrando áreas de conocimiento y promoviendo un entorno lúdico, colaborativo y autónomo, relacionado con el desarrollo del pensamiento sistémico. Es un potente instrumento que desarrolla el pensamiento crítico, la creatividad, la resolución de problemas, el trabajo en equipo y la adaptabilidad, todas ellas habilidades cruciales en la actualidad.

4.2. Inclusión y diversidad en el aprendizaje

Parra (2021) aborda la diversidad y la inclusión en la educación. La educación inclusiva implica una reforma de los sistemas educativos para garantizar la igualdad de oportunidades para todos los alumnos, independientemente de sus características únicas. Para promover una educación equitativa y de alta calidad, esta debe dar cabida a la diversidad y ajustarse a las necesidades únicas de cada alumno. El autor discute cómo la tecnología, incluida la robótica educativa,

puede ser extremadamente útil para abordar las disparidades, promover la accesibilidad y permitir el aprendizaje en diversos entornos.

En sí, la robótica educativa mejora las habilidades sociales y comunicativas de los estudiantes, así como su deseo de colaborar con los demás. Se promueve como un medio para fomentar habilidades críticas, como el pensamiento computacional, que ayudará a todos, no solo a aquellos con necesidades educativas especiales. Apoya la interdisciplinariedad (integrando los campos STEAM), fomenta el aprendizaje activo en el que los alumnos toman la iniciativa, y crea ventajas sociales y emocionales al fomentar el trabajo en equipo.

4.3. Implementación de la robótica en el currículo escolar

Puesto que la robótica educativa es un campo aplicado de la ciencia y la ingeniería, la defensa más frecuente de su enseñanza es que proporciona a los estudiantes una formación científica respetable. Cedeño Zambrano (2023) demuestra el modo en que los robots educativos, por una parte, desarrollan las capacidades STEM, fomentan la diversidad y la inclusión al implicar a alumnos con distintas preferencias de aprendizaje; asimismo, aumentan la motivación de los estudiantes al incluir ejercicios prácticos en campos técnicos y científicos. Por otra parte, destaca lo crucial que es la preparación del profesorado para su éxito, a pesar de señalar obstáculos —como la falta de financiación y la exigencia de formación continua para garantizar el éxito de la ejecución.

Araújo *et al.* (2022) recapitula, a partir de investigaciones realizadas entre 2012 y 2021, el estado actual de los robots didácticos en el aula. Hace énfasis en que se puede utilizar la robótica como herramienta para promover el aprendizaje activo y cultivar la alfabetización científica. Los resultados destacan cómo los robots educativos fomentan la creatividad, la independencia, el aprendizaje experimental y la investigación al permitir la integración interdisciplinar de la información científica y tecnológica. Mediante técnicas creativas y pertinentes que conectan la teoría con la práctica, también ayuda a romper con los métodos de enseñanza convencionales.

Las ideas prácticas transversales estimulan el desarrollo de las competencias STEM transversales de los estudiantes, que son un componente crucial de su perfil de graduación. Poner en práctica proyectos que combinen varias disciplinas y faciliten la resolución de problemas reales requiere el uso de herramientas de programación. Prado Ortega *et al.* (2024) menciona que la robótica educativa permite crear proyectos STEM mediante la integración de herramientas de programación, como Arduino y Tinkercad. En este enfoque, se promueve la motivación y el compromiso de los estudiantes al facilitar la resolución de problemas, la interacción interdisciplinar y el aprendizaje experimental.

5. Desafíos y soluciones en la integración curricular

Para integrar en el ámbito de la computación física el currículo, unas de las principales barreras son la insuficiente preparación de los docentes, la falta de infraestructura tecnológica y el rigor de los planes de estudio. Se sugiere un enfoque interdisciplinario que vincule la computación física con otros campos del conocimiento. Se requiere el fomento del pensamiento crítico y creativo para una implementación exitosa en el aula, la capacitación permanente de los docentes en aspectos técnicos y pedagógicos y el acceso equitativo a los recursos tecnológicos a través de alianzas estratégicas y alternativas económicas como formas de superar estos obstáculos.

Jarquín Matamoros y Cerda Torres (2022) subrayan lo inherente que es que los productos estén alineados con los temas curriculares para garantizar su utilidad y evitar que sean vistos como mero entretenimiento. Se señala que los problemas de integración de la tecnología, incluida la escasez de tiempo y recursos, exigen técnicas adecuadas de desarrollo de competencias, como el uso de Moodle y la asistencia de instructores. Estas ideas están en consonancia con evitar métodos superficiales de aprendizaje de la tecnología y fomentar una comprensión profunda de los procedimientos implicados.

5.1. Investigaciones y estudios sobre robótica educativa

Gonzalez-Fernández *et al.* (2021) expresan que la tecnología forma parte de prácticamente todas las actividades humanas; el contacto del ser humano con ella es una tendencia que parece casi inevitable. El uso de la robótica educativa para ayudar a niños y jóvenes a desarrollar sus habilidades de aprendizaje es cada vez más común en el sistema educativo. Se ha identificado una serie de estrategias, como la utilización del robot como herramienta para enseñar al alumno a construir, programar y, en última instancia, crear nuevos prototipos. Todo ello para fomentar el crecimiento del pensamiento lógico-matemático, el algorítmico y otras habilidades como la creatividad, el trabajo en equipo y la comunicación.

Un estudio referente a la robótica educativa realizado por Mukhasheva *et al.* (2023) destaca los efectos de los robots en el ámbito educativo en el compromiso y el aprendizaje de los alumnos. Acentúa cómo la robótica fomenta el crecimiento de las capacidades científicas, matemáticas y tecnológicas, sobre todo en la enseñanza primaria y secundaria. El estudio también examina la forma en que la robótica fomenta la creatividad, el trabajo en equipo y la motivación por aprender de los alumnos.

5.2. Avances y descubrimientos recientes

Se ha demostrado que la incorporación de robots al plan de estudios ayuda a los estudiantes a desarrollar sus habilidades STEM. Un estudio reciente, sobre la integración

de la robótica educativa en el plan de estudios, resalta que estos ayudan al alumnado a estar más motivados y comprometidos; fomenta la diversidad y la inclusión en el aula y avanza en el desarrollo de las habilidades STEM.

El uso de kits de robótica, como LEGO Mindstorms, Arduino y Raspberry Pi en las aulas de primaria y secundaria, es un ejemplo de aplicación con éxito que se ha documentado en múltiples estudios. Con su ayuda, los estudiantes pueden construir robots desde cero, programar sus movimientos y probar sus diseños repetidamente. Herramientas más sofisticadas, como las plataformas ROS (Robot Operating System), se utilizan en entornos académicos para proyectos de investigación y concursos.

La robótica educativa tiene un gran impacto en la motivación de los alumnos porque estimula su curiosidad y el entusiasmo a través de actividades interactivas y prácticas. Al exponerlos a dificultades de programación y diseño, el uso de robots en el aula fomenta la motivación intrínseca al tiempo que favorece su competencia e independencia. Este método incentiva las buenas emociones y aumenta el compromiso activo; ambos son necesarios para un aprendizaje significativo. Como prueba de su interés constante y del impacto inspirador de la robótica educativa en el aula, los alumnos demostraron entusiasmo y voluntad de seguir abordando problemas cada vez más complejos.

5.3. Perspectivas futuras y áreas de investigación emergentes

Con el fin de normalizar y garantizar la sostenibilidad de las iniciativas, la revisión es el reto principal de extender las experiencias de robótica educativa a una variedad de contextos, como disciplinas, ciclos educativos, centros no escolares y espacios STEAM. Esto implica fomentar la colaboración entre profesores, alumnos e investigadores, al tiempo que se refuerza la formación inicial y continua del profesorado. Las posibilidades de la robótica educativa en el futuro, haciendo hincapié en su potencial transformador como en los efectos a largo plazo sobre las capacidades cognitivas y socioemocionales, se relacionan con la adaptabilidad a contextos diversos mediante planes de estudios inclusivos y la integración con tecnologías emergentes, como la realidad virtual y la inteligencia artificial.

Conclusiones

La robótica educativa influye significativamente en el desarrollo de las capacidades STEAM de los estudiantes de secundaria, dado que permiten la integración práctica y dinámica de conceptos de ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas. Este enfoque interdisciplinario fomenta competencias clave, como la creatividad, la resolución de problemas, el pensamiento crítico y el trabajo en equipo, necesarias para afrontar los retos del siglo XXI.

Los estudiantes utilizan los conocimientos teóricos en el mundo real construyendo y programando robots, lo que refuerza su comprensión conceptual y aumenta su motivación y rendimiento académico. Al incluir a alumnos con distintos estilos de aprendizaje y fomentar su participación, la robótica educativa incentiva la diversidad y la inclusión en el aula. Además de tender puentes entre la teoría y la práctica, este método cambia el proceso de enseñanza-aprendizaje y prepara a los alumnos para una sociedad cada vez más avanzada tecnológicamente e interdisciplinar. Para integrar con éxito la robótica educativa en el plan de estudios es necesario un enfoque de aprendizaje basado en proyectos (ABP), en el que los alumnos colaboran para investigar, diseñar, construir, probar y depurar robots. Mediante la experimentación, la iteración y la adaptación de problemas, esta técnica ayuda a adquirir competencias transversales y técnicas. La evaluación continua debe tener en cuenta las capacidades transversales desarrolladas, la resolución de problemas y el trabajo en equipo y los conocimientos técnicos.

La robótica educativa mantiene un enfoque atractivo e integrador. Al tiempo que fomenta el crecimiento de las competencias STEAM, se presenta como una herramienta integradora que permite participar activamente a alumnos con preferencias y estilos de aprendizaje diversos. Además de desarrollar habilidades técnicas, los robots educativos aumentan la motivación al incorporar ejercicios prácticos que conectan conceptos abstractos con aplicaciones tangibles. Este enfoque interdisciplinar conecta la teoría con la

práctica, lo que aumenta la motivación de los alumnos al plantearles retos reales y prácticos. Este grado de implicación fomenta un entorno de aprendizaje más abierto y equitativo, al permitir a los alumnos explorar, experimentar y aprender con éxito.

Para que los instructores puedan mediar y organizar actividades atractivas que ponderen la robótica en el aula, es esencial una formación continua. Sin embargo, su adopción puede verse limitada por problemas como la falta de financiación y la necesidad de formación continua. Esto demuestra cómo los robots educativos fomentan la creatividad, la autonomía y el aprendizaje práctico, pero su eficacia depende de una preparación cuidadosa y de la supervisión del profesor. Por lo tanto, para garantizar que la robótica educativa cumpla su promesa como técnica pedagógica transformadora, es crucial invertir en la formación del profesorado y en la adquisición de equipos tecnológicos. El acceso equitativo a los recursos tecnológicos y la contextualización curricular son cruciales para maximizar el impacto de los robots educativos.

Referencias bibliográficas

Araújo, G. B. S., Oliveira, E. C., y Herber, J. (2022). Robótica educativa e currículo. *Revista Espaço Do Currículo*, 15(3), 1–12. <https://doi.org/10.15687/rec.v15i3.62402>

- Ardila-Muñoz, J. Y., y Rosero-Calderón, O. A. (2022). La robótica educativa y el pensamiento matemático: Elementos Vinculante. *Cultura Educación y Sociedad*, 13(2), 69–86. <https://doi.org/10.17981/cultedu-soc.13.2.2022.04>
- Barrera Lombana, N. (2015). Uso de la robótica educativa como estrategia didáctica en el aula. *Praxis y Saber*, 6(11), 215. <https://doi.org/10.19053/22160159.3582>
- Benitti, F. B. V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers y Education*, 58(3), 978–988. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.006>
- Cedeño Zambrano, E. (2023). Implementación de la robótica educativa en el currículo escolar: Experiencias y perspectivas. *Revista Ingenio Global*, 2(2), 16–27. <https://doi.org/10.62943/rig.v2n2.2023.63>
- Davison, D. P., Wijnen, F. M., Charisi, V., van der Meij, J., Reidsma, D., y Evers, V. (2021). Words of encouragement: how praise delivered by a social robot changes children’s mindset for learning. *Journal on Multimodal User Interfaces*, 15(1), 61–76. <https://doi.org/10.1007/s12193-020-00353-9>
- Fehrmann, R. (2024). *Educational Robotics in Higher Education for Promoting Pre-Service Primary School Teachers*, 1-23. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-1974-1.ch002>

- García Angarita, M., Deco, C., Bender, C., & Collazos, C. A. (2021). Una Propuesta para el Desarrollo de Pensamiento Computacional en Niños y Jóvenes. *Revista Iberoamericana de Tecnología En Educación y Educación En Tecnología*, 30, e2. <https://doi.org/10.24215/18509959.30.e2>
- Gonzalez-Fernández, M. O., González-Flores, Y. A., y Muñoz-López, C. (2021). Panorama de la robótica educativa a favor del aprendizaje STEAM. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 18(2), 1–19. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i2.2301
- González F., M. O. (2021). Robótica educativa: Una perspectiva didáctica en el aula. *Universidad de Guadalajara* (Vol. 1, Issue 2), 1(2).
- Jarquín Matamoros, F., y Cerda Torres, E. (2022). Ciencias de la Educación y Humanidades. *Revista Científica Tecnológica-RECIENTEC*, 5, 70–77.
- Lam-Byrne, A. G. (2023). El aprendizaje STEAM. *Revista Científica Episteme y Tekne*, 2(1), e466. <https://doi.org/10.51252/rceyt.v2i1.466>
- Llanos-Ruiz, D., Ausin-Villaverde, V., y Abella-Garcia, V. (2024). Interpersonal and Intrapersonal Skills for Sustainability in the Educational Robotics Classroom. *Sustainability*, 16(11), 4503. <https://doi.org/10.3390/su16114503>

- Llanos-Ruiz, D., Ausín-Villaverde, V., y Abella García, V. (2023). Percepción de alumnos y familias sobre la robótica educativa en la educación no formal. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 24, e31351. <https://doi.org/10.14201/eks.31351>
- Morales-urrutia, E. K., Ocaña, J. M., Yáñez-rueda, H., y Núñez Naranjo, A. (2021). *Innovación metodológica para la enseñanza de TIC en educación superior*. 507–518.
- Moran-Borbor, R., Galvis-Roballo, V., Niño-Vega, J., y Fernández-Morales, F. (2021). Desarrollo de un robot sumo como material educativo orientado a la enseñanza de programación en Arduino. *Revista Habitus: Semilleros de Investigación*, 1(2), e12178. <https://doi.org/10.19053/22158391.12178>
- Mukhasheva, M., Ybyraimzhanov, K., Naubaeva, K., Mamekova, A., y Almukhambetova, B. (2023). The Impact of Educational Robotics on Cognitive Outcomes in Primary Students: A Meta-Analysis of Recent Studies. *European Journal of Educational Research*, 12(4), 1683–1695. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.12.4.1683>
- Prado Ortega, M. X., Severino Mosquera, A. J., Gorotiza Precilla, B. S., y Tenorio Méndez, D. S. (2024). Robótica educativa aplicando el modelo instruccional ADDIE: estrategia didáctica para fortalecer la enseñanza- aprendizaje en la asignatura de Física. *Revista Latinoamericana Ogmios*, 4(10), 11–28. <https://doi.org/10.53595/rlo.v4.i10.100>

- Parra, J. (2021). Robótica para la inclusión educativa: una revisión sistemática. *Revista Interuniversitaria de Investigación En Tecnología Educativa*, 150–171. <https://doi.org/10.6018/riite.492211>
- Saldaña-Acosta, J. M. (2021). Desarrollo de Actitudes de Colaboración, Cooperación e Innovadoras en el Aula Basado en Proyectos. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, 11(1), 130–139. <https://doi.org/10.37843/rted.v11i1.201>
- Selcuk, N. A., Kucuk, S., y Sisman, B. (2024). Does really educational robotics improve secondary school students' course motivation, achievement and attitude? *Education and Information Technologies*, 29(17), 23753–23780. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12773-1>
- Valagkouti, I. A., Troussas, C., Krouska, A., Feidakis, M., y Sgouropoulou, C. (2022). Emotion Recognition in Human–Robot Interaction Using the NAO Robot. *Computers*, 11(5), 72. <https://doi.org/10.3390/computers11050072>
- Vera-Sagredo, A., Constenla-Núñez, J., y Jara-Coatt, P. (2024). Estudio exploratorio de autopercepción docente sobre robótica y labor educativa en educación primaria: aportes a la innovación y el emprendimiento. *Edu-tec, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 90, 1–18. <https://doi.org/10.21556/edutec.2024.90.3545>

- Wang, F., Gao, C., Kaufman, J., Tong, Y., y Chen, J. (2021). Watching versus touching: The effectiveness of a touchscreen app to teach children to tell time. *Computers & Education*, 160, 104021. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104021>
- Yu, G., Liang, J., y Guo, L. (2018). Multi-Modal Interaction for Space Telescience of Fluid Experiments. *Proceedings of the 2018 International Conference on Artificial Intelligence and Virtual Reality*, 35–41. <https://doi.org/10.1145/3293663.3293672>



Capítulo IV

La gamificación como estrategia para integrar las competencias STEAM en la Educación 4.0

Aracelly Núñez-Naranjo¹⁻², Melanie Peñarieta-Cisneros²,
Josselyn Ramón-Bosmediano², Wilson Narváez-Vallejo²

1 Centro de Investigación en Ciencias Humanas y de la Educación (CICHE),
Universidad Tecnológica Indoamérica. Ambato 180103, Ecuador.

2 Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad Tecnológica Indoamérica.
Ambato 180103, Ecuador.

Resumen

La gamificación resulta efectiva si se tiene en cuenta que, actualmente, los estudiantes de todos los niveles educativos son mayormente nativos digitales, capaces de asimilar nuevos tipos de aprendizajes basados en situaciones lúdicas. La decisión de integrar las competencias STEAM dentro del paradigma del aprendizaje posee una influencia pedagógica y didáctica. El artículo tiene como objetivo analizar el impacto que produce la gamificación como estrategia para integrar las competencias STEAM en la Educación 4.0. Tiene un enfoque cualitativo, que incluye una revisión literaria, bibliográfica y un análisis crítico de contenidos. Debido al enfoque interdisciplinar que genera el desarrollo de competencias STEAM, la gamificación y la capacidad de mejorar la motivación, el aprendizaje por descubrimiento, la sorpresa, los retos y la comunicación e interacción grupal, muestran que la metodología empleada es efectiva. La gamificación como estrategia para integrar las competencias STEAM en la Educación 4.0, es innovadora: no solo emplea elementos propios de los juegos para motivar y comprometer a los estudiantes en su proceso de aprendizaje, sino que emerge como herramienta innovadora para mejorar el ambiente educativo de diversos niveles educativos y calidad de vida.

Palabras clave: Educación 4.0, educación tecnológica, estrategias, STEAM, competencias.

Introducción

La gamificación se ha consolidado como una estrategia educativa innovadora en los últimos años, especialmente en el contexto de la Educación 4.0 y la integración de competencias STEAM. En este sentido, incrementa la motivación y atención de los estudiantes y facilita la incorporación de nuevas tecnologías en el aula, promoviendo habilidades como el liderazgo y el trabajo en equipo. Se basa en la idea de que el aprendizaje actual debe centrarse en la capacidad de aprender continuamente, en lugar de simplemente acumular conocimientos.

En el ámbito universitario, Núñez-Naranjo *et al.* (2024) analizan la implementación de plataformas de gamificación en la enseñanza de programación; destacan la importancia de los desafíos y la competencia como motores de motivación. Este estudio sugiere que la gamificación puede transformar el aprendizaje en un proceso más interactivo y atractivo, al tiempo que fomenta la autonomía del estudiante.

Balsells Gila *et al.* (2021) aporta una perspectiva sobre la gamificación en la educación secundaria. Señala que puede ser especialmente efectiva para motivar a un alumnado que enfrenta el bombardeo constante del mundo digital. La combinación de gamificación con el trabajo por proyectos permite a los estudiantes tomar conciencia de su propio

aprendizaje, lo que puede resultar en un mayor compromiso y éxito académico. La gamificación puede ser incorporada en las programaciones anuales para hacer el aprendizaje más lúdico y atractivo. De esta forma, se busca incentivar la motivación y transformar la percepción del centro educativo. La evaluación de características esenciales para el desarrollo de la gamificación en el aula se convierte en un objetivo clave para mejorar la experiencia educativa.

Existen grandes intereses en nuestra sociedad por todo lo concerniente a los videojuegos, pues, desde el punto de vista comercial, en la industria del entretenimiento, los videojuegos facturan más dinero que el cine y la música. Durante los últimos años, la gamificación se ha consolidado en diferentes áreas disciplinares comunes, como el comercio, el empleo, la salud y la educación. Hay cada vez más estudios que se centran en las ventajas didácticas que coexisten en el uso didáctico de los videojuegos. El potencial de la gamificación radica en la reestructuración de tareas y actividades con elementos de juego y posibilidades de juego.

La gamificación es una estrategia pedagógica innovadora que emplea elementos propios de los juegos para motivar y comprometer a los estudiantes en su proceso de aprendizaje; integra características lúdicas (Moya y Díaz, 2024). Resulta efectiva en la actualidad si se tiene en cuenta que los estudiantes de todos los niveles educativos son mayormente nativos digitales, capaces de asimilar nuevos tipos de aprendizajes basados en situaciones lúdicas; y utiliza las lógicas y sistemas de trabajo de los videojuegos: habilidades

constantemente evaluadas y retroalimentadas. Busca aumentar la motivación intrínseca de los estudiantes y desarrollar habilidades, fomentar la participación activa y promover un aprendizaje significativo.

Desde la perspectiva de los docentes respecto a la gamificación, se enfatiza su potencial para mejorar la motivación y la participación en el aula. La combinación de metodologías tradicionales con técnicas de gamificación se presenta como una vía para garantizar el éxito en las actividades educativas, promoviendo así un aprendizaje más autónomo y colaborativo.

1.1. Definición y conceptos clave

Estos patrones de comportamiento favorecen a la convivencia con los otros, pero, principalmente una mejor adaptación en el mundo (González, 2022). Al hablar sobre gamificación, es inevitable pensar en la teoría de las inteligencias múltiples propuesta por el psicólogo Howard Gardner. Afirma que cada persona tiene una combinación única de habilidades cognitivas y que, a través de la educación, cada uno debería potenciar el desarrollo de aquellas en las que se siente más cómodo. De este modo, propone ocho tipos de inteligencias:

- a. lógico-matemática;
- b. lingüística-verbal;
- c. naturalista;

- d. espacial;
- e. intrapersonal;
- f. interpersonal (o también llamada inteligencia emocional);
- g. musical;
- h. corporal-cinestésica.

Fomentar estas habilidades en la infancia establece una base sólida para el desarrollo emocional y social, ayudando a los niños a convertirse en adultos resilientes y capaces de manejar situaciones complejas con eficacia y confianza. En términos generales, la gamificación se refiere al uso de técnicas y dinámicas características del juego en escenarios distintos para impulsar conductas deseadas. Es entendida como el uso de elementos de juego en contextos educativos; ha emergido como una herramienta innovadora para mejorar el compromiso, la motivación y el aprendizaje en diversos niveles educativos. La gamificación, inicialmente, fue implementada como estrategia de mejora en la productividad del sector empresarial; hasta hace poco, la educación ha aplicado la gamificación en los procesos educativos, argumentando su naturaleza lúdica y didáctica. Entonces, se afirma que la implementación del juego se lleva a cabo aterrizándolo en aspectos específicos de la vida cotidiana.

1.2. Historia y evolución de la gamificación en el ámbito educativo

A partir de la década de 1990, con la proliferación de las redes y del Internet, llega el momento en el que la gamificación sabrá integrarse y ser consignada a la cúspide publicitaria. No obstante, en el ámbito pedagógico, la dependencia tecnológica, las brechas digitales y la falta de formación docente en el diseño e implementación de estrategias gamificadas son barreras significativas para su adopción. Actualmente, la gamificación, entendida como la incorporación de elementos de juego en entornos educativos, ha ganado popularidad en los últimos años como una estrategia innovadora para transformar la enseñanza tradicional.

Por una parte, existen tres aspectos básicos de la gamificación educativa: compromiso, intriga y desafío. Por otra parte, la metodología STEAM tiene sus raíces en la necesidad de preparar al estudiantado para enfrentar los desafíos complejos del mundo moderno (Ferrada y Kroff, 2024). A lo largo de la historia, diversas iniciativas y movimientos educativos han contribuido al desarrollo y la difusión de la metodología STEAM. Desde las primeras experiencias en educación artística y científica en el siglo XIX, hasta los programas académicos contemporáneos que integran STEAM en todas las etapas del proceso educativo, esta metodología ha ganado reconocimiento y aceptación en todo el mundo. A medida que la sociedad avanza hacia un futuro cada vez más interconectado y orientado hacia la creatividad, la me-

Metodología STEAM continúa desempeñando un papel vital en la preparación de las personas para los desafíos y oportunidades del siglo XXI.

La gamificación aplicada a la educación se ha convertido en una metodología que permite respaldar el refuerzo de actitudes, habilidades intelectuales o manuales a través de elementos lúdicos, a fin de lograr que el estudiante interiorice los valores buscados y aplique las destrezas de manera directa (Ardila Muñoz, 2019). Puede ser una de las estrategias que permita afrontar los desafíos más relevantes, como abordar de una forma personalizada los intereses y necesidades formativas de cada estudiante, aprovechando la flexibilidad de los avances metodológicos que favorecen la diversidad y complejidad de los modos de aprendizaje; potenciar la motivación del alumnado para reducir el abandono temprano en la educación, incrementar la dedicación y el esfuerzo hacia la mejora de los procesos y resultados educativos; y fomentar el empleo de procedimientos y fuentes variadas de evaluación formativa y continua, lo que conlleva un mejor autoconocimiento del proceso cognitivo, la toma de decisiones y la automotivación hacia entornos cognitivamente más elaborados.

En este capítulo, se analiza el impacto que produce la gamificación como estrategia para integrar las competencias STEAM en la Educación 4.0. La metodología empleada para la elaboración del informe es cualitativa, que incluye una revisión literaria, bibliográfica y un análisis crítico de contenidos. La gamificación rompe con el método

tradicional de dar respuestas correctas y reprender las incorrectas, volviendo a enfocar el aprendizaje a una dinámica de desafíos que ayuden a alcanzar recompensas y resultados, permitiendo a dichos participantes divertirse, aprender y mejorar mediante estrategias innovadoras.

2. Fundamentos de las competencias STEAM

La educación, actualmente, se enfrenta al desafío de educar a estudiantes idóneos para una sociedad que cambia de forma continua y que requiere de estrategias y metodologías que se ajusten a estos cambios. La decisión de considerar la propuesta STEAM dentro del paradigma del aprendizaje posee, a su vez, una influencia pedagógica y didáctica específica. Al enfocarse en la creatividad y la participación activa de los estudiantes, se busca trascender la enseñanza convencional y fomentar un aprendizaje que sea tanto estimulante como significativo (Segarra y Vera, 2024).

Uno de los elementos fundamentales dentro de las competencias STEAM es, precisamente, la competencia. Estas competencias, de carácter transversal, son el pensamiento sistémico, competencia anticipatoria, competencia normativa, competencia de colaboración, el pensamiento crítico, el estratégico, la competencia en la resolución de problemas y la competencia de autoconciencia (Fernández y Redondo, 2024). Tal término se constituye en la piedra angular de la enseñanza y el aprendizaje por competencias, a través del modelo de aprendizaje basado en problemas.

La gamificación nace de la mezcla de dos conceptos: juegos y educación. El primero de ellos, desde siempre, ha sido una actividad con gran éxito entre el alumnado, por su carácter lúdico, el poder de motivación o gratificación de los logros a medida que se va avanzando en su desarrollo. El segundo, permanentemente presente en la vida de los estudiantes, es el proceso de enseñanza y aprendizaje, con unas metodologías propias y ejercicios que no siempre son del gusto del alumnado. “Gamificar” es incorporar las técnicas, mecánicas, procesos e ingeniería del pensamiento del videojuego en un entorno que no es un juego para transformar el comportamiento y motivar a las personas. Es decir, es usar conceptos y metodologías propios de los videojuegos en otros contextos para hacer que el resultado sea más atractivo, dinámico, estructurado y motivador, en un escenario donde, generalmente, la participación es voluntaria.

La gamificación se basa en llevar la actitud lúdica y los componentes de diseño más atractivos de los videojuegos a contextos no relacionados con ellos. Aplica las características propias del juego a espacios con objetivos diferentes. La gamificación hace uso de técnicas y teorías propias del ámbito del juego, como el empleo de mecánicas, sistemas dinámicos del diseño de juegos.

2.1. Importancia en la educación actual

Dado que la Cuarta Revolución Industrial apuntaba hacia un nuevo paradigma, la Educación 4.0 aparecía como

aquella destinada a facilitar la adquisición de las competencias más demandadas por este cambio, donde los profesionales deberán haber adquirido un elevado nivel STEAM (Mantecón *et al.*, 2021). En este contexto, aparecía una serie de características que hacen de la gamificación un elemento altamente positivo y adaptado a esta nueva realidad, ofreciendo a los estudiantes y profesores un entorno lúdico, seguro, interactivo, entretenido y diferente, con un alto nivel de competición; mostraba posibilidades como:

- Permitir la inmersión de la parte conceptual de una forma entretenida y lúdica;
- Desarrollar la creatividad mediante juegos o retos que permitan realizar diferentes aproximaciones, gamificando mediante la exploración, aplicación, reacciones y en actuar;
- Integrar espontáneamente las TIC haciéndolas cotidianas en el aula;
- Tener en consideración aspectos sociodinámicos, emocionales y afectivos;
- Promover el aprendizaje colaborativo y competitivo.

La educación actual se encuentra en un punto de inflexión, en el que es necesario replantear los enfoques tradicionales y buscar nuevas estrategias que aborden la complejidad de manera integral (Quijada, 2024). En cuanto al ámbito educativo, vivimos un momento de profunda transformación, impulsada no solo por los avances continuos de la ciencia; por ello, se propone la integración de las

competencias STEAM dentro del ámbito educativo 4.0; especialmente en los niveles educativos superiores, ya que la complejidad es una característica inherente a nuestro mundo actual y la educación afronta el desafío de preparar a las nuevas generaciones para comprender, adaptarse y enfrentar la complejidad de manera efectiva.

Es crucial que los estudiantes desarrollen habilidades de pensamiento crítico y de resolución de problemas, lo que está en línea con el enfoque STEAM. Para ello, necesitan algo más que los métodos tradicionales de aprendizaje. Además del contenido educativo que el estudiante requiere, este ahora debe ser más activador, relevante y motivador. Cada alumno es diferente y tiene sus propias preferencias en cuanto a aprendizaje. La gamificación está en línea con estas necesidades; además, para el aprendizaje, parece tener un efecto adicional. Un juego es atractivo, tiene reglas claras, límites de tiempo y objetivos claros. Estos son elementos de gamificación que están en línea con los deseos y necesidades de los estudiantes. Como resultado, se motivan más para aprender si la gamificación correcta se aplica al proceso de enseñanza.

3. Educación 4.0: transformación digital en el ámbito educativo

La educación STEAM es un enfoque que pretende convertir la enseñanza y aprendizaje en un proceso integrado y

creativo, reuniendo cinco grandes pilares de la educación: las ciencias, la tecnología, la ingeniería, el arte y las matemáticas (Peñañiel Romero *et al.*, 2024). En cuanto a la Educación 4.0, existe una gran convivencia entre nativos e inmigrantes digitales, usuarios de dispositivos móviles, la famosa realidad aumentada, realidad virtual y realidad mixta, como también los recursos educativos abiertos, entornos personales de aprendizaje, mundos virtuales educativos e impresión 3D.

La transformación digital ha cambiado por completo la enseñanza aprendizaje en educación superior, así como la forma de vivir en la sociedad (Cornejo *et al.*, 2024). En definitiva, en los modelos de aprendizaje informal, individual y colaborativo, aparece una educación donde estudiantes y docentes utilizan un dispositivo digital como herramienta de trabajo diario; las tecnologías han realizado una transformación de los métodos y modelos educativos comunes, mediante herramientas tecnológicas que ofrecen una variedad de recursos para motivar un aprendizaje (Núñez Naranjo *et al.*, 2024). En el ámbito de la educación superior, apreciamos el cambio en los procesos de enseñanza y de aprendizaje, por el conocimiento en el proceso docente y por el impacto de estrategias de aprendizaje.

3.1. Características y principios de la Educación 4.0

La Educación 4.0 se define como un proceso que implica cambios en el proceso enseñanza-aprendizaje, ya que este se

ve mediado por la tecnología, refiriéndose entonces como digitalización educativa que propicia la transformación de los planes educativos (Carrasco, 2024). También conocida como sociedad digital, nueva era industrial o Cuarta Revolución Industrial, la llamada Educación 4.0 evoca a un sistema formativo diseñado para dar respuesta a las necesidades derivadas del desarrollo del contexto tecnológico y digital actual. Pues, este término alude a la serie de características que marcan el aprendizaje mediante la digitalización.

Un referente de cambio en la sociedad contemporánea es la presencia de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) (Pérez Gallardo y Gértrudix Barrio, 2022). Se entiende que las TIC son facilitadoras de competencias específicas y generales, siendo significativas para predicar el desarrollo de las competencias STEAM. La Educación 4.0 es una evolución de la educación y la formación digital en la que los avances tecnológicos y sociales afectan tanto a las dimensiones indicadas de la actividad como al modo en el que están relacionadas y pueden llegar a interactuar.

3.2. Tecnologías emergentes y su impacto en la educación

La llegada de las llamadas Tecnologías de la Cuarta Revolución Industrial: robótica, inteligencia artificial, nanotecnología, computación cuántica, biología sintética, IoT, blockchain y big data, entre otras, está modificando de forma radical el mundo laboral; por ende, el sistema educativo se está viendo forzado a cambiar para dar respuesta a

estas demandas. Es por esta razón que surge la necesidad de reformar el sistema educativo y surgen conceptos como el de Educación 4.0 o educación del futuro. Esta plantea el cambio en el sistema de enseñanza para dar respuesta a los desafíos de la Cuarta Revolución Industrial, los cuales están forzando la digitalización de las empresas y, por lo tanto, la adaptación de los trabajadores a las nuevas competencias que exige el mercado laboral en un contexto dinámico y cambiante.

Ya que gran cantidad de las tecnologías que dan pie a esta transformación educativa provienen del ámbito STEAM y que cualquier agente dinamizador del nuevo modelo educativo (o laboral) jugará sin duda la carta de las tecnologías emergentes, se decide incorporarlas a su estrategia didáctica (u organizacional). Debe garantizarse la internalización de una serie de competencias STEAM en los propios estudiantes a lo largo del ciclo escolar; también, para que en un futuro próximo estén preparados para competir en un entorno laboral donde la robótica, la inteligencia artificial, la biotecnología y otras tecnologías lleguen a revolucionar los actuales procesos de producción y gestión.

La formación inicial de los profesores es igual de importante que la continua. La transformación de la educación por medio de tecnologías permite a los docentes comprender las necesidades individuales de cada alumno, dar un seguimiento personalizado del aprendizaje, ofrecer una formación virtual con estrategias innovadoras por medio de recursos digitales que brinda el internet y sus plataformas

educativas (Cornejo *et al.*, 2024). Es por ello que, ante la denominada Educación 4.0, en la que se sitúa a la educación en las coordenadas sociales de la Cuarta Revolución Industrial o era digital, la sociedad actual demanda un nuevo docente que fomente en el sujeto una mirada dinámica y flexible para afrontar los retos.

4. Convergencia entre la gamificación y las competencias STEAM

Un componente esencial en STEAM es la competencia. Estas competencias, que son de naturaleza transversal, incluyen el pensamiento sistémico, la anticipación, la normativa, la colaboración, el razonamiento crítico, el estratégico, la habilidad para solucionar problemas y la autoconciencia (Fernández y Redondo, 2024). Este concepto se erige como el pilar en la enseñanza y el aprendizaje basado en competencias, mediante el denominado modelo de aprendizaje basado en problemas.

La gamificación posee la motivación y el uso de herramientas y procesos propios de las mecánicas de los juegos, que se conjugan para promover la adquisición de conocimientos, habilidades y fomento de conductas relacionadas con la integración de competencias y capacidades. Es así como la inclusión de la gamificación en los procesos de enseñanza a través del uso de herramientas digitales capta la atención, mejora la motivación e interés en los estudiantes.

Desde esta perspectiva, se destaca la gamificación y su capacidad para mejorar la motivación, incentivar el aprendizaje por descubrimiento, introducir la sorpresa, los retos y mejorar la comunicación e interacción grupal; en un contexto más concreto, se aprecia el enfoque interdisciplinar que genera el desarrollo de competencias STEAM. Los estudiantes son agentes activos que elaboran proyectos de forma colaborativa, siendo supervisados por profesores o educadores de dichas áreas. Estos últimos son normalmente agentes pasivos que promueven la toma de decisiones del estudiante.

4.1. Beneficios y ventajas de la gamificación en la integración de las competencias STEAM

Los constantes cambios del entorno social repercuten directamente en el sistema educativo, empujando a la escuela a renovarse cada día para adaptarse a las nuevas demandas y ofrecer su mejor versión (Román *et al.*, 2022). Indudablemente, la gamificación en la integración de las competencias STEAM predomina en el contexto actual de la educación, ya que es impregnada por las nuevas tendencias metodológicas. El juego responde a mecanismos naturales de aprendizaje, aportando motivación, concentración y relaciones entre conceptos, entre otros aspectos. Con la gamificación, los contenidos de las competencias curriculares, en este caso STEAM, se hacen conscientes y parte explícita de la comunicación.

El alumnado espera que su aproximación al conocimiento sea rápido, sencillo y entretenido; se minimiza el tiempo de estudio y se incrementan los resultados. Se transforma la manera de enseñar y evaluar, promoviendo una metodología activa en la que el estudiante reflexiona y actúa. Se fomenta el aprendizaje colaborativo y el desarrollo de competencias sociales, además de incentivar la evaluación entre pares. Esto estimula la autonomía, el autoaprendizaje y la búsqueda de recursos adecuados para avanzar a su propio ritmo. La gamificación puede ser una estrategia de gran alcance, que promueva la educación entre las personas y un cambio de comportamiento.

5. Diseño y desarrollo de experiencias gamificadas para la integración de competencias STEAM

Una vez fundamentada la Educación 4.0, se presenta una estrategia para integrar las competencias STEAM en la Educación 4.0 mediante experiencias de aprendizaje gamificadas. Se revisan proyectos de gamificación en la Educación Superior, destacando su impacto positivo en el interés y la motivación de los estudiantes, al tiempo que se enfatiza la importancia de que los docentes diseñen actividades gamificadas efectivas. Es así como la gamificación en los procesos de enseñanza a través del uso de herramientas digitales capta la atención, mejora la motivación e interés en los estudiantes. Estas experiencias

buscan desarrollar competencias STEAM y fomentar la innovación docente y las competencias digitales en los alumnos universitarios.

Ahora bien, el diseño de experiencias que incorporen la gamificación como estrategia presenta ventajas y limitaciones. Entre las primeras cabe destacar su potencial para favorecer la motivación, la participación y el incremento del tiempo de dedicación numérico y afectivo (Santamaria *et al.*, 2021). Además, permite evaluar aptitudes y actitudes de manera indirecta y favorece una experimentación segura que no siempre es posible en contextos de enseñanza-formación. Por el contrario, son necesarios recursos materiales, tecnológicos y humanos para diseñar e implementar el proceso didáctico. Es importante destacar que, si el término se definiera como una metodología, implicaría que este se concibiera netamente como un procedimiento y el enfoque sería STEAM.

5.1. Principios de diseño instruccional en la gamificación educativa

La gamificación representa una gran oportunidad para diseñar propuestas didácticas innovadoras que aporten motivación y compromiso necesarios del alumnado para lograr la adquisición efectiva de las competencias del ámbito STEAM. La gamificación aplicada al campo de la educación se ha convertido en una de las tendencias más relevantes y de mayor interés en la comunidad educativa actual, ya

que su principal objetivo es justamente el aumento de la motivación y el compromiso activo de los estudiantes hacia su propio aprendizaje. Se espera que en los próximos años esta metodología siga implementándose y ganando impulso entre educadores e instituciones educativas.

A su vez, la enseñanza de las ciencias y la tecnología se presenta como un fenómeno educativo de gran relevancia, dado su impacto en la formación integral del estudiante. Este proceso no solo busca impartir conocimientos técnicos, sino que también se orienta hacia el desarrollo de competencias interpersonales y la promoción de un pensamiento crítico que capacite al alumno para enfrentar las dinámicas de un entorno global en constante transformación.

La interrelación entre los saberes científicos y los aspectos sociales es fundamental, ya que el estudiante, al adquirir herramientas adecuadas, puede contribuir de manera efectiva a su comunidad; así, se fomenta un aprendizaje significativo que trasciende el ámbito académico. En este sentido, es imperativo que los educadores adopten enfoques pedagógicos innovadores que integren tanto la teoría como la práctica, facilitando un aprendizaje activo y colaborativo que prepare a los futuros profesionales para los retos del siglo XXI.

5.2. Herramientas y plataformas para la creación de experiencias gamificadas

Las herramientas y plataformas que son utilizadas para la creación de experiencias gamificadas se pueden clasificar

utilizando varios criterios. La gamificación en la educación revitaliza la enseñanza de las ciencias naturales mediante actividades interactivas, haciendo atractivo el proceso de enseñanza-aprendizaje (Ramos, 2024). Por ejemplo, durante la pandemia fue necesario apoyarse de herramientas virtuales como estrategia pedagógica que involucra a los estudiantes en el uso de plataformas digitales como Wordwall, Blooket y Quizizz, que provocan la integración de la inteligencia emocional potenciando el desarrollo integral del alumnado.

La gamificación es una estrategia que se adapta fácilmente al modelo educativo actual; ofrece ventajas claras en la programación y evaluación de competencias STEAM dentro de la Educación 4.0. Es una herramienta eficaz para motivar a los estudiantes, ya que, mediante la narrativa, mecánica y estética del juego, aumenta su implicación en las actividades. Además, permite incorporar elementos externos, como la creación y mejora de avatares, así como la obtención de puntuaciones y medallas, aspectos que los estudiantes valoran.

6. Evaluación y medición del impacto de la gamificación en la adquisición de competencias STEAM

Es esencial para los profesores definir previamente cómo van a evaluar y medir cada una de las competencias a

conseguir a lo largo del juego; es decir, deben seleccionar cuáles de ellas necesitan medirse y definir cómo lo harán (Quijada, 2024). Además, pueden ser definidos comportamientos específicos dentro del juego que ayuden a los alumnos a adquirir competencias más complejas, tales como gestionar una empresa convenciendo a sus clientes, consiguiendo financiación, mejorando la eficiencia de la producción y obteniendo suficiente beneficio para seguir avanzando.

Constituye un reto especialmente para los profesores del ámbito STEAM incorporar y conseguir que se adquieran competencias transversales que se consideran necesarias para la formación integral del alumno (Martínez, 2023). Para ello, es indispensable investigar sobre qué competencias adquiere el alumno en el proceso de gamificación y cómo se puede llevar a cabo su medición. La implementación de una estrategia de gamificación puede mejorar significativamente la calidad de la enseñanza en línea y la retención de los estudiantes. La gamificación puede aumentar la motivación, el compromiso y la participación de los estudiantes en la asignatura, lo que a su vez mejoraría el rendimiento académico y la adquisición de conocimientos.

En cuanto a la conceptualización del término, se puede decir que las tendencias van enfocadas a describirlo como metodología, modelo pedagógico, cultura o enfoque. El gran reto que tienen los docentes es conocer los aspectos teóricos y marcos de referencia de esta tendencia educativa. Pues, este, asociado al proceso de implementación del

aprendizaje STEAM, busca la adquisición de estas competencias por parte de los estudiantes versátiles en una sociedad tecnológicamente dinámica. Teniendo en cuenta lo anterior, se recomienda definir STEAM como un enfoque educativo que se aproxima al aprendizaje interdisciplinar.

Es importante destacar que, si el término STEAM se definiera como una metodología, implicaría que se concibiera netamente como un procedimiento. La formación de ciudadanos con una mentalidad creativa y emprendedora supone un cambio educativo en la prioridad de este tipo de contenidos; incluso, basados en una decoración del programa con actividades que no implican, especialmente, un cambio metodológico; estos objetivos de formación solo se lograrán a través de un aprendizaje natural, integrado y transversal a lo largo del currículo del estudiante (Argueta y Ramírez, 2017).

6.1. Indicadores y métricas para evaluar el éxito de las estrategias gamificadas

La gamificación, como estrategia de enseñanza, ha demostrado un impacto positivo en la adquisición de competencias STEAM, lo que plantea la necesidad de identificar indicadores y métricas adecuados para evaluar su eficacia en función de los objetivos de aprendizaje establecidos. Evaluar las competencias transversales vinculadas al desarrollo de habilidades STEAM resulta fundamental, aunque sigue siendo un desafío medir y predecir el nivel de éxito

alcanzado mediante el aprendizaje basado en videojuegos (Cueva, 2023).

Diversos estudios han destacado cómo la simulación de microdatos, como la geometría lineal o el cálculo diferencial, fomenta la motivación estudiantil en áreas como las matemáticas, tradicionalmente consideradas resistentes al cambio (Ardila, 2019). Este enfoque promueve el razonamiento lógico-matemático y el pensamiento crítico, pero la falta de herramientas precisas para cuantificar el éxito de estas estrategias dificulta determinar si efectivamente contribuyen al desarrollo de competencias matemáticas, generando un área de interés creciente en la investigación educativa.

6.2. Estudios de caso y ejemplos prácticos

La combinación de gamificación y STEAM ofrece una amplia variedad de ejemplos prácticos que van desde aplicaciones de juegos específicos hasta actividades educativas y videojuegos diseñados con propósitos pedagógicos. Entre las propuestas destacan herramientas como *City Robot*, que utiliza el entorno escolar como escenario para el desarrollo del juego y plataformas de código abierto, como *Platforms 4C*, donde la gamificación se integra con el uso educativo de tecnologías interactivas (González *et al.*, 2021).

7. Desafíos y consideraciones éticas en la implementación de la gamificación en educación

La implementación de la gamificación en contextos educativos representa un reto que debe ajustarse a las demandas específicas de la nueva generación de estudiantes. En términos generales, debe estar vinculada al valor que aporta a la experiencia de aprendizaje, contribuyendo de manera significativa al proceso formativo de los estudiantes. La gamificación debe ser un recurso pedagógico más, fruto de una ejercitación racional; es decir, somos responsables de lo que propiciamos a nuestros aprendices, pero sobre todo desde una visión axiológica. No toda actividad competente o centrada en el desarrollo de capacidades propicia un aprendizaje significativo.

Desde esta perspectiva, se destaca a la gamificación y su capacidad para mejorar la motivación, incentivar el aprendizaje por descubrimiento, introducir la sorpresa, los retos y mejorar la comunicación e interacción grupal; en un contexto más concreto, se aprecia debido al enfoque interdisciplinar que genera el desarrollo de competencias STEAM. Los estudiantes son agentes activos que elaboran proyectos de forma colaborativa, siendo supervisados por profesores o educadores de dichas áreas. Estos últimos son normalmente agentes pasivos que promueven la toma de decisiones del estudiante.

7.1. Aspectos a considerar en la selección de actividades y recompensas gamificadas

La selección de actividades y recompensas en entornos gamificados representa un desafío significativo, dado que es esencial evitar efectos adversos que puedan derivar en la cronificación de las tareas o en una escalada inapropiada que transforme el reto inicial en un elemento desmotivador (Martínez, 2023). Es imperativo establecer una correlación equilibrada entre el esfuerzo demandado y la recompensa proporcionada, al tiempo que se asegura una competencia equitativa entre los participantes y se observan principios éticos en la concepción de las dinámicas.

Las recompensas deberían ser versátiles, adaptándose a los tipos de motivación que pueden manifestarse, tales como el logro, la pertenencia, la competición y la exploración. Esta última no debe ser reducida al mero placer de adquirir conocimientos, ya que los grupos pueden reaccionar de manera dual ante los desafíos que se les plantean. La complejidad de estas interacciones resalta la necesidad de una cuidadosa planificación y consideración al momento de diseñar experiencias que busquen maximizar la participación y el compromiso de los individuos involucrados.

Es necesario considerar el balance entre la motivación intrínseca y extrínseca, con el objetivo de fomentar tanto el interés genuino por las actividades, como el incentivo que proviene de recompensas externas que puedan resultar atractivas. La diversidad de preferencias y estilos de

aprendizaje de los participantes también juega un papel esencial en este proceso; ya que las actividades deben ser variadas y adaptarse a diferentes estilos de aprendizaje, asegurando que todos tengan la oportunidad de participar plenamente.

Además, el nivel de dificultad de las actividades debe ajustarse de manera progresiva; esto permite que los participantes enfrenten desafíos que sean adecuados a su nivel de habilidad, lo que es clave para mantener su interés y compromiso a lo largo del proceso educativo. Asimismo, es vital que las recompensas sean entregadas de manera inmediata para reforzar positivamente el comportamiento deseado; no debemos olvidar la importancia del *feedback* constante, que proporciona información a los participantes sobre su desempeño. Igualmente, es fundamental garantizar que las recompensas y las actividades que se implementen sean equitativas y accesibles para todos los participantes; de esta manera, se promueve la inclusión y se asegura que nadie se quede atrás en el proceso. Finalmente, la sostenibilidad del sistema de gamificación debe ser considerada desde el principio, asegurando que tanto las actividades como las recompensas puedan mantenerse a largo plazo sin perder su valor o relevancia en el proceso de aprendizaje que se está llevando a cabo. La planificación cuidadosa de estos aspectos permitirá maximizar el impacto de la gamificación en el aprendizaje y la motivación de los participantes.

7.2. Equidad y diversidad en el diseño de experiencias gamificadas

Desde el ámbito jurídico, las políticas educativas no presentan barreras explícitas que impidan garantizar la equidad y diversidad en el diseño y la programación de estrategias gamificadas. Sin embargo, desde la perspectiva docente, se identifican factores que pueden derivar en formas indirectas de discriminación, especialmente hacia ciertos colectivos o minorías (Moronta, 2024). Estas limitaciones suelen estar relacionadas con la preparación insuficiente, la cantidad de experiencias disponibles, la falta de tiempo para planificar adecuadamente y los recursos financieros restringidos.

No obstante, se considera que una planificación eficaz y una adecuada gestión del tiempo pueden minimizar estas barreras, permitiendo un acceso más equitativo a todos los sectores del alumnado (Santamaria *et al.*, 2021). Las experiencias gamificadas tienen el potencial de integrar diversas competencias, no solo cognitivas, sino también habilidades subyacentes derivadas de las metodologías empleadas. Generalmente, los estudiantes se sienten más motivados y comprometidos cuando las estrategias gamificadas fomentan el interés y la interacción dinámica. Se valora especialmente la implementación de gamificaciones que permitan un desarrollo progresivo, otorguen puntos y se adapten a diferentes niveles de juego. Por el contrario, aquellas que limitan la experiencia a simples tomas de decisiones y

progresiones lineales sin incorporar elementos de metacognición o valoración explícita de competencias suelen ser menos efectivas.

La gamificación ha demostrado ser una estrategia inclusiva al ofertar desafíos ajustados a las capacidades de cada estudiante y promueve el aprendizaje activo, desarrollando en el alumnado una cultura de esfuerzo en la consecución de los retos. Son múltiples los estudios que indican que la gamificación potencia habilidades y actitudes como el trabajo en equipo, la cooperación, la perseverancia, la toma de decisiones, la puesta en práctica de la creatividad, el pensamiento lógico y el aprendizaje estratégico y situado, entre otras.

La gamificación ha propiciado un clima de trabajo colaborativo, favoreciendo el equilibrio de la ayuda en el grupo, fomentando el liderazgo y sentido de pertenencia e incrementando significativamente la ilusión y el trabajo del grupo por el reto conseguido. Por todo ello, su aplicación ha resultado crucial en disfrutar de una atmósfera lúdica-festiva y muy motivadora. Por tanto, aporta beneficios para el estudiante, aumentando su motivación, aprendizaje y comprensión de las materias. También coinciden los resultados en que mejoraría significativamente su creatividad, colaboración y poder de decisión. En consonancia con el apoyo que proporciona el desarrollo profesional docente, queremos seguir explorando en nuestra práctica el aporte de nuevas estrategias que permitan optimizar y hacer más eficaces nuestras intervenciones. En referencia a los docentes y

centros educativos, son los que menos se han investigado, pero en lo poco que hay, los resultados afirman que sus estudiantes aumentarían su motivación e interés y conseguirían un involucramiento más significativo en la instrucción.

El papel del docente es esencial en el proceso educativo basado en la gamificación. Esto requiere tiempo y genera un debate por la atribución de aportaciones en programas largos entre entidades públicas y privadas. No existe una herramienta que permita analizar de manera minuciosa los datos obtenidos a lo largo del proceso educativo, por lo que la figura del profesor y del experto debe ser necesaria para el análisis y éxito del programa educativo. La gamificación se basa en una situación puntual generada, por lo que cada escenario de aplicación es diferente, incrementando la inversión parcial del proceso educativo de cada entidad.

Con la Educación 4.0, partimos de una educación acorde con los avances tecnológicos, incidiendo principalmente en el objetivo de contextualizar. Se busca potenciar el diseño de ambientes educativos de aprendizaje y práctica. El juego o el modelo pedagógico asociado debe ser transversal a las áreas STEAM.

Conclusión

La integración de las competencias STEAM y la gamificación en la Educación 4.0 constituye una estrategia clave para preparar a los estudiantes para los desafíos de la era digital y la Industria 4.0. Estas competencias poseen un gran

impacto, ya que fomentan un aprendizaje interdisciplinario y práctico que conecta la teoría con la realidad profesional. La gamificación, además, mejora la motivación, participación y habilidades blandas como el trabajo en equipo y la creatividad. Este enfoque no solo favorece el aprendizaje activo y colaborativo, sino que también potencia la formación de ciudadanos versátiles y con mentalidad emprendedora, lo que responde a las demandas del mercado laboral en constante evolución.

La Educación 4.0, impulsada por tecnologías emergentes, redefine el proceso de enseñanza-aprendizaje, priorizando la personalización y la integración de competencias digitales y STEAM. Las experiencias gamificadas destacan el uso de herramientas innovadoras para la adquisición de estas competencias, al combinar motivación, aprendizaje significativo y desarrollo de habilidades prácticas. A pesar de los retos asociados, como los recursos necesarios y la capacitación docente, este enfoque promueve un cambio educativo integral que trasciende las aulas. La gamificación y las competencias STEAM no solo transforman la educación, sino que preparan a los estudiantes para liderar en un mundo tecnológico y globalizado.

Referencias bibliográficas

Ardila Muñoz, J. Y. (2019). Supuestos teóricos para la gamificación de la educación superior. *Magis, Revista Internacional de Investigación en Educación*, 12 (24), 71-84. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.m12-24.stge>

- Argueta Velázquez, M. G. y Ramírez Montoya, M. S. (2017). Innovación en el diseño instruccional de cursos masivos abiertos con gamificación y REA para formar en sustentabilidad energética. *Education in the Knowledge Society*. 1(18) 2444-8729. <https://doi.org/10.14201/eks20171847596>
- Balsells Gila, R., y López Luengo, M. (2021). La construcción de una ciudad con material reutilizado como escenario de stop motion. Una propuesta STEAM para educación primaria. *Didacticae*, (10), 55-70. <https://doi.org/10.1344/did.2021.10.55-70>
- Carrasco Alvidrez, A. (2024). Formación en educación 4.0: Rompiendo paradigmas de enseñanza-aprendizaje en educación superior. *Revista NEYART*. 2992-7161. <https://doi.org/10.61273/neyart.vli2.63>
- Cornejo Álvarez, J. F., Cárdenas Gándara, T. de J., y Ceballos Macías, J. D. (2024). Transformando la educación superior con tecnologías. *Tecnología educativa: Innovación y desafíos en el siglo XXI*. Editorial Astra Ediciones. <https://doi.org/10.61728/AE24001830>
- Cueva Cáceres, J. (2023). Gamificación: Un Recurso que Promueve las Competencias Matemáticas en la Educación Peruana. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, 16(2), 209-221. <https://doi.org/10.37843/rted.v16i2.397>
- Mantecón, J. M., Blanco, T. F., Ortiz Laso, Z., y Lavicza, Z. (2021). STEAM projects with KIKS format for

- developing key competences. *Comunicar*, 29(66), 34–43. <https://doi.org/10.3916/C66-2021-03>
- Fernández Morilla, M y Redondo Lorente, N. (2024). Propuesta pedagógica para el desarrollo de competencias STEAM y de sostenibilidad en niños de Educación Infantil. *European Public & Social Innovation Review*, 9, 1-17. <https://doi.org/10.31637/epsir2024-1098>
- Ferrada Ferrada, C. A., y Kroff Trujillo, F. J. (2024). Impulsando el Aprendizaje STEAM en las Escuelas Rurales de Chiloé. Propuesta de actividades para el desarrollo de competencias STEAM. *Revista Universidad y Territorio*, 1(1), 37–48. <https://doi.org/10.35588/rutvol1n1.03>
- González, S., Muñoz, C. y Collazos, A. (2021). Educational Inclusion Through ICT, in IEEE. *Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 16(4), 352-354. <https://doi.org/10.1109/RITA.2021.3137256>.
- Peñafiel Romero, G. E., Cedeño Díaz, K. M., Bravo Criollo, J. C, Arévalo Llerena, E. A., Cárdenas Ochoa, G. E. y Rivas Reyes, B. R. (2024). La gamificación en la educación: beneficios, limitaciones y mejores prácticas. *Revista Científica Multidisciplinar G-Ner@ndo*, 5(2), 2349-2373. <https://orcid.org/0000-0002-6364->
- Martínez Sánchez, R. (2023). Transforming online education: the impact of gamification on teacher training in a university environment. *Metaverse Basic and Applied Research*, 2. <https://doi.org/10.56294/mr202347>

- Moronta Diaz, S. (2024). Competencias esenciales para implementar STEAM en secundaria: una revisión sistemática de la literatura. *Revista Multidisciplinaria Voces De América Y El Caribe*, 1(2), 2981-7463 <https://remuvac.com/index.php/home/article/view/87>
- Moya Ortiz, I. A., y Díaz Rodríguez, M. E. (2024). La Gamificación en la Educación Básica Primaria en Colombia. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinaria*, 8(5), 11376–11401. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.14519
- Núñez-Naranjo, A. F., Ocaña, J. M., & Martínez, V. L. (2024). Gamification for psychomotor development: an experience with Genially in pre-school education. *2024 IEEE Eighth Ecuador Technical Chapters Meeting (ETCM)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ETCM63562.2024.10746034>
- Núñez Naranjo, A., Sinailin Peralta, J., y Morales Urrutia, E. (2024). Gamification: From Motivation and Challenges to Improving Academic Performance in Learning Mathematics. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 773, 106–113. https://doi.org/10.1007/978-3-031-44131-8_11
- Pérez Gallardo, E., y Gértrudix Barrio, F. (2021). Ventajas de la gamificación en el ámbito de la educación formal en España. Una revisión bibliográfica en el periodo de 2015-2020. *Contextos Educativos. Revista de Educación*, 28, 203–227. <https://doi.org/10.18172/con.4741>

- Quijada Beza, L. F. (2024). La complejidad, la educación actual y la del futuro. *Revista Vida, Una Mirada Compleja*, 6(1), 195–202. <https://doi.org/10.36314/revista-vida.v6i1.59>
- Ramos Sigcha, C. D. (2024) La gamificación como estrategia didáctica para el fortalecimiento de la enseñanza-aprendizaje de la biología, Gamification as a teaching strategy to strengthen the teaching-learning of biology. *Revista Latinoamericana Ogmios* 4(10), 2789-0309 <https://doi.org/10.53595/rlo.v4.i10.099>
- Román, D., Jaramillo, H., y Araque, M. (2022). Factores para la transformación digital en organizaciones de educación superior. Caso unad-colombia. En *A educação enquanto fenômeno social: Avanços, limites e contradições* 5 (pp. 195–226). Atena Editora. <https://doi.org/10.22533/at.ed.57522260416>
- Sánchez, C. (2021). Gamificación en la educación: Experiencia basada en la diversidad ecuatoriana. *Revista Universidad de Guayaquil*. 132(1). 21-<https://doi.org/10.53591/rug.v132i1.1357>
- Santamaria, G., Ruiz Pérez, K., Collazos Alarcón A., Gonzales Soto, M. y Avellaneda Gallirgo, V. (2021). Modelo STEAM para las competencias del área Ciencia y Tecnología en una institución educativa del Perú. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, 231-244.

Segarra Vera, X. A., Vera Champang, S. G., y Vera Vélez, M. L. (2024). Potenciando el Aprendizaje con Estrategias Didácticas Innovadoras: Un Enfoque STEAM. *MQRInvestigar*, 8(1), 4913–4931. <https://doi.org/10.56048/mqr20225.8.1.2024.4913-4931>

Capítulo V

Evaluación de competencias STEAM en un marco de Educación 4.0: retos y oportunidades

Aracelly Núñez-Naranjo¹⁻², Erika Ambuludi-Gaona²,
Fernanda Chicaiza-Balseca², Samantha Ochoa-Tenesaca²,
Fernanda Santos-Peralta²

1 Centro de Investigación en Ciencias Humanas y de la Educación (CICHE),
Universidad Tecnológica Indoamérica. Ambato 180103, Ecuador.

2 Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad Tecnológica Indoamérica.
Ambato 180103, Ecuador.

Resumen

La transformación educativa impulsada por la Industria 4.0 introduce el enfoque STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) como una metodología interdisciplinaria clave para formar estudiantes capaces de enfrentar los desafíos del siglo XXI. Sin embargo, evaluar estas competencias representa un desafío significativo, ya que requiere la adaptación de herramientas, prácticas y políticas a nivel global, institucional y de aula. Este capítulo tiene como objetivo analizar la importancia de la evaluación de competencias STEAM en el contexto de la Educación 4.0, destacando su papel en la formación integral de los discentes y en su integración en una sociedad cada vez más tecnológica y avanzada. La metodología empleada en este estudio se basó en un enfoque cualitativo, que incluye la revisión bibliográfica y el análisis de variables relacionadas con la evaluación de competencias STEAM dentro del marco de la Educación 4.0, con el fin de identificar los principales retos y oportunidades que este enfoque presenta. De igual manera, los resultados destacan la importancia de la evaluación de competencias STEAM en el contexto de la Educación 4.0, con el propósito de orientar la enseñanza y consolidar los aprendizajes en contextos significativos. En conclusión, este enfoque no solo prepara a los estudiantes para enfrentar un futuro tecnológico, sino que también promueve su desarrollo integral y su capacidad para contribuir de manera innovadora y colaborativa a la sociedad.

Palabras clave: innovación tecnológica, creatividad, aprendizaje significativo, desarrollo integral, resolución de problemas.

Introducción

La educación enfrenta una transformación paradigmática impulsada por el auge de la Industria 4.0, que integra tecnologías avanzadas, como la inteligencia artificial, el internet de las cosas (IoT) y la automatización en múltiples sectores productivos y sociales (Araujo *et al.*, 2024). Así surge el enfoque STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas), una metodología interdisciplinaria que prepara a los estudiantes para enfrentarse a los desafíos del siglo XXI.

En el contexto macro a nivel global, la Educación 4.0 se concibe como una respuesta directa a las demandas de la Cuarta Revolución Industrial. Según estudios recientes, este enfoque busca desarrollar competencias como el pensamiento crítico, la resolución de problemas complejos y la colaboración interdisciplinaria (Salomón *et al.*, 2023). Las políticas educativas internacionales han comenzado a integrar estándares STEAM como parte de sus currículos nacionales, reconociendo su potencial para fomentar la innovación tecnológica y reducir la brecha de habilidades en economías emergentes y desarrolladas.

No obstante, existen retos significativos en su implementación. Uno clave es garantizar la equidad en el acceso a recursos tecnológicos y formación docente en regiones

con disparidades socioeconómicas (Ugalde, 2024). Por un lado, en países en desarrollo, donde los sistemas educativos enfrentan limitaciones estructurales, las competencias STEAM a menudo se ven relegadas a un segundo plano, profundizando las desigualdades globales. Por otro lado, oportunidades como el acceso creciente a plataformas digitales y programas internacionales de colaboración abren nuevas puertas para una educación inclusiva y globalizada.

En el contexto meso, en el nivel institucional, las escuelas, universidades y centros de formación son actores clave en la operacionalización del enfoque STEAM. La integración de estas competencias requiere rediseñar los planes de estudio, capacitar a los docentes y dotar a las aulas de recursos tecnológicos adecuados (Santillán *et al.*, 2020). Los entornos educativos deben evolucionar hacia modelos híbridos o digitales que reflejen las realidades laborales de la Industria 4.0, a través de la integración de herramientas como simuladores, laboratorios virtuales y aprendizaje basado en proyectos. Sin embargo, muchas instituciones enfrentan barreras relacionadas con la resistencia al cambio, la falta de inversión en infraestructura y la necesidad de formar a los docentes en pedagogías innovadoras.

La capacitación docente es particularmente crítica, ya que los educadores desempeñan un rol fundamental en la mediación entre los contenidos STEAM y las necesidades de los estudiantes (Segovia *et al.*, 2024). Programas como los Maker Spaces y los Fab Labs representan oportunidades innovadoras para que las instituciones fomenten la

creatividad y la experimentación, involucrando a estudiantes en proyectos reales que conecten la teoría con la práctica.

En el contexto micro, a nivel de aula, la implementación de STEAM en un marco de Educación 4.0 pone el foco en el aprendizaje personalizado, la inclusión y el desarrollo integral del estudiante. Las metodologías activas, como el aprendizaje basado en problemas y el diseño de proyectos interdisciplinarios, son herramientas efectivas para involucrar a los estudiantes en la resolución de problemas del mundo real (Salomón *et al.*, 2023). Así, los sistemas de evaluación tradicionales resultan inadecuados, ya que no capturan el aprendizaje dinámico y colaborativo característico de STEAM. Es necesario implementar evaluaciones formativas y herramientas digitales que reflejen mejor las competencias alcanzadas.

Los estudiantes, por su parte, enfrentan tanto oportunidades como desafíos en este modelo educativo. Si bien las competencias STEAM los prepara para un mercado laboral cambiante y los inspira a convertirse en innovadores, también es cierto que muchos se enfrentan a barreras psicológicas, como el síndrome del impostor y el miedo al fracaso, particularmente en áreas como matemáticas e ingeniería (Santillán *et al.*, 2020). Por ello, fomentar una cultura de resiliencia, inclusión y aprendizaje continuo es esencial para maximizar los beneficios de este enfoque.

Evaluar competencias STEAM dentro de la Educación 4.0 requiere un cambio de paradigma. En lugar de centrarse

únicamente en los resultados académicos, las evaluaciones deben incluir dimensiones como la creatividad, el trabajo en equipo y la capacidad de aplicar el conocimiento en contextos reales. Asimismo, deben utilizar herramientas que ofrezcan nuevas posibilidades para una evaluación más integral y equitativa (Segovia *et al.*, 2024).

En el contexto de la Educación 4.0, que se caracteriza por la incorporación de tecnologías digitales y la adaptación a la Cuarta Revolución Industrial, las competencias STEAM adquieren un papel fundamental. Según Celis y González (2021), el enfoque STEAM permite el desarrollo de competencias como la colaboración, la comunicación, la autonomía, el emprendimiento, la resolución de problemas, el conocimiento y uso de la tecnología, la creatividad y la innovación, todas ellas esenciales en la Educación 4.0.

La metodología STEAM se orienta a involucrar a los estudiantes en actividades motivadoras e interdisciplinarias que promueven un aprendizaje significativo; parte de una investigación científica y conlleva un sentido complejo e integrador. Esto es especialmente relevante en el marco de la Educación 4.0, donde se busca que los alumnos desarrollen habilidades que les permitan adaptarse a entornos laborales dinámicos y tecnológicos (Celis y González, 2021).

En este capítulo se analiza la importancia de la evaluación de competencias STEAM en el contexto de la Educación 4.0; se destaca su papel en la formación integral de los discentes y en su integración en una sociedad cada vez más tecnológica y avanzada. Además, se aborda el impacto que

tiene en la transformación de las metodologías de enseñanza, promoviendo la participación activa y experiencial.

La ciencia en STEAM significa que para lograr el aprendizaje de las ciencias se necesita alcanzar competencia científica, bajo el desarrollo de habilidades en la generación de experimentos (Ormaza *et al.*, 2024). La Educación 4.0 se caracteriza por la incorporación de tecnologías avanzadas y la digitalización de los procesos educativos, lo que requiere una adaptación en la formación de competencias. En este sentido, el enfoque STEAM busca conectar conceptos científicos y tecnológicos con problemas del mundo real, para fomentar una educación más práctica y orientada al desarrollo de habilidades del siglo XXI (Flores y González, 2024).

La evaluación de competencias STEAM en el contexto de la Educación 4.0 implica medir la capacidad de los estudiantes para integrar conocimientos de estas disciplinas y aplicarlos en la resolución de problemas reales, utilizando tecnologías emergentes y adaptándose a entornos digitales. Este enfoque promueve habilidades como el pensamiento crítico, la creatividad y la innovación, esenciales en la Cuarta Revolución Industrial. La evaluación de estas competencias presenta retos significativos, como la necesidad de desarrollar instrumentos que midan no solo el conocimiento teórico, sino también la aplicación práctica y la capacidad de innovación de los estudiantes. Además, es fundamental considerar la formación pedagógica y didáctica de los docentes en tecnologías de la información y la comunicación,

para garantizar una enseñanza efectiva en entornos digitales. Sin embargo, persisten desafíos como la brecha de género en estas áreas, que requieren estrategias inclusivas para promover una participación equitativa.

1. El paradigma de la Educación 4.0

La Educación 4.0 se refiere a un paradigma educativo que integra tecnologías emergentes y metodologías innovadoras para preparar a los estudiantes ante los desafíos de un entorno laboral cada vez más digitalizado y automatizado. El enfoque STEAM busca conectar conceptos científicos y tecnológicos con problemas reales; incorpora también las artes para fomentar la creatividad y la innovación. Según Domínguez *et al.* (2019), la educación STEM+A (que incluye las artes) atiende a los desafíos económicos globales y reconoce la demanda de alfabetización en estas áreas para resolver problemas tecnológicos y ambientales.

La incorporación de las artes en el enfoque STEAM promueve un aprendizaje más motivado y efectivo, transformando la manera en que los estudiantes se relacionan con el conocimiento. Domínguez *et al.* (2019) destaca que la enseñanza basada en las artes no solo enriquece la experiencia educativa, sino que también conduce a una mayor integración de las disciplinas científicas y tecnológicas, fomentando una educación más holística y adaptativa, donde los discentes pueden aplicar su creatividad para resolver problemas complejos.

La evaluación de competencias STEAM en un marco de Educación 4.0 implica medir habilidades como el pensamiento crítico, la creatividad, la resolución de problemas y la capacidad de trabajar en entornos interdisciplinarios. Según Espinosa (2024), la implementación de programas educativos STEM ha demostrado mejoras significativas en estas competencias y prepara a los estudiantes para enfrentar desafíos del mundo real. Por ende, para evaluarlas eficazmente, es fundamental diseñar instrumentos que consideren tanto las habilidades pedagógicas como el dominio de las tecnologías de la información y la comunicación.

1.1. Características y principios: intersección entre competencias STEAM y Educación 4.0

La Educación 4.0 se caracteriza por integrar tecnologías avanzadas y enfoques pedagógicos innovadores para preparar a los estudiantes para los desafíos de la Cuarta Revolución Industrial. Este modelo educativo promueve el aprendizaje activo, flexible y personalizado, haciendo hincapié en habilidades como la creatividad, la resolución de problemas y el trabajo en equipo (Núñez *et al.*, 2024). En este contexto, la educación STEAM se erige como un enfoque interdisciplinario que conecta conceptos académicos con aplicaciones prácticas, fomentando la creatividad y la innovación.

La evaluación de competencias STEAM en un marco de Educación 4.0 debe considerar características y

principios como la interdisciplinariedad, creatividad e innovación, pensamiento crítico y resolución de problemas, competencias digitales, trabajo colaborativo, aprendizaje autónomo y flexibilidad, ya que estos elementos son importantes para preparar al discente a los desafíos del mundo actual (Flores y González, 2024). Este tipo de evaluación fomenta un aprendizaje significativo y forma a individuos capaces de adaptarse y contribuir de manera efectiva en diversas áreas.

La intersección entre las competencias y la Educación 4.0 se centra en preparar a los estudiantes para los desafíos de la Cuarta Revolución Industrial, integrando habilidades técnicas y creativas en entornos de aprendizaje digitalizados. Según Guerrero *et al.* (2022), la implementación de ambientes de aprendizajes híbridos permite ir fortaleciendo las competencias STEAM y capacidades que se requieren en la actualidad.

2. Competencias STEAM en el marco de la Educación 4.0: evaluación

Las competencias STEAM buscan desarrollar capacidades en ciencia y tecnología, fomentando habilidades como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la creatividad. La Educación 4.0, por su parte, se adapta a una realidad caracterizada por la conectividad y las nuevas tecnologías; promueve un enfoque educativo interdisciplinario donde los conceptos académicos se aplican en contextos reales.

Evaluar estas competencias en un marco de Educación 4.0 implica utilizar herramientas innovadoras que reflejen la integración de tecnologías emergentes y metodologías activas. Por ejemplo, la implementación de la robótica educativa y las simulaciones digitales han demostrado ser efectivas al proporcionar experiencias prácticas que preparan a los estudiantes para desafíos del mundo real (Espinosa, 2024). Además, se han desarrollado instrumentos específicos para evaluar competencias pedagógicas, didácticas y en tecnologías de la información y las comunicaciones, lo cual es esencial para la formación de educadores capaces de implementar enfoques STEAM en entornos de Educación 4.0.

La evaluación continua y rigurosa de los programas educativos STEAM es fundamental para informar decisiones basadas en evidencia, lo que asegura la adaptabilidad y efectividad a largo plazo de las iniciativas educativas en el contexto de la Educación 4.0 (Espinosa, 2024). La integración de las competencias STEAM en un marco de Educación 4.0 requiere una evaluación que considere tanto las habilidades técnicas como las creativas, utilizando herramientas y metodologías acordes con las tecnologías emergentes y las demandas de la Cuarta Revolución Industrial.

En el contexto educativo actual, la evaluación de competencias ha adquirido un papel fundamental debido a su impacto en el aprendizaje interdisciplinar. Tradicionalmente, las competencias matemáticas y las relacionadas con ciencias y tecnología se han abordado casi exclusivamente desde las áreas científicas. No obstante, esta perspectiva

ha evolucionado hacia enfoques metodológicos que las integran con artes, con el fin de potenciar las capacidades de los estudiantes, promoviendo un aprendizaje más holístico. En este sentido, la evaluación de competencias clave en un contexto STEAM resulta imprescindible (Campollo y Cremades, 2023). Por lo tanto, aunque la evaluación se ha centrado históricamente en medir el rendimiento académico, este no siempre es reconocido como relevante por los estudiantes ni es suficiente para prepararlos adecuadamente para su futuro profesional.

La evaluación de competencias en un modelo STEAM implica valorar tanto los procesos como los resultados del aprendizaje, con el fin de regular la enseñanza y consolidar los aprendizajes en contextos significativos. En particular, el pensamiento matemático desempeña un papel esencial, no como mera memorización de procedimientos, sino como una herramienta para argumentar, crear y resolver problemas conectando el pensamiento abstracto con la realidad material. Las estrategias metodológicas, como el aprendizaje basado en proyectos, el aprendizaje basado en problemas, la gamificación y la ingeniería didáctica son clave para la implementación del modelo STEAM, al ofrecer contextos interdisciplinarios que promueven habilidades críticas y lógicas (Mamani *et al.*, 2023). En este sentido, es fundamental que las organizaciones tecnológicas, tanto internacionales como locales, colaboren con los centros educativos para establecer un proceso de transferencia de conocimiento efectivo, lo que permitirá una mejor preparación de los

estudiantes para afrontar los desafíos del entorno laboral actual, particularmente en la última etapa educativa de la formación profesional y superior.

2.1. Evaluación formativa vs. sumativa

El docente debe dejar de lado, al menos momentáneamente, las evaluaciones cualitativas y sumativas tradicionales, que suelen centrarse únicamente en calificar la capacidad del estudiante para repetir información (Ortiz y Núñez, 2021). La evaluación de los aprendizajes busca obtener resultados mediante la evaluación sumativa, pero resalta la necesidad de considerar evaluaciones formativas, actividades auténticas y trabajo colaborativo en el contexto de las disciplinas STEAM. También se sugiere utilizar recursos del aprendizaje basado en proyectos, aunque se advierte que esto podría generar un sesgo si no se alinea con los objetivos académicos, especialmente en matemáticas. En este sentido, se subraya la importancia de la indagación y modelación matemática dentro del enfoque STEAM.

La evaluación formativa, en contraste, prioriza el proceso de aprendizaje y la retroalimentación continua, orientando el desempeño estudiantil. En STEAM, este tipo de evaluación adquiere mayor relevancia con el uso de Analíticas de Aprendizaje (AA), herramientas tecnológicas que permiten monitorear avances y dificultades, personalizando el aprendizaje según las necesidades individuales. Durante la pandemia, las plataformas virtuales demostraron

ser clave para implementar esta evaluación, ya que ofrecieron datos en tiempo real, ajustando métodos pedagógicos y mejorando la enseñanza (Medina *et al.*, 2023). Por lo tanto, las analíticas de aprendizaje ofrecen una vía para una evaluación formativa constante, que permite un seguimiento detallado de los aprendizajes, transformándose en un soporte crucial para mejorar la calidad educativa en el enfoque STEAM.

3. Herramientas tecnológicas para la evaluación de competencias STEAM

En el contexto de la Educación 4.0, el uso de tecnologías como la inteligencia artificial (IA) y la robótica educativa ha permitido transformar las dinámicas de aprendizaje, enseñando competencias digitales esenciales para el desarrollo de habilidades STEAM. Estas herramientas, integradas en arquitecturas basadas en la nube, favorecen la personalización del aprendizaje y el desarrollo del pensamiento computacional, convirtiéndose en recursos clave para fomentar la investigación, la experimentación y el aprendizaje adaptativo. No obstante, su implementación enfrenta retos, como la falta de estructura curricular y formación docente adecuada (Marzal y Vivarelli, 2024). Por lo tanto, las TIC en la Educación 4.0 optimizan la enseñanza y redefinen la evaluación, facilitando el análisis y personalización del progreso estudiantil. Es así que dispositivos y plataformas digitales sustituyen métodos tradicionales, promoviendo un modelo

educativo colaborativo, con evaluaciones auténticas que integran proyectos y desarrollan competencias transversales en STEAM.

Cebrián *et al.* (2024) mencionan que la realidad virtual (RV) se puede concebir como la simulación a través de software de un entorno tridimensional, en la que el individuo usuario siente que está presente en dicho espacio y tiene la oportunidad de interactuar con los componentes que lo forman, viviendo diversas experiencias inmersivas. De esta forma, la RV juega un papel fundamental al simular entornos tridimensionales inmersivos en los que los usuarios pueden interactuar con objetos y experimentar aprendizajes significativos. Asimismo, las simulaciones se han consolidado como una estrategia pedagógica clave en el desarrollo de competencias STEAM; permiten a los estudiantes relacionar nuevos conocimientos con los previos y enfrentar situaciones complejas en contextos reales, promoviendo la colaboración y el intercambio de ideas al interpretar y visualizar resultados.

3.1. Retos en la evaluación por competencias STEAM en Educación 4.0

La evaluación representa un desafío complejo que debe abordarse al implementar propuestas de educación STEAM. Similar a lo que ocurre con las metodologías de ABP y el aprendizaje cooperativo, evaluar los aprendizajes individuales en un contexto donde el trabajo es principalmente grupal resulta complicado. Además, enfocarse

únicamente en el producto final carece de coherencia cuando la prioridad ha estado en el proceso (Balsells y López, 2021). Evaluar competencias STEAM en la Educación 4.0 exige superar desafíos derivados de sus enfoques colaborativos, interdisciplinarios y técnicos. Es fundamental definir instrumentos claros que atiendan la diversidad y fomenten la autonomía estudiantil.

3.2. Adaptación de las metodologías tradicionales

El sistema educativo debe integrar metodologías de enseñanza centradas en los estudiantes, que fomenten retos continuos, que estimulen la acción y el pensamiento crítico y creativo, y que resulten enriquecedoras y motivadoras. Cualquier proyecto que se base en estas competencias debe ser funcional y estar compuesto por elementos creativos e imaginativos, especialmente en áreas como el diseño, la forma y la visualización (Cebrián *et al.*, 2024). Por ello, es crucial promover el pensamiento crítico, la creatividad, desafíos constantes y la funcionalidad real en el contexto STEAM, adoptando un enfoque que motive y prepare a los estudiantes para un mundo en constante cambio.

Para Castro (2020), integrar un marco conceptual y metodológico para evaluar las competencias STEAM acordes con los retos planteados en el contexto de la Educación 4.0 conlleva importantes beneficios, tanto para estudiantes como para educadores y los diferentes sistemas de evaluación donde el alumno se sitúa en el centro de su propio proceso de aprendizaje. Esta manera de enseñanza es flexible,

coherente con el currículo escolar y favorece una educación personalizada mediante la motivación interna.

Sobre esto último, Arteaga *et al.* (2023) indican que si valoramos los logros de los estudiantes de manera objetiva y justa, si das retroalimentación continua y si ofreces un clima de confianza, los estudiantes valorarán más tus enseñanzas. El cambio en los enfoques metodológicos y evaluativos influirá en el alumnado, motivándolo por el trabajo autónomo y activo, importantes para su desarrollo y futura formación en diversos ámbitos.

3.3. Integración de la evaluación en el diseño curricular

Los autores Ortega y Oyanedel (2022) señalan que el papel del profesor resulta fundamental para guiar en la búsqueda y selección de recursos digitales más apropiados; tomar parte activa en el desarrollo e implementación de las competencias digitales de los estudiantes; así como fomentar una actitud positiva hacia el uso de esos recursos. De hecho, una de las estrategias más destacadas para el desarrollo de la competencia digital y en crecimiento en la actualidad es la metodología por proyectos.

En ese contexto, en la Educación 4.0 resurge el interés en identificar y formalizar de manera explícita y consciente las competencias que se desean desarrollar en el alumnado mediante la evaluación. Para atender esa preocupación, Núñez *et al.* (2020) brindan luces sobre los diseños curriculares, donde las competencias afines al STEAM deben ser

definidas y enmarcadas para que su adquisición y desarrollo puedan ser evaluados. Para ello, se definen los niveles de adquisición, las herramientas y los procedimientos de uso que deberán ser adquiridos por el alumnado.

4. Mapeo de competencias

El Diccionario de la Lengua Española atribuye al sustantivo competencia dos acepciones muy diferentes: la primera implica un concepto negativo (disputa, contienda, rivalidad), y se acerca al funcionamiento y relación de las organizaciones con su entorno; mientras que el segundo significado se refiere a las capacidades profesionales, humanas o institucionales.

Al respecto, Buser *et al.* (2024) indican que el capital humano y la competitividad son temas fundamentales en el actual entorno global del mercado, en especial en los sectores relacionados con la ingeniería. En este contexto, se espera que los egresados se integren de manera óptima a los ambientes laborales y promuevan condiciones o estrategias que mejoren los procesos y colaboren a elevar la competitividad de las organizaciones e instituciones en las que se desenvuelvan.

4.1. Desarrollo de rúbricas y criterios de evaluación en competencias STEAM

Al momento de diseñar y desarrollar rúbricas para evaluar la adquisición de competencias STEAM, es fundamental

tener en cuenta sus descriptores de desempeño y cómo son adquiridas. Este hecho se relaciona con los objetivos de aprendizaje, que deben ir más allá de la adquisición de conocimientos y enfocarse en la de habilidades. Al respecto, Silva y Alsina (2023) sugieren que el docente plantee situaciones de aprendizaje que propongan al alumnado un desafío auténtico; que sea solvente, a excepción de las estrategias y procedimientos que ha de emplearse para resolverlo desde un enfoque práctico.

El desarrollo de estas rúbricas y criterios de evaluación supone que exista suficiente acuerdo entre los docentes responsables de determinada materia. Asimismo, deben contemplar distintas dimensiones de desempeño y niveles de maduración dentro del desarrollo.

4.2. Estrategias para la retroalimentación efectiva en la evaluación de competencias STEAM

La retroalimentación es inherente a todo proceso de aprendizaje y cobra especial relevancia en una situación evaluadora, al constituirse en uno de los elementos clave en todo proceso evaluador. En ese sentido, Rojas *et al.* (2021) indican que la retroalimentación efectiva consiste en que, tal como ocurre en la construcción de trabajos de carácter científico y profesional, los procesos de evaluación también requieren una contribución epistémica y profesional, lo que implica describir, justificar y reflexionar sobre las alternativas teórico-metodológicas elegidas.

Existe en la literatura una amplia diversidad de estrategias diseñadas para proporcionar retroalimentación sobre el desempeño de los estudiantes. Algunas de estas formas incluyen la retroalimentación de proceso, el uso de *scoring rubrics*, la revisión conjunta en grupo grande sobre definiciones de competencias claves, la preparación del estudiante en torno a lo que se espera de su desempeño y aplicación de pruebas, entre otros.

5. Evaluación de competencias transversales y habilidades blandas en el contexto STEAM

Sobre la evaluación de competencias, Echeverría y Arévalo (2024) argumentan que la existencia de ciertos saberes hace que las pruebas de evaluación de habilidades blandas deban ser diferentes que las de conocimientos proposicionales; así se evita que los estudiantes realicen pruebas sobre aspectos teóricos y teórico-prácticos con medición de hechos. Por tanto, en la evaluación de competencias debe primar la competencia humana para movilizar recursos y combinar conocimientos y habilidades, para afrontar distintos problemas y desafíos.

Con respecto a esta necesaria concreción de la actividad de evaluación de competencias se añade una serie de pautas que comprenden acciones que deben realizarse mediante la convivencia de procedimientos formales e informales, inductivos y deductivos. Entonces, solamente con la integración

de estas dos posturas será posible la valoración de la personalidad compleja, ya que la mayoría de los atributos concernidos son complejos, resistentes a cambios, infrecuentes y, generalmente, de naturaleza esquiva.

Ahora que se hace tan popular la formación STEAM, es normal que también aparezcan entidades que ofrezcan formación en competencias STEAM, pero desde un punto de vista no formal. En este caso, Juvera y Hernández (2021) mencionan que la valoración se vuelve mucho más complicada, debido a la diversidad y la dinámica de los procesos formativos donde la valoración del desarrollo de competencias en este tipo de procesos se enfrenta a dos problemáticas claramente diferenciadas. Al respecto, Ortiz (2024) explica que, por un lado, se debe valorar la realidad de la adquisición de competencias y la forma que estas se proyectarán al ámbito laboral y, por otro, con el uso de las herramientas, se encuentra la necesidad de valorar la capacidad para resolver problemas a partir de los conocimientos y las habilidades adquiridos.

En ese sentido, Cevallos *et al.* (2024) comparten algunas estrategias para valorar la adquisición de competencias y su incorporación a la vida laboral. Mencionan la evaluación basada en casos: se trata de la utilización de casos reales o escenarios lo más veraces posibles para plasmar cómo actuamos ante determinadas situaciones. También, acercarse a los alumnos en situaciones que se encuentren en la realidad laboral, para que averigüen si lo que han aprendido en esa experiencia se “vive” también en el mundo real.

En este ámbito se hace especial mención a la simulación virtual con realidad aumentada/virtual aplicada a la formación STEAM. Estas tecnologías permiten trasladar con todo detalle y realismo una situación concreta, respetando el mundo real e ir probando distintas soluciones a los problemas que se pueden presentar.

5.1. Clubes y actividades extracurriculares

Hay clubes o actividades extracurriculares basados en retos STEAM, como es el caso de la FIRST® Lego League (FLL), FIRST® Tech Challenge, para participantes de 12-16 años, o FIRST® ROBOTICS Competition 14-18 años, ambos sin la colaboración de LEGO. Y muchos otros están siendo utilizados en distintos países para fomentar el interés por los estudios relacionados con las competencias STEAM. A través de estas actividades, González (2021) manifiesta que los estudiantes podrán adquirir una gran variedad de habilidades y competencias generales, sentirse más competentes en relación con los contenidos de clase por resolver situaciones reales y prácticas, percibir que tienen un mayor control y autonomía en el centro escolar, tener metas educativas concretas y aprender a trabajar de manera colaborativa en un equipo.

Gutiérrez *et al.* (2024) agregan que los centros educativos y las administraciones ven en estos clubes una forma de fomentar el aprendizaje de habilidades STEAM, incentivando al mismo tiempo la motivación del alumnado en el aprendizaje y ofreciendo múltiples oportunidades de desarrollar la

mayoría de las competencias clave y específicas del currículo actual en diferentes niveles educativos a través del trabajo colaborativo y el aprendizaje basado en proyectos. Sin embargo, la mejora de la evaluación de competencias en los centros educativos va mucho más allá de aplicar métodos científicos de primera mano; se trata de recapturar la filosofía real y la estrategia del aprendizaje de STEM. Los clubes extraescolares ofrecen más flexibilidad en términos de planificación y diseño de objetivos de aprendizaje, incluso en el caso de la evaluación.

5.2. Evaluación de competencias STEAM en entornos virtuales y a distancia

De modo crítico, Del Moral *et al.* (2023) indican que, en España, por ejemplo, el sistema educativo a distancia es retrógrado. Dos muestras de ello son la dificultad de obtener competencias y certificados profesionales por esta vía y la incipiente educación a distancia en la reglada de base. En ese contexto, para la implantación de estas nuevas estrategias, se planteaba dar uso correcto a las TIC en el aula, así como el fomento del trabajo en red, la implementación de nuevos modelos de aprendizaje o la digitalización de la educación. En este sentido, nuestro aporte se centra en la evaluación de competencias STEAM en entornos virtuales y a distancia, donde los estudiantes no solo deben alcanzar unos resultados y cumplir con unas tareas, sino demostrar cómo y por qué han logrado los objetivos.

Es en este entorno digital donde el docente juega un papel crucial en el diseño de las actividades de aprendizaje mediante las tecnologías, articulando recursos digitales que enriquezcan los materiales curriculares, las dinámicas de trabajo en red y las directrices de seguimiento, con especial atención a la personalización y flexibilidad para adecuarse más a los estilos de aprendizaje de los estudiantes. No obstante, como señalan Córdova *et al.* (2024), la denominada educación presencial virtual también incorpora importantes enfoques metodológicos y técnicos que, en algunos aspectos, llegan a ser novedosos en la planificación del diseño de la actividad del estudiante respecto a la educación presencial en escenarios no mediados por las tecnologías.

5.3. Ética y privacidad en la evaluación de competencias STEAM

Con la evolución del aprendizaje y la enseñanza a través de metodologías basadas en proyectos, trabajos colaborativos, competencias digitales, metodologías colaborativas, secuencias didácticas integradas, desarrollos tecnológicos y las nuevas posibilidades que se abren en Educación 4.0, surgen retos y oportunidades en la evaluación de los aprendizajes. Al respecto, Román *et al.* (2024) reflexionan sobre la importancia y conclusiones que puede aportar cada fuente de evaluación de competencias STEAM; manifiestan que al alumnado de Educación Primaria no deben faltarle las competencias STEAM: competencia artística, competencia digital, competencia

lingüística, competencia lógico-matemática, competencia social y cívica, y competencia STEAM.

Greca *et al.* (2021) explican que es posible diseñar baterías de evaluación de las competencias STEAM basadas en tecnologías emergentes, como inteligencia artificial y análisis masivo de datos procedentes de entornos digitales, tecnologías STEAM. La evaluación será cada vez más compleja, personalizada y globalizada: en cualquier momento y espacio. Por tal motivo, surgen interrogantes relacionadas con la moderación de socialización de tecnologías virtuales, el acompañamiento a los alumnos en un uso educativo de las TIC, el respeto a la normativa sobre protección de datos, sobre cómo utilizar esos datos recogidos. Los automatismos deben estar al servicio del docente que los programa.

6. Desafíos futuros y tendencias en la evaluación de competencias STEAM

Para comprender el conjunto de desafíos que se presentarían en los próximos años, es necesario abordarlos a modo de clasificación entre las diferentes organizaciones, instituciones y centros para incorporar las habilidades y competencias que integramos en el siglo XXI. Esta es una realidad que también afecta al mundo de la educación STEAM y la Educación 4.0, donde el marco establecido ya como objetivo inmediato es diseñar estrategias eficaces y equitativas para evaluar sus nuevos retos. De hecho, se

centraba en aspectos de la cuantificación de la exclusión y la desigualdad a través de indicadores de contexto, estatus socioeconómico (SES) y rendimiento académico.

Por su parte, Ortiz y Núñez (2021) subrayan la inclusión de informantes clave en el diagnóstico, en la detección de necesidades de capacitación docente, o en la indagación de causas y efectos (y posibles soluciones) para propiciar la construcción de soluciones más adecuadas e innovadoras. Esto sin olvidar, también, el papel de la comunidad en la promoción de los valores y competencias cívicos y de la educación en valores. La determinación de la efectividad o eficacia de intervenciones y programas de la Educación 4.0 permite el control y seguimiento de las líneas estratégicas del centro y la modificación o sustitución de aquellas que no están produciendo el impacto previsto.

Arias *et al.* (2024) reconocen que la revisión de la literatura debe ser necesaria para una evaluación diagnóstica, formativa o sumativa; esta permitirá contextualizar la evaluación en el marco actual y adaptada a las necesidades propias de la escuela STEAM, aunque cada centro y comunidad educativos establecen su propio marco curricular. Sobre aquello, Núñez (2021) refuerza la idea de que es necesario incluir habilidades directamente relacionadas con la evaluación, la formulación y el planteamiento de preguntas, la adquisición, el análisis, la interpretación y comunicación de datos, el pensamiento crítico y reflexivo, la resolución de problemas, etc. El enfoque del instrumento debe ser contemporáneo, procurando que la evaluación sea *online*, a partir de tareas creativas digitalizadas.

Conclusiones

La evaluación de competencias STEAM en el contexto de la Educación 4.0 no solo prepara a los estudiantes para enfrentar un futuro tecnológico, sino que también promueve un desarrollo integral y fortalece su capacidad para contribuir de manera innovadora y colaborativa a la sociedad; debe ser concebida como una herramienta que se adapte al constante cambio tecnológico y científico, con especial énfasis de las disciplinas STEAM. En este sentido, un diseño educativo debe pasar de la simple medición de conocimientos adquiridos para enfocarse en la capacidad de los estudiantes para resolver problemas, innovar y enfrentarse a los retos de un mundo dinámico y según los tipos de educación que se ofrecen: presencial, virtual a distancia.

Asimismo, la evaluación aplicada en competencias STEAM requiere un enfoque integral que combine diversas estrategias y métodos. Aquello implica evaluaciones cualitativa y cuantitativa y alternar entre métodos formales e informales. Esta diversificación en la evaluación STEAM permite obtener una visión más completa y precisa de los avances de aprendizaje, asegurando que se valoren tanto los resultados finales como los procesos. De esta manera, la evaluación se convierte en un proceso que impulsa el aprendizaje significativo.

Referencias bibliográficas

- Araujo Bedoya, G. J., Guerra Delgado, L. R., Bastidas Santana, V. G., Diaz Berrúz, C. F., y Planta Ulloa, J. P. (2024). *Educación y tecnología digital*. CID. Centro de Investigación y Desarrollo. https://doi.org/10.37811/cli_w1041
- Arias Villalba, W. O., Mejía Carrillo, M. de J., Carranza Basantes, S. F., y Alvarado Jaya, H. G. (2024). Educación STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) en la educación básica: integración curricular y efectividad, una revisión desde la literatura. *Polo del Conocimiento*, 9(2), 2026-2045. <https://doi.org/10.23857/pc.v9i2.6651>
- Arteaga Cruz, W. L., Tovalino Cordova, O. L., y Solís Trujillo, B. P. (2023). Comprensión lectora en estudiantes de Educación Básica en tiempos de virtualidad. *Horizontes. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 7(30), 1888-1902. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v7i30.637>
- Balsells-Gila, R., y López-Luengo, M. A. (2021). Construcción de una ciudad con material reutilizado como escenario de stop motion. Una propuesta STEAM para educación primaria. *Didacticae: Revista de Investigación en Didácticas Específicas*, 10, 55-70. <https://doi.org/10.1344/did.2021.10.55-70>

- Bucio-Gutierrez, D., Xóchitl Barrios Del Ángel, A., Eugenia Calvillo-Villicaña, M., Alberto Cerda-Luque, P., y Reyna-Castillo, M. (2024). *¿Es posible la inclusión STEAM en la educación especial? Aproximaciones pedagógicas en la voz de expertos*. <https://doi.org/https://doi.org/10.46377/dilemas.v11i3.4118>
- Buitrago-Bohórquez, B., y Sánchez, H. (2021). Competencias pedagógicas y tecnológicas del docente para el diseño instruccional en educación virtual universitaria. *IPSA Scientia, revista científica multidisciplinaria*, 6(2), 82-100. <https://doi.org/10.25214/27114406.1054>
- Buser, T., Niederle, M., y Oosterbeek, H. (2024). Can Competitiveness Predict Education and Labor Market Outcomes? Evidence from Incentivized Choice and Survey Measures. *The Review of Economics and Statistics*, 1-45. https://doi.org/10.1162/REST_A_01439
- Campollo-Urkiza, A., y Cremades-Andreu, R. (2023). Music education and STEM competencies in elementary school: a proposal from the music classroom. *Musica Hodie*, 23. <https://doi.org/10.5216/mh.v23.74210>
- Castro, W. K. (2020). Propuesta para la evaluación de estudiantes formados bajo la metodología STEAM. *Universidad Cooperativa de Colombia*. <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/90038e95-cae9-4140-8843-949072beca1e/content>
- Cebrián Cifuentes, S., Guerrero Valverde, E., y Robles Melgarejo, A. (2024). Realidad virtual y competencias

steam en educación primaria: una revisión sistemática de la literatura. <https://doi.org/10.18239/ensayos.v39i1.3359>

Celis Cuervo, D. A., y González Reyes, R. A. (2021). Aporte de la metodología Steam en los procesos curriculares. *Revista Boletín Redipe*, 10(8), 279-302. <https://doi.org/10.36260/rbr.v10i8.1405>

Cevallos Pacheco, N., Gonzabay Quimi, M., Sánchez Pérez, J., Palacios Loja, A., y Camba Navarrete, V. (2024). Exploración de las competencias digitales en bachillerato: Un enfoque integral desde la Unidad Educativa Fiscal Dolores Cacuango. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 5(5). <https://doi.org/10.56712/latam.v5i5.2767>

Del Moral Pérez, M. E., Neira-Piñeiro, M. R., Castañeda Fernández, J., y López-Bouzas, N. (2023). Teaching Competences Involved in the Design of Immersive Literary Environments: Combining STEAM Projects and Maker Culture. *RIED. Revista Iberoamericana de Educacion a Distancia*, 26(1), 59-81. <https://doi.org/10.5944/ried.26.1.33839>

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 7(2), 2023-2045. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i2.5453

Domínguez Osuna, P. M., Oliveros Ruiz, M. A., Coronado Ortega, M. A., y Valdez Salas, B. (2019). Retos de ingeniería: enfoque educativo STEM+A en la revolución industrial 4.0. *Revista Scielo*, 19(80), 15-32.

- Echeverría Caranqui, J. P., y Arévalo Cáceres, A. E. (2024). Desarrollo de aprendizajes disciplinares y transversales mediante proyectos STEAM. *Reincisol*, 3(6), 5740-5761. [https://doi.org/10.59282/reincisol.V3\(6\)5740-5761](https://doi.org/10.59282/reincisol.V3(6)5740-5761)
- Espinosa Cevallos, P. A. (2024). Evaluación de programas de educación STEM en diferentes niveles educativos. *Nexus Research Journal*, 3(1), 54-64. <https://doi.org/10.62943/nrj.v3n1.2024.81>
- Fabián, M., Mancero, O., Fernanda, A., y Naranjo, N. (2021). Inteligencia emocional: evaluación y estrategias en tiempos de pandemia, *Retos de la ciencia* 5(11). <https://doi.org/10.53877/rc.5.11.20210701.06>
- Flores Marín, J., y González Castillo, S. (2024). Competencias STEM de mayor demanda para afrontar los retos de la Industria 4.0. Revisión bibliográfica para América Latina y Costa Rica. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 5(4). <https://doi.org/10.56712/latam.v5i4.2317>
- Greca, I. M., Ortiz-Revilla, J., y Arriasecq, I. (2021). Design and evaluation of a STEAM teaching-learning sequence for primary education. *Revista Eureka*, 18(1). https://doi.org/10.25267/REV_EUREKA_ENSEN_DIVULG_CIENC.2021.V18.I1.1802
- Guerrero Pérez, M. C., Ortiz-Clavijo, L. F., y Moreno Jiménez, S. J. (2022). Diseño de ambientes de aprendizaje híbridos como estrategia de fortalecimiento de competencias STEAM y capacidades para la

- cuarta revolución industrial (4RI). *Encuentro Senno-va del Oriente Antioqueño*, 7(1), 61-75. <https://doi.org/10.23850/26652447/7/1/3840>
- Juvera, J., y Hernández López, S. (2021). STEAM en la infancia y la brecha de género: una propuesta para la educación no formal. *EDU REVIEW. International Education and Learning Review* 9(1), 9-25. <https://doi.org/10.37467/gka-revedu.v9.2712>
- Mamani García, M. A., Martínez Gonzales, G., Mamani García de Quedena, J. M. y Montero Carcelén, A. E. (2023). Pensamiento Lógico-Matemático: Revisión del modelo de evaluación STEAM para desarrollar competencias matemáticas. *Revista de Filosofía*, 40, 83-98. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7558099>
- Marzal, M. Á., y Vivarelli, M. (2024). The convergence of Artificial Intelligence and Digital Skills: a necessary space for Digital Education and Education 4.0. *JLIS.it*, 15(1), 1-15. <https://doi.org/10.36253/jlis.it-566>
- Medina, P., Soria, E., Ulloa, O., y Deroncela, A. (2023). Learning analytics-mediated formative assessment in STEAM education: a systematic literature review. *Meta: Avaliacao*, 15(48), 480-508. <https://doi.org/10.22347/2175-2753v15i48.3918>
- Morales Urrutia, E. K., y Yánez Rueda, H. O. J. M. N. N. A. F. (2021). Innovación metodológica para la enseñanza de TIC en educación superior. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Información*, 507-517.

- Núñez Naranjo, A. F. (2021). Tutoría académica en la educación superior: el rol del autor académico, tutor pedagógico y del estudiante en la modalidad a distancia. *Revista Científica Retos de la Ciencia*, 5(e), 64-75. <https://doi.org/10.53877/rc.5.e.20210915.06>
- Núñez Naranjo, A., Morales Urrutia, E., y Tapia, X. (2024). Teaching Tools Based on Artificial Intelligence to Strengthen English Language Skills. *DSPACE Universidad Indoamérica*, 14(4), 443-453.
- Núñez-Naranjo, A., Galeas, G., y Paredes, A. (2020). Estrategias para la adaptación escolar: una visión desde la secundaria. *593 Digital Publisher CEIT*, 6(1), 274-282. <https://doi.org/10.33386/593DP.2021.1.452>
- Obdulia González Fernández, M. (2021). *Robótica Educativa. Una perspectiva didáctica en el aula*. <https://doi.org/10.32541/recie.2024.v8i1.pp117-143>
- Ormaza Cevallos, M. G., Lozano-Jaramillo, G. A., y Pico Macías, M. E. (2024). Metodología STEAM: Aplicaciones en Educación superior. *Revista Científica Multidisciplinaria Arbitrada YACHASUN*, 8(15). <https://doi.org/10.46296/yc.v8i15.0460>
- Ortega Porras, J. del R., y Oyanedel Bernal, C. C. (2022). Docentes y las tecnologías de la información y la comunicación: el nuevo rol en tiempos de pandemia por COVID-19. *Revista Educación*, 46(1). <https://doi.org/10.15517/revedu.v46i1.47614>

- Ortiz Mancero, M. F., y Núñez Naranjo, A. F. (2021). Inteligencia emocional: evaluación y estrategias en tiempos de pandemia. *Revista Científica Retos de la Ciencia*, 5(11), 57-68. <https://doi.org/10.53877/rc.5.11.20210701.06>
- Ortiz Suárez, T. A. (2024). *STEAM: construyendo el futuro de la ingeniería*. 1-10. <https://doi.org/10.26507/paper.4095>
- Pineda Caro, D. Y. (2022). Enfoque STEAM: Retos y oportunidades para los docentes. *Revista Internacional de Pedagogía e Innovación Educativa*, 3(1), 229-244.
- Rojas-Gómez, L., Salazar Quispe, M., Méndez Vergaray, J., y Salgado Vértiz, R. (2021). La retroalimentación en el desarrollo de competencias matemáticas en la educación a distancia. *Grupo CIEG*. www.grupocieg.org
- Román Gil, C. A., Gamarra Vilela, J. O., Vallejo Martínez, M. V., Pisfil Llontop, F., y Bernal, C. M. (2024). Epistemología, Ética, Educación e Inteligencia Artificial. <https://doi.org/10.59169/pentaciencias.v6i7.1312>
- Salomón, N. R. D., Vargas Barros, V. H., Vasquez Barrera, E. J., Andrade Zambrano, W. de J. y Espinoza Valarezo, F. L. (2023). Educación STEM: Una revisión de enfoques interdisciplinarios y mejores prácticas para fomentar habilidades en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas.
- Santillán Aguirre, J. P., Jaramillo Moyano, E. M., Santos Poveda, R. D., y Cadena Vaca, V. D. C. (2020). STEAM

- como metodología activa de aprendizaje en la educación superior. *Polo del conocimiento: Revista Científico-profesional*, 5(4), 467-492. <https://doi.org/10.23857/pc.v5i8.1599>
- Segovia Bermeo, A. del P., Mejía Guachichullca, C. E., Figueroa Solano, S. del R., y Encalada Chunchu, S. D. (2024). Inferencia de un Enfoque Educativo Steam para el Desarrollo de un Pensamiento Crítico en Estudiantes de Básica Superior. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(6), 6451-6475. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i6.9179
- Silva-Hormazábal, M., y Alsina, Á. (2023). Promoviendo el desarrollo profesional docente en STEAM: Diseño y validación de un programa de formación. *Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 22(50), 99-120. <https://doi.org/10.21703/rexe.v22i50.1986>
- Silva Monsalve, A. M. (2022). Las competencias STEAM para el desarrollo de la ciencia y la tecnología. *Revista Aquinas Scriptum Scientiam*.
- Tovalino Cordova, O. L., Arteaga Cruz, W. L., y Solís Trujillo, B. P. (2024). Competencias matemáticas en la modalidad de educación virtual: Revisión sistemática. *Horizontes. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 8(33), 1140-1152. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v8i33.788>
- Ugalde Uribe, F. S. (2024). Los Retos de la Inteligencia Artificial (IA) en la Educación de México. *Ciencia Latina*

Revista Científica Multidisciplinar, 8(5), 2607-2626.
https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.13723

Urgiles Rodríguez, B. E., Tixi Gallegos, K. G. y Allauca Peñafiel, M. E. (2022). Metodología Steam en Ambientes Académicos. *Dominio de las Ciencias*, 8, 113-125.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.23857/dc.v8i1.2482>

Vanegas, Y. (2021). STEM, STEAM, STREAM: Posibilidades, reflexiones y experiencias. *Didacticae: Revista de Investigación en Didácticas Específicas*, 10, 4-7.
<https://doi.org/10.1344/did.2021.10.4-7>





En un mundo en constante evolución tecnológica, la educación ya no puede seguir siendo la misma. La transformación hacia un modelo más dinámico, inclusivo y conectado con la realidad actual es una necesidad urgente. Este libro, *Educación 4.0 y Competencias STEAM: Nuevas estrategias para la enseñanza del futuro*, ofrece una mirada profunda y crítica sobre cómo debemos repensar la enseñanza en la era de la Cuarta Revolución Industrial.

Desde la inteligencia artificial y la robótica hasta la gamificación y la evaluación por competencias, esta obra aborda los pilares de una educación moderna que forma a estudiantes como protagonistas de su propio aprendizaje, preparados para afrontar los desafíos de un mundo digital, interdisciplinario y cambiante.

Compilado por **Aracelly Fernanda Núñez-Naranjo** junto a un equipo multidisciplinario de docentes e investigadores, el libro integra teoría, práctica y experiencias reales de aula para presentar propuestas concretas que impulsan el desarrollo de habilidades clave como el pensamiento crítico, la creatividad, la colaboración y la alfabetización digital.

Dirigido a educadores, investigadores, estudiantes de pedagogía y responsables de políticas educativas, este libro no solo es una guía para la innovación, sino una invitación a ser parte activa de la construcción de una nueva educación: más humana, más tecnológica y más relevante para los tiempos que vivimos.

**Prepárate para enseñar, aprender y transformar
desde la educación del futuro.**

